

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 821**

51 Int. Cl.:

G01N 27/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10013768 .6**

96 Fecha de presentación: **19.10.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2315018**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2011**

54 Título: **Sonda de inspección por corrientes de Foucault**

30 Prioridad:

20.10.2009 US 582196

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

28.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

28.12.2012

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PETROSKY, LYMAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 393 821 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 por corrientes de Foucault

Antecedentes de la invención**5 1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a la revisión no destructiva de los tubos del intercambiador de calor y, más concretamente, a una sonda de inspección por corrientes de Foucault que muestra una menor fricción y un mejor centrado ya que se desplaza dentro de los tubos del intercambiador de calor.

10

2. Técnica relacionada

Los generadores de vapor utilizados en las centrales eléctricas con reactor nuclear son intercambiadores de calor muy grandes donde el calor de un líquido primario calentado por un reactor nuclear se transfiere a un líquido secundario que se convierte en vapor y se utiliza para impulsar un generador de turbina. Los generadores de vapor se alojan dentro de una estructura de acero alta, generalmente cilíndrica. Un gran número de tubos del intercambiador de calor en forma de U están confinados en la estructura y sus extremos están insertados en orificios formados en una placa tubular horizontal o placa cerca de la parte inferior de la estructura de acero. Los tubos se utilizan para transmitir el líquido primario que ha sido calentado en el reactor nuclear. El líquido secundario, o agua de alimentación, que se emplea para generar el vapor se introduce en el generador de vapor de tal manera que el líquido secundario fluye alrededor de la parte exterior de los tubos calentados, convirtiendo de este modo gran parte del líquido secundario en vapor, que puede salir del generador de vapor a través de una boquilla de salida en la parte superior de la estructura de acero.

15

20

25

En el pasado, los tubos de los generadores de vapor de las centrales nucleares estaban expuestos a condiciones operativas extremas y eran susceptibles de sufrir grietas de corrosión bajo tensión, desgaste mecánico, debilitamiento de las paredes y corrosión por picaduras. Para tratar esta susceptibilidad, se han desarrollado varias técnicas para inspeccionar la degradación de los tubos del generador de vapor antes de que se produzca un fallo con el fin de evitar fugas del refrigerante radioactivo primario en el lado secundario, que supondría cortes forzados. Los tubos de los generadores de vapor se han inspeccionado normalmente utilizando diversos procedimientos por corrientes de Foucault, la mayoría con sondas que se insertaban en los tubos desde la parte inferior de la placa tubular en el lado primario del generador de vapor. Las sondas se insertan a través de un acceso del generador de vapor en el lado inferior hemisférico de entrada y salida del generador de vapor por debajo de la placa tubular y en la placa tubular donde los tubos correspondientes se asignan insertando las sondas verticalmente a través de los tubos.

30

35

Un tipo de sonda por corrientes de Foucault que se utiliza para este propósito es el tipo «Bobbin», en la que dos bobinas de alambre de cobre se enrollan circunferencialmente alrededor de un núcleo relativamente rígido para crear la bobina de prueba. Aunque se utilizan ampliamente y con relativo éxito, las sondas de tipo Bobbin son relativamente rígidas y difíciles de empujar a través de tubos con curvaturas.

40

Otro tipo de sonda por corrientes de Foucault es una sonda de bobina plana giratoria. La sonda de bobina plana giratoria está montada normalmente sobre una vaina motorizada que permite a la bobina rotar simultáneamente y trasladarse a través del tubo, desarrollando de este modo una exploración helicoidal de la superficie del tubo. El eje plano de la bobina por corrientes de Foucault es normal con respecto a la superficie del diámetro interior del tubo y, generalmente, la bobina está montada en un mecanismo articulado que permite a la bobina seguir el contorno interior de la superficie del diámetro, y mantener un despegue de la bobina relativamente constante.

45

Un tercer tipo de sonda por corrientes de Foucault emplea hasta 40 bobinas individuales que están dispuestas circunferencialmente alrededor de la sonda. Cada una de las bobinas proporciona su propia salida individual de la superficie interior opuesta del tubo del intercambiador de calor a medida que la sonda se traslada axialmente a través del tubo.

50

En general, cada una de las sondas anteriores debe estar centrada ya que se mueven a través del interior del tubo del intercambiador de calor. Normalmente, las sondas se centran empleando almohadillas elásticas que se extienden radialmente en ubicaciones circunferenciales separadas alrededor de la sonda, generalmente en dos posiciones axiales separadas. Un ejemplo de dicha sonda se muestra en EP 1 233 229 A2. Aunque es altamente preciso, el procedimiento por corrientes de Foucault para inspeccionar el conjunto de tubos de un generador de vapor es relativamente lento y, preferiblemente, las sondas, que suelen ser empujadas por toda la longitud de los tubos por un

55

eje flexible, deben insertarse a un ritmo constante. Las cargas laterales desarrolladas por el eje de empuje a medida que la sonda pasa por las curvaturas de los tubos y, en menor medida, las cargas laterales debidas a un posicionamiento descentrado del eje en las longitudes rectas pueden afectar negativamente al centrado de la sonda o su avance.

5

Por consiguiente, es conveniente que un procedimiento mejorado de centrado de la sonda pueda pasar mejor por las curvaturas y resistir los efectos de las cargas laterales del eje.

10

Asimismo, es conveniente un procedimiento mejorado de centrado de la sonda que pueda reducir la resistencia al avance hacia delante de la sonda a medida que lo empuja a través de los conductos del generador de vapor.

Resumen de la invención

15

Estos y otros objetos se logran por la sonda de inspección por corrientes de Foucault de esta invención que básicamente incluye un alojamiento que tiene un sensor de bobina por corrientes de Foucault y un dispositivo de centrado apoyado en un alojamiento teniendo el dispositivo de centrado una disposición de rodillo que está diseñado para trasladarse en las paredes interiores del tubo que debe inspeccionarse y centrar la bobina por corrientes de Foucault dentro de los tubos. Cada elemento del rodillo puede ser una rueda (disco), rodillo (cilindro) o bola.

20

Una sonda de inspección de los conductos que se traslada dentro de los conductos que van a examinarse y que tiene ruedas o rodillos se conoce per se por el documento SU 1 698 737 A1. Sin embargo, se trata de una unidad autopropulsada que tiene un núcleo con ruedas en los brazos accionados por resorte montados en un extremo de la unidad, y las ruedas se trasladan axialmente a lo largo de la pared interior de los conductos. Se monta un manguito giratorio en dicho núcleo, teniendo dicho manguito discos de centrado ubicados en ambos extremos axiales, incluyendo dichos discos de centrado brazos accionados por resorte con rodillos que se desplazan helicoidalmente en la pared interior del conducto. En una posición axial entre los discos de centrado, un sensor se apoya en rodillos adicionales radialmente fuera de dicho manguito para desplazarse helicoidalmente a lo largo de la pared interior del conducto.

25

30

Preferiblemente, la disposición del rodillo tiene rodillos ubicados a lo largo del alojamiento en un primer y segundo lado de la bobina por corrientes de Foucault. Preferiblemente, la sonda de inspección tiene una dimensión axial que se extiende a lo largo del eje del tubo y los rodillos están diseñados para rodar en una dirección de la dimensión axial. En una realización, los rodillos están diseñados para rodar en una de las dos direcciones ortogonales o en una diagonal a la dimensión axial. Preferiblemente, los rodillos en al menos el primer o segundo lado del sensor de la bobina por corrientes de Foucault comprenden un conjunto de rodillos que están separados circunferencialmente alrededor del alojamiento. Convenientemente, el conjunto de rodillos está separado circunferencialmente alrededor del alojamiento. En otra realización, el conjunto de rodillos comprende al menos dos rodillos y, en una disposición preferente, comprende tres rodillos. Preferiblemente, los rodillos están inclinados radialmente hacia fuera y son, al menos parcialmente, retráctiles dentro del alojamiento. Convenientemente, los rodillos pueden retraerse de forma que no tengan un contacto firme con las paredes de los tubos que se están examinando.

35

40

45

En otra realización, al menos algunos de los rodillos tienen un eje de rotación cuya orientación puede alterarse para cambiar la dirección de desplazamiento del rodillo. Para al menos otras aplicaciones, los rodillos se disponen en un ángulo que orienta el rodillo para desplazarse en una trayectoria helicoidal. Preferiblemente, el ángulo está desviado entre medio y tres grados de la dirección circunferencial. En otra realización adicional, la orientación de los rodillos puede alterarse remotamente.

50

En otra realización, la disposición de los rodillos de la sonda de inspección incluye un dispositivo para medir la velocidad y/o la posición de la sonda. Por ejemplo, el dispositivo puede ser un tacómetro, un codificador o cualquier sensor capaz de realizar el seguimiento del movimiento del rodillo.

55

En otra configuración adicional, la disposición del rodillo de la sonda de inspección incluye un freno para controlar la velocidad de movimiento de la sonda. En una configuración, el freno incluye un generador eléctrico accionado por la disposición del rodillo que incluye además una carga variable unida al generador para aumentar o disminuir el avance en la disposición de rodillo. Convenientemente, el generador eléctrico está configurado como un generador de motor establecido que puede accionar y frenar la disposición de rodillo.

60

En otra realización adicional, la disposición de rodillo incluye rodillos en el primer lado de la bobina por corrientes de Foucault que están desviadas circunferencialmente de los rodillos en el segundo lado de la bobina por corrientes de Foucault.

Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse una comprensión adicional de la invención a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas al leerse junto con las figuras que acompañan, en las que:

- 5 La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente cortada, de un generador de vapor vertical para el que puede aplicarse la sonda por corrientes de Foucault de esta invención;
- 10 La figura 2 es una vista en planta, parcialmente en sección de la sonda por corrientes de Foucault de esta invención, dentro de un tubo de generador de vapor que va a inspeccionarse;
- La figura 3 es la vista en planta de la figura 2 con la sonda de esta invención, que incluye rodillos cuya dirección puede ajustarse;
- 15 La figura 4A es un diagrama esquemático que muestra un rodillo de la sonda ilustrada en las figuras 2 y 3 conectado al conjunto de freno del generador del motor de esta invención;
- La figura 4B es una vista en sección lateral de un tubo del intercambiador de calor con la tracción del rodillo de la figura 4A mostrada esquemáticamente en el interior;
- 20 La figura 4C es una vista final del tubo del intercambiador de calor mostrado en la figura 4B;
- La figura 5 es una vista en planta de la sonda de esta invención mostrada en las figuras 2 y 3 con los rodillos configurados como una bola que se desplaza en un conector que permite que los rodillos se muevan en cualquier dirección; y
- 25 La figura 6 es la vista en planta mostrada en las figuras 2, 3 y 5 con los rodillos en un lado de la bobina por corrientes de Foucault, desviados circunferencialmente de los rodillos en el otro lado de la bobina por corrientes de Foucault.

30 **Descripción de la realización preferida**

En referencia a los dibujos, la figura 1 muestra un generador de vapor 10 que utiliza una pluralidad de tubos en forma de U que forman un conjunto de tubos 12 para proporcionar la superficie de calentamiento requerida para transferir calor de un líquido primario que se desplaza dentro de los tubos para vaporizar o hervir un líquido secundario que rodea la parte exterior de los tubos. El generador de vapor 10 comprende un recipiente que tiene una parte de estructura tubular orientada verticalmente 14 y un cierre superior o cabezal abombado 16 que cierra el extremo superior y un cabezal en canal con forma generalmente hemisférica 18 que cierra el extremo inferior. La parte inferior de la estructura 14 tiene un diámetro más pequeño que la parte superior de la estructura 15 y una placa tubular 22 está unida al cabezal del canal 18 y tiene una pluralidad de orificios 14 dispuestos en la misma para recibir los extremos de los tubos en forma de U. Una placa divisoria 26 está dispuesta centralmente dentro del cabezal del canal 18 para dividir el cabezal del canal en dos compartimentos 28 y 30, que sirven como colector del conjunto de tubos. El compartimento 30 es el compartimento de entrada de líquido primario y tiene una boquilla de entrada de líquido primario 32 en comunicación fluida con el mismo. El compartimento 28 es el compartimento de salida del líquido primario y tiene una boquilla de salida del líquido primario 34 en comunicación fluida con el mismo. De este modo, se provoca que el líquido primario, esto es, el refrigerante del reactor, que entra en el compartimento de líquido 30, fluya a través del conjunto de tubos 12 y hacia fuera de la boquilla de salida 34.

El conjunto de tubos 12 está rodeado por un envoltorio 36 que forma un paso anular 38 entre el envoltorio 36 y la estructura y las partes cónicas 14 y 20, respectivamente. La parte superior del envoltorio 36 está cubierta por una placa de cubierta inferior 40 que incluye una pluralidad de aberturas 42 en comunicación fluida con una pluralidad de tubos verticales 44. Los álabes de turbulencia 46 están dispuestos dentro de los tubos verticales para provocar flujo de vapor a través de estos con el fin de hacer girar y eliminar de forma centrífuga parte de la humedad arrastrada con el vapor a medida que fluye a través del separador centrífugo primario. El agua separada del vapor en este separador primario vuelve a la superficie superior de la placa de cubierta inferior. Después de fluir a través del separador centrífugo primario, el vapor pasa a través de un separador secundario 48 antes de alcanzar la salida de vapor 50, dispuesta centralmente en el cabezal abombado 16.

La estructura de entrada de agua de alimentación de este generador incluye una boquilla de entrada de agua de alimentación 52 que tiene una parte generalmente horizontal llamada anillo de alimentación 54 y boquillas de descarga 56 elevadas por encima del anillo de alimentación. El agua de alimentación suministrada a través de la boquilla de entrada del agua de alimentación 52 pasa a través del anillo de alimentación 54 y sale a través de las

boquillas de descarga 56 y se mezcla con el agua que se separó del vapor y está recirculando. Entonces, la mezcla fluye en sentido descendente por encima de la placa de cubierta inferior 40 al paso anular 38. A continuación, el agua entra en el conjunto de tubos en la parte inferior del envoltorio 36 y fluye a lo largo y hacia arriba del conjunto de tubos, donde se calienta para generar vapor.

5

El generador de vapor descrito anteriormente es lo que se conoce como diseño de "curvatura en U", porque todos los tubos tienen una sola curvatura en "U" a la mitad de su longitud. Se encuentran comúnmente otras variaciones de diseño, como la "curvatura en cuadrado" en la que la "U" es sustituida por dos pequeñas curvaturas del radio (normalmente, alrededor de 23 cm) y una sección recta. También existen generadores de vapor con tubos totalmente rectos que contienen una cámara en cada extremo del conjunto de tubos. Independientemente del patrón de tubos específico y la disposición de las curvaturas, la invención descrita en la presente memoria es aplicable a la inspección de los tubos.

10

Durante la operación de un generador de vapor, se forma barro alrededor de los tubos y las piezas sueltas que atraviesan el conjunto de tubos crean un entorno operativo extremo que hace a los tubos en el conjunto de tubos susceptibles de agrietamiento por corrosión de tensión, desgaste mecánico, debilitamiento de las paredes y corrosión por picaduras. Para tratar esta susceptibilidad, se han desarrollado diversas técnicas para inspeccionar si existe degradación en los tubos del generador de vapor antes de que se produzca un fallo en el tubo, con el fin de evitar cortes forzados. Los conductos de los generadores de vapor se han inspeccionado normalmente utilizando diversos procedimientos por corrientes de Foucault, la mayoría con sondas que se insertan en los conductos desde la parte inferior de la placa tubular 22 en el lado primario del generador de vapor. Las sondas se insertan a través de un acceso del generador de vapor en los lados inferiores hemisféricos de entrada y salida del generador de por debajo de la placa tubular 22 en la placa tubular donde los tubos correspondientes se asignan insertando las sondas verticalmente a través de los tubos.

15

20

25

Aunque su precisión es elevada, el método por corrientes de Foucault para inspeccionar los tubos del generador de vapor es relativamente lento y caro. Es objeto de la presente invención centrar la sonda a la vez que se reduce la fricción que experimenta la sonda a medida que se mueve a través de los tubos para acelerar el proceso de inspección.

30

Por consiguiente, esta invención proporciona un aparato que centrará la sonda dentro de los tubos que se están inspeccionando y reducirá la fricción experimentada por la sonda a medida que adquiere datos por corrientes de Foucault en los tubos. La sonda de inspección se desplaza a través del tubo que está siendo presionado por un eje flexible. En un sentido amplio, la innovación añade rodillos a la sonda para centrarla y reducir su fricción con el tubo. Aunque la sonda mejorada puede construirse para ser utilizada con cualquier tamaño de tubo, el sistema presenta ventajas particulares para ser utilizado con tubos de pequeño diámetro de aproximadamente 1,6 – 2,2 cm de diámetro exterior, que impone limitaciones de dimensión extremas y requiere una precisión excelente de centrado.

35

Los cabezales de la sonda actual emplean pestañas de resorte de plástico para centrar la sonda en el tubo. Esta disposición supone un centrado menos perfecto y provoca fricción en el cabezal de la sonda, lo que empeora enormemente la capacidad del sistema para empujar la sonda a través de los tubos con curvas. Las pestañas de resorte también se desgastan rápidamente, y a menudo limitan la vida útil del sistema. Es extremadamente beneficioso eliminar el uso de estas pestañas.

40

La figura 2 muestra una realización preferente de la sonda 68 de esta invención posicionada dentro de un tubo de un generador de vapor 70 y siendo empujada por un cable flexible 78. Aunque el cabezal de la sonda 72 se muestra con bobinas Bobbin por corrientes de Foucault enrolladas alrededor de un núcleo relativamente rígido, la mejora de esta invención podría aplicarse también al resto de tipos de sondas por corrientes de Foucault, como las sondas de bobina plana giratoria o las sondas de conjunto de bobinas. El cabezal de la sonda es similar en tamaño y forma a los utilizados actualmente para las inspecciones de los tubos pero tiene, como característica añadida, dos conjuntos de rodillos en forma de ruedas 74, uno hacia adelante y otro hacia atrás de la bobina por corrientes de Foucault 76. La realización preferente tiene tres rodillos 74 en cada ubicación axial que están separados de forma equivalente circunferencialmente alrededor de la sonda. Preferentemente, los rodillos 74 están accionados por resorte radialmente hacia fuera contra las paredes de los tubos, como muestra de forma figurada el muelle 80. Debe apreciarse que la acción de accionamiento por resorte puede conseguirse utilizando un mecanismo elástico. Sin embargo, también debe advertirse que los ejes de las ruedas pueden suministrarse con un actuador electromecánico, como un solenoide, para retraer radialmente los rodillos con el fin de controlar o eliminar la presión de los rodillos 74 en las paredes de los tubos 70.

45

50

55

60

La figura 3 muestra una ligera modificación de la sonda 68 que se ilustró anteriormente en la figura 2. Los rodillos 74

5 mostrados en la figura 3 están montados en una plataforma giratoria 82 para que puedan ajustarse al punto en cualquier dirección para permitir que la sonda se mueva bien axialmente en la dirección del eje del tubo 84 o, alternativamente, gire en una diagonal al eje 84 para describir una espiral a través del conducto 70 o girar en una dirección ortogonal al eje 84 para rotar en el sitio. Preferiblemente, las plataformas giratorias 82 rotan juntas para que los rodillos señalen todos en la misma dirección y, convenientemente, las plataformas giratorias 82 puedan girar de forma remota desde fuera del generador de vapor de modo que las inspecciones del tubo puedan ajustarse mientras se lleva a cabo la inspección.

10 La figura 4A muestra un sistema de frenado 92 que puede emplearse con los rodillos 74. El sistema de frenado 92 está unido a los rodillos 74 a través de un eje de accionamiento 86 que acopla los rodillos 74 a un generador eléctrico 88. El eje de accionamiento 86 hace girar la armadura del generador eléctrico 88 que, a su vez, produce una corriente eléctrica que se transmite a través de una carga variable electrónicamente, como el resistor variable 90 que puede ajustarse desde la parte exterior del generador de vapor. Al aumentar la carga, aumenta el avance en el rodillo 74. El cableado para controlar la carga variable 90 así como el cableado de la bobina del sensor se dirige a través del eje flexible 78 al exterior del generador a una estación de control, no mostrada, que registra la producción de las bobinas por corrientes de Foucault, y controla la acción de frenado del generador 88 ajustando la carga variable 90. Preferentemente, el generador eléctrico 88 es un conjunto de generador de motor que puede impulsar el rodillo de accionamiento 74. Alternativamente, el cabezal de sonda 72 puede ser empujado a través de los tubos 70 con aire comprimido.

20 La figura 4B muestra más detalles de una realización del acoplamiento entre los rodillos 74 y el motor/ generador 88. Cada uno de los rodillos de accionamiento 74 se proporciona con un engranaje helicoidal 100 que acopla un engranaje helicoidal en el eje del motor/generador 86. El motor/generador puede accionar los rodillos o los rodillos pueden accionar el generador de motor, lo que provocará que se produzca el avance y puede generar potencia.

25 La figura 5 muestra otra realización en la que los rodillos 74 se forman a partir de bolas 94 que se desplazan en receptáculos para bolas 96. Las bolas 94 ocupan el lugar de las plataformas giratorias 82 previamente descritas con respecto a la figura 3, pero permiten de forma similar que el cabezal de sonda 82 se mueva en cualquier dirección a lo largo de la superficie interior del conducto 70.

30 La figura 6 muestra otra realización alternativa a la mostrada en la figura 5, en la que los rodillos 74 en cada conjunto de rodillos en cualquiera de los lados de la bobina por corrientes de Foucault 76 están separados de forma equivalente circunferencialmente, estando un conjunto de bobinas desviado circunferencialmente del otro conjunto de bobinas.

35 La sonda mejorada como se acaba de describir aumentará la vida del cabezal de sonda 72 y reducirá la fricción a medida que la sonda se extiende a lo largo de la superficie interior del conducto 70 para ayudar a acelerar el proceso de inspección. En una realización, los rodillos se dirigen en un ángulo perpendicular al eje del tubo de entre medio grado y tres grados y, preferentemente, en un ángulo de un grado para permitir a la sonda atravesar helicoidalmente la superficie interior del tubo sometido a inspección. En otra realización, los rodillos se proporcionan con un dispositivo para medir la velocidad y/o posición de la sonda 68, como se muestra el carácter de referencia 98 en la figura 4. Por ejemplo, el dispositivo 98 puede ser un tacómetro y/o un codificador.

40

REIVINDICACIONES

1. Una sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) para la inspección no destructiva del interior de un objeto tubular, que comprende:
- 5 un alojamiento (72),
una bobina por corrientes de Foucault (76) soportada por el alojamiento,
y un dispositivo de centrado con un conjunto de medios de centrado soportados por el alojamiento (72), estando dichos medios de centrado dispuestos uno hacia adelante y otro hacia atrás de la bobina por corrientes de Foucault (76),
- 10 **caracterizada por** un eje flexible, dispuesto para empujar dicha sonda de inspección a través del objeto tubular, y **caracterizada además porque** dichos medios de centrado comprenden dos conjuntos de rodillos (74) soportados por el alojamiento (72), estando un conjunto de rodillos dispuesto hacia adelante y otro de los rodillos dispuesto hacia atrás de la bobina por corrientes de Foucault (76), estando los rodillos (74) diseñados para rodar en una dirección de la dimensión axial de la sonda (68) o para rodar en una dirección en una diagonal a la dimensión axial, y los rodillos (74) o al menos un conjunto de rodillos está separado circunferencialmente alrededor del alojamiento (72).
- 15
2. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 1 en la que los rodillos (74) están diseñados para rodar en al menos dos direcciones ortogonales.
- 20
3. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 1 en la que el conjunto de rodillos (74) comprende dos o tres rodillos (74).
4. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en la que al menos algunos de los rodillos (74) están inclinados (80) radialmente hacia fuera y son, al menos, parcialmente retráctiles dentro del alojamiento (72).
- 25
5. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en la que al menos algunos de los rodillos (74) tienen un eje de rotación cuya orientación puede alterarse para cambiar la dirección de desplazamiento del rodillo (74).
- 30
6. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 5 en la que la sonda (68) presenta una dimensión axial que coincide con una dimensión axial del objeto tubular y, al menos, algunos de los rodillos (74) están establecidos en un ángulo que orienta el rodillo (74) para que se desplace en una trayectoria helicoidal.
- 35
7. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 6 en la que el ángulo se aparta de 1 a 3 grados de la dimensión axial.
8. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en la que la disposición de los rodillos (74) incluye un dispositivo (98) para medir la velocidad y/o la posición de la sonda (68) y/o incluye un freno (92) para controlar la velocidad de movimiento de la sonda (68).
- 40
9. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 8 en la que el freno (92) incluye un generador eléctrico (88) accionado por el rodillo (74) que incluye una carga variable unida al generador (88) para aumentar o disminuir el avance en los rodillos, o un conjunto de generador de motor que puede accionar y frenar los rodillos.
- 45
10. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 9 en la que el generador o generador de motor (88) tiene un eje (86) que está conectado a, al menos, un rodillo (74) en la disposición de los rodillos (74) a través de un conjunto de engranaje helicoidal (100).
- 50
11. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de la reivindicación 10 en la que el conjunto de engranaje helicoidal (100) comprende un engranaje helicoidal en el rodillo (74) que se acopla a un engranaje helicoidal en el eje del generador (86).
- 55
12. La sonda de inspección por corrientes de Foucault (68) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 en la que la disposición de los rodillos (74) comprende rodillos (74) en el primer lado de la bobina por corrientes de Foucault (76) desviada circunferencialmente de los rodillos (74) en el segundo lado de la bobina por corrientes de Foucault (76).

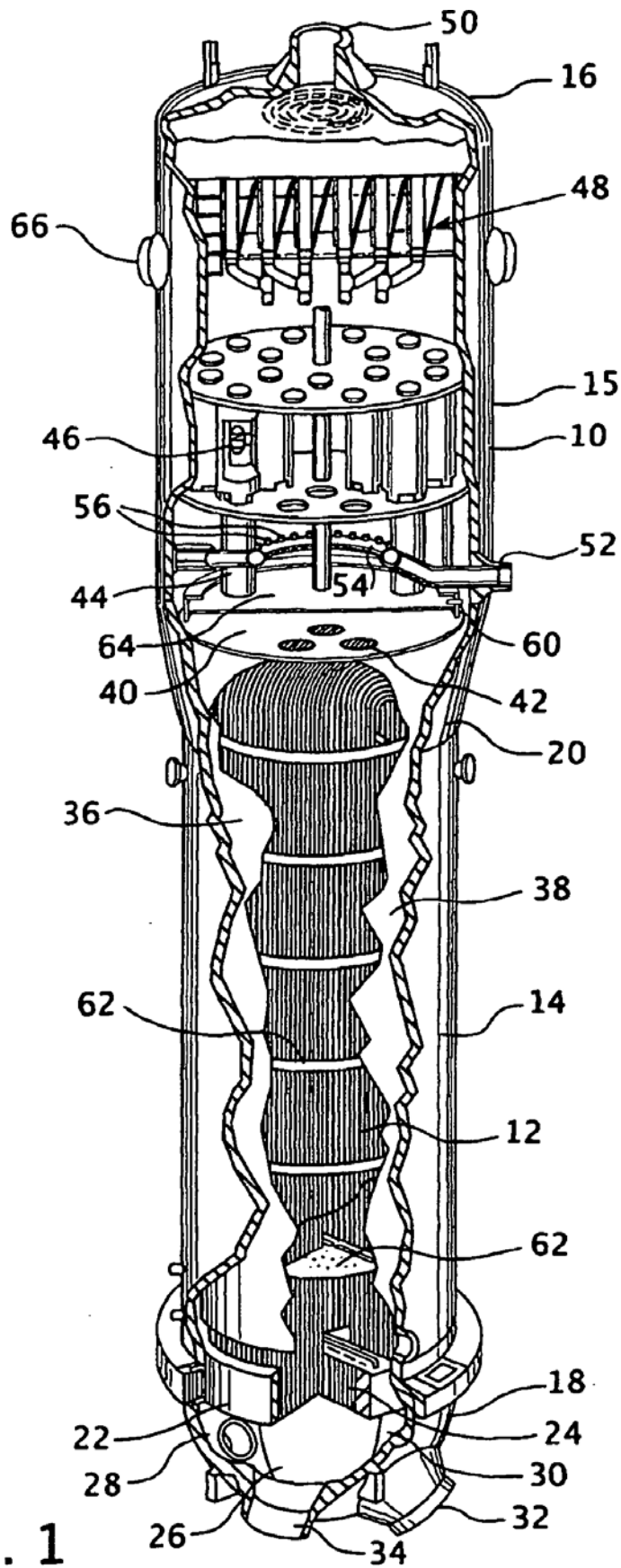


FIG. 1

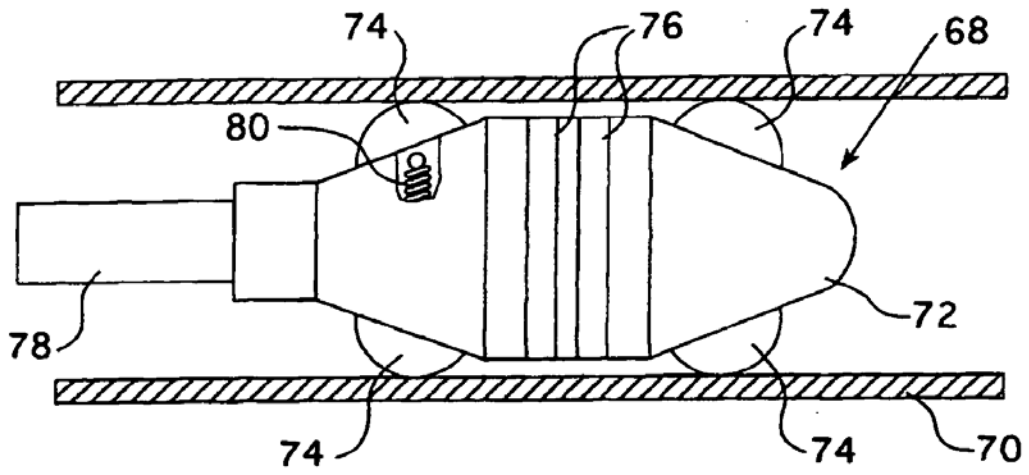


FIG. 2

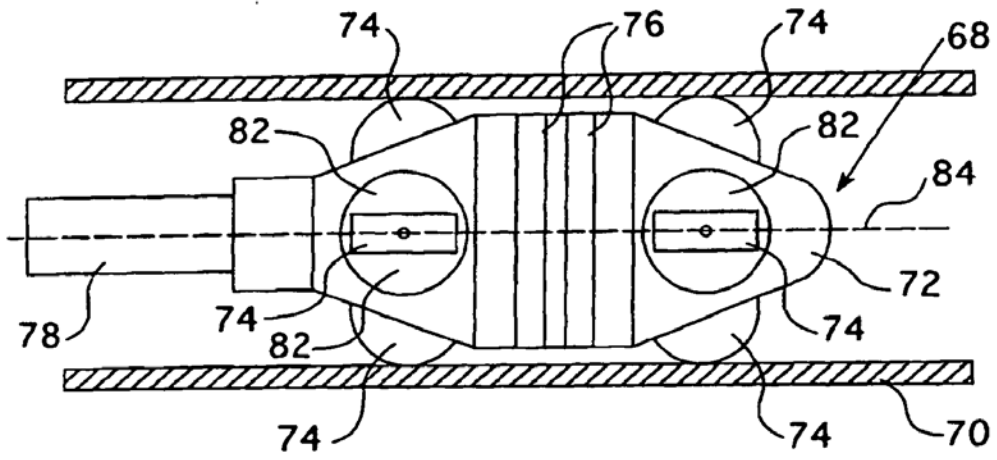


FIG. 3

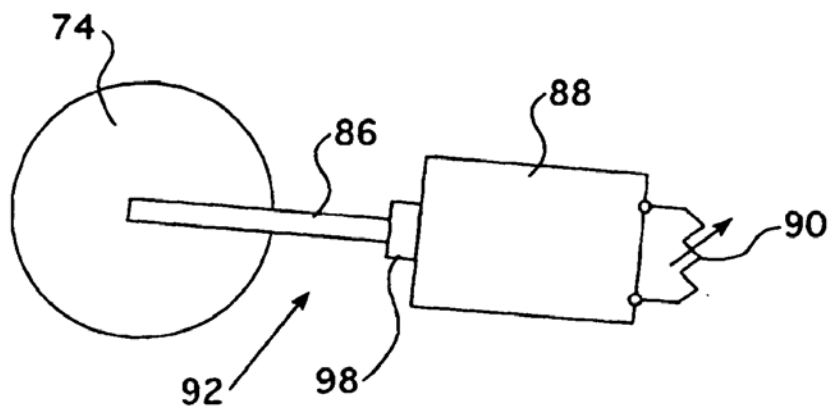
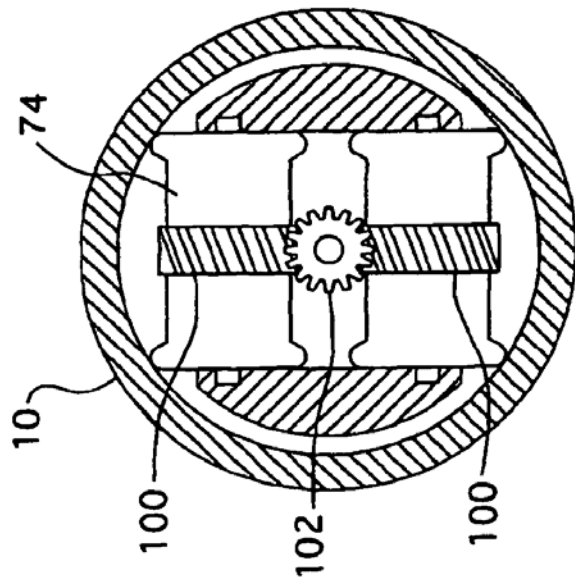
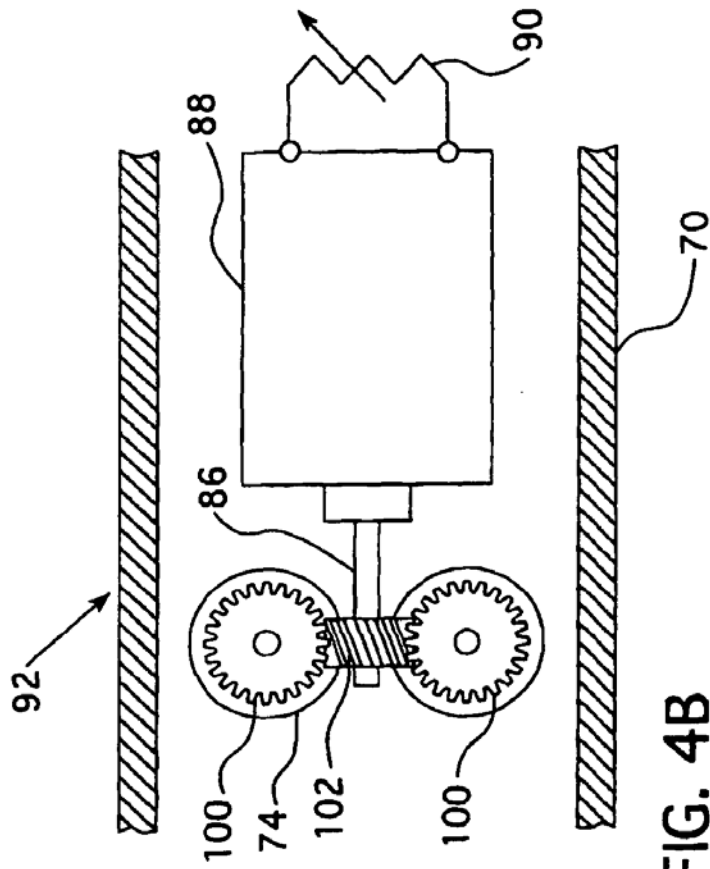


FIG. 4A



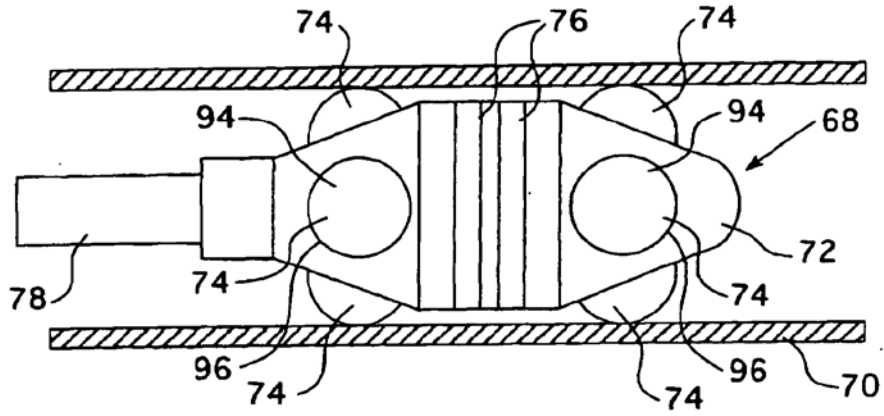


FIG. 5

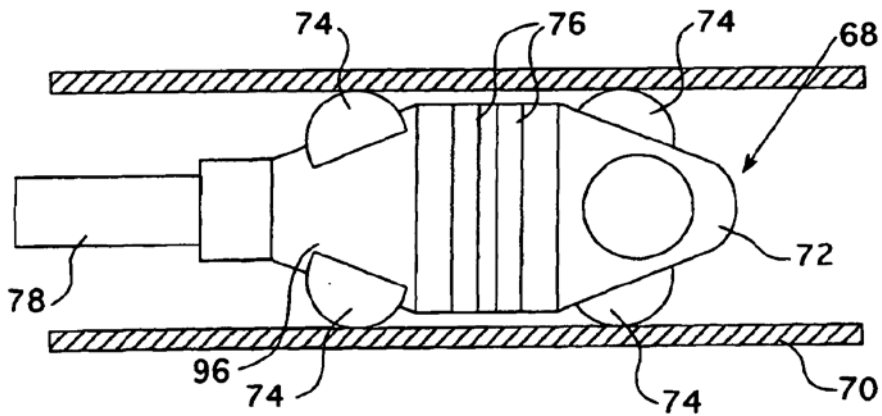


FIG. 6