

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 834**

51 Int. Cl.:
G01N 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04029164 .3**
96 Fecha de presentación: **09.12.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1541989**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2005**

54 Título: **DISPOSITIVO DE MONITORIZACIÓN DE PÉRDIDA DE MATERIAL PARA ENTORNOS CORROSIVOS.**

30 Prioridad:
11.12.2003 US 528875 P
01.10.2004 US 956428

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.11.2011

73 Titular/es:
Siemens Energy, Inc.
4400 Alafaya Trail
Orlando, FL 32826-2399 , US

72 Inventor/es:
Souers, Philip Forrest

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 368 834 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

Dispositivo de monitorización de pérdida de material para entornos corrosivos

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta invención reivindica la prioridad de la solicitud estadounidense provisional 60/528.875, presentada el 11 de diciembre de 2003, titulada "Dispositivo de monitorización de pérdida de material".

10 Campo de la invención

El campo de la invención se refiere a monitorizar el daño producido a artículos en un entorno corrosivo. Más particularmente, la presente invención estima el daño a piezas en un entorno corrosivo y ayuda a determinar las condiciones de entorno óptimas.

15

Antecedentes

Muchas industrias tienen maquinaria y piezas que se exponen de manera intermitente o continua a entornos corrosivos. Debido a la naturaleza de estos entornos, habitualmente es imposible la observación directa de las piezas con corrosión puesto que tienden a estar en áreas inaccesibles. En la mayoría de los casos, la medición real de los niveles de corrosión requiere todo el sistema se lleve fuera de línea y se abra.

20

Sin embargo, llevar sistemas fuera de línea puede ser muy caro y llevar mucho tiempo, por lo que se tiende a estimar las tasas de corrosión. Puesto que el fallo de algunas piezas puede ser catastrófico, los niveles de corrosión de las piezas se sobrestiman, lo que da como resultado que la operación de los procedimientos en los que se utilizan sea conservadora. Esto reduce el riesgo de fallo debido a corrosión excesiva, sin embargo, al sobrestimar los niveles de corrosión, normalmente se pierde la eficacia del procedimiento. Por tanto, sin una estimación más precisa de los niveles de corrosión, es necesario sacrificar la eficacia para evitar el fallo de una pieza.

25

En la figura 1 se muestra un ejemplo de un sistema de este tipo que tiene un entorno corrosivo. Esta figura ilustra un generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) que se usa para transformar gases calientes de otro modo desperdiciados en vapor útil. Los gases calientes entran 2 en el HRSG a partir de fuentes tales como una turbina de gas (no mostrada). Dependiendo de la naturaleza del combustible usado en la turbina de gas, los gases calientes contendrán niveles variables de sustancias corrosivas. En un HRSG, los gases calientes pasan por superficies de transferencia de calor constituidas de tubos en los que el agua a presión se convierte en vapor. El vapor sube por los tubos y se recoge en una serie de tres tambores, un tambor 6 de presión alta (HP), un tambor 8 de presión intermedia (IP) y un tambor 10 de presión baja (LP). Finalmente, los gases calientes se descargan 4 tras reducirse la mayor parte de su calor útil.

30

35

En el tipo de HRSG representado en la figura 1, el calor procedente de los gases calientes se transfiere o bien a agua, a vapor o bien a una combinación de agua y vapor a través del uso de un tubo de caldera, que es un tipo de intercambiador de calor. Un ejemplo de un tubo 20 de caldera típico en la parte trasera del HRSG se muestra en la figura 2. En esta figura, los gases 24 calientes pasan en primer lugar por tubos 12 de evaporación que calientan el agua contenida en los tubos hasta el punto en que el agua se convierte parcialmente en vapor. Esta mezcla entre agua-vapor entra en el tambor 10 LP, en el que se separa el vapor 11. En este proceso, el tambor LP requiere agua 22 de reposición para sustituir el volumen perdido por la conversión en vapor 11 y por otras causas. Con el fin de capturar la mayor cantidad de calor del gas de escape ahora enfriado, el agua más fría que entra en el sistema se calienta en primer lugar haciéndola pasar a través de un tubo de caldera. El tubo 20 de caldera lleva agua 22 a través de paso central, mientras que los gases 24 calientes pasan por las superficies exteriores, compuestas habitualmente por aletas 26, para transferir el calor desde el gas hasta el agua. Los gases 24 calientes, sin embargo, contienen elementos corrosivos, tales como azufre, que erosionarán el tubo 20 de caldera. Si el tubo de caldera se corroe hasta el punto de que se forme una brecha, todo el sistema de HRSG se vuelve objeto de daño y será necesario llevarlo fuera de línea.

40

45

50

Los tubos de caldera que llevan agua al tambor 10 LP del HRSG son particularmente sensibles a la corrosión, puesto que a temperaturas inferiores, generalmente entre 110-250°F (43-121°C), los elementos corrosivos se condensan recibe el agua 28 de reposición es lo más sensible a la corrosión porque es la pieza más fría de la caldera expuesta a los gases 24 calientes. El sistema de HRSG tiene una esperanza de vida de aproximadamente 25 años, y si un tubo de caldera falla antes de este tiempo, la sustitución cuesta una enorme cantidad de tiempo y de dinero. Para evitar el fallo del tubo 20 de caldera, las temperaturas de los tubos que llevan agua al tambor 10 LP se mantienen más altas que las que pueden ser de otro modo, de modo que se condensan menos elementos corrosivos del gas caliente, haciendo que se descargue un gas a temperatura superior al entorno, lo que es un desperdicio de energía térmica así como una fuente de contaminación térmica. A lo largo del transcurso de 25 años, esto representa una pérdida sustancial de ingresos para el usuario, y el desperdicio de energía y el exceso de contaminación térmica pueden tener un gran efecto negativo sobre el entorno.

60

65

Lo que se necesita es un método y un aparato que puedan monitorizar los niveles de corrosión de piezas componentes en entornos corrosivos.

Sumario de la invención

5 Teniendo en cuenta lo anterior, la presente invención consiste en métodos y aparatos, que entre otras cosas facilitan la monitorización del nivel de corrosión de una pieza en un entorno corrosivo. Se sabe que es muy difícil observar las piezas de maquinaria en un entorno corrosivo, puesto que la creación del entorno corrosivo generalmente requiere la separación del entorno convencional. La dificultad en observar la corrosión puede conducir a que todos los sistemas fallen debido a la corrosión de una pieza esencial. Para superar esto, en la técnica anterior se ha monitorizado el nivel de corrosión. Se conocen dispositivos para monitorizar los niveles de corrosión por ejemplo de los documentos WO-A-2004 003 255, US-A-3.846.795, US-A- 4.628.252, US-A-5.297.940 y US-A-5.728.943. Las estimaciones de la técnica anterior, sin embargo, tienden a ser conservadoras y dan como resultado ineficacias o bien haciendo funcionar los sistemas a niveles inferiores a los óptimos, haciendo que las piezas sean más caras o bien sustituyendo las piezas con corrosión demasiado pronto.

Estos y otros objetos, características y ventajas según la presente invención se proporcionan mediante una pluralidad de probetas de grosor variable que se exponen al mismo entorno, manteniéndose la probeta a la misma temperatura de la pieza mediante el contacto íntimo de la probeta con la pieza de modo que sus tasas de corrosión sean las mismas. Puesto que las probetas se corroen a su través, activan un dispositivo de monitorización, que notificará a un usuario el fallo de la probeta. Puesto que las probetas son de grosor variable, el usuario puede registrar gráficamente la tasa de corrosión y estimar cuando se producirá el fallo debido a corrosión. En sistemas tales como un HRSG en los que las condiciones de corrosión se correlacionan directamente con la eficacia del sistema, puede mantenerse un entorno corrosivo máximo sin el fallo prematuro de la pieza monitorizada.

25 La presente invención se define en las reivindicaciones 1 y 13.

En una realización particular, la presente invención proporciona un método y un aparato de monitorización de la corrosión de un tubo de caldera en un generador de vapor de recuperación de calor. El método comprende instalar en el tubo de caldera múltiples probetas de grosor variable, en el que las probetas están enrolladas al menos en parte alrededor de una superficie del tubo de caldera que se expone al entorno corrosivo. Las probetas mantienen el contacto térmico sustancial con el tubo de caldera y están unidas a un dispositivo de monitorización. El dispositivo de monitorización registrará un fallo en al menos una de las probetas, en el que el fallo en al menos una de las probetas es una ruptura de al menos una de las probetas. El registro del fallo de al menos una probeta comprende colocar una probeta en tensión que mantiene un resorte en tensión en un extremo terminal de la probeta, en el que la ruptura de la probeta libera el resorte, y la liberación del resorte cierra un circuito particular, y en el que el cierre del circuito particular indica un fallo específico de una probeta de grosor específico. El fallo específico en la probeta de grosor específico se interpreta entonces como un nivel de corrosión aproximado en el tubo de caldera. En una realización más particular se realizan múltiples interpretaciones sobre múltiples fallos de probetas de grosor específico para determinar una tasa de corrosión aproximada en el tubo de caldera.

Breve descripción de las figuras

45 La invención se explica en más detalle a modo de ejemplo con referencia a los siguientes dibujos:

La figura 1 ilustra un generador de vapor de recuperación de calor según la técnica anterior.

50 La figura 2 ilustra un tubo de caldera típico usado en un generador de vapor de recuperación de calor según la técnica anterior.

La figura 3 ilustra un dispositivo de monitorización de pérdida de material según una realización de la presente invención.

55 La figura 4 ilustra una realización de un dispositivo de monitorización de pérdida de material montado en un tubo de caldera.

La figura 5 ilustra una realización de un dispositivo para determinar el fallo de una probeta.

60 La figura 6 ilustra una realización de un dispositivo de monitorización de pérdida de material en la que el dispositivo para determinar el fallo de una probeta está alejado del entorno corrosivo.

Descripción detallada de la invención

65 La presente invención proporciona un método y un aparato de monitorización de la tasa de corrosión. En una realización, la invención proporciona múltiples probetas de grosor variable que se exponen al mismo entorno corrosivo que una pieza que se desea monitorizar. Cuando las probetas se corroen a su través, activan un

dispositivo de monitorización, que notificará a un usuario el fallo de la probeta. Puesto que las probetas son de grosor variable, el usuario puede registrar gráficamente la tasa de corrosión y estimar cuándo se producirá un fallo debido a corrosión. En sistemas tales como un HRSG en el que las condiciones de corrosión se correlacionan directamente con la eficacia del sistema, puede mantenerse un entorno corrosivo máximo sin un fallo prematuro de la pieza monitorizada.

En referencia a la figura 3, se muestra una realización de la presente invención en la que el dispositivo de monitorización de pérdida de material comprende múltiples probetas 30 que forman una trayectoria elíptica y se conectan a un dispositivo 40 de monitorización. En esta realización, todo el dispositivo de monitorización de pérdida de material puede colocarse en el entorno corrosivo. Un segundo dispositivo de monitorización (no mostrado) fuera del entorno y conectado al primer dispositivo 40 de monitorización permite que un usuario compruebe el estado de las probetas 30.

En la figura 3, las probetas 30 se disponen para enrollarse alrededor de una pieza cilíndrica tal como una tubería o tubo de caldera. En esta realización, un extremo de la probeta 30 se une al dispositivo 40 de monitorización mediante un perno de anilla, mientras que el otro extremo se une de nuevo a un punto fijo en el dispositivo 40 de monitorización usando una clavija 32 que proporciona tensión a la probeta 30. En esta realización, el perno de anilla puede formar parte del dispositivo 40 de monitorización y en una realización particular es necesario para determinar el fallo de la probeta (comentado más adelante). De esta forma, una pluralidad de probetas 30 se unen a un perno de anilla, se enrollan parcialmente alrededor de una pieza que va a monitorizarse, y luego se tira para tensarlas usando la clavija 32 y se unen de nuevo al dispositivo 40 de monitorización. El extremo libre de la probeta también podría unirse a otro punto de anclaje, sin embargo puede que no se disponga fácilmente de otros puntos de anclaje cuando se está instalando el dispositivo de monitorización de pérdida de material.

En la figura 3 también se muestra un dispositivo 36 de montaje. En esta realización, el dispositivo de montaje se instala en la pieza que va a monitorizarse. Esta realización del dispositivo que se está montando también se ilustra en la figura 4, en la que el dispositivo 36 de montaje se une mediante un tornillo de banco a un tubo 20 de caldera. En otras realizaciones, el dispositivo de montaje puede ser una variedad de objetos y diseños, tales como una abrazadera, tornillo de banco, cadena, soporte o puede ser solidario con la unidad que va a monitorizarse tal como una lengüeta. En realizaciones particulares, el dispositivo de montaje ayuda a mantener las probetas 34 tensadas así como a estabilizar el dispositivo 40 de monitorización.

Las probetas serán de grosores variables y de una variedad de formas. La presente invención puede usarse para monitorizar fases sucesivas de corrosión y se usan múltiples probetas de grosor variable. El grosor de probeta inicial es una medición conocida y se asocia a un punto particular en el dispositivo de monitorización. En una realización particular, las probetas son más gruesas en lugares a lo largo de su longitud en los que no se desea el fallo. Por ejemplo, en la figura 4, es deseable medir la corrosión donde la probeta 34 toca el tubo 20 de caldera donde la tasa de corrosión es la mayor. Sin embargo, en ciertos entornos en que las partes de las probetas se exponen completamente al entorno corrosivo abierto, pueden fallar más rápido que la pieza de la probeta que está en contacto íntimo con la pieza monitorizada. Por tanto, en esta realización, se aumenta el grosor de las probetas que no está en contacto con la pieza monitorizada para evitar el fallo prematuro en ese punto. Alternativamente, las probetas pueden aislarse a lo largo de la longitud cuando no se desea el fallo prematuro.

La forma de la probeta también puede variarse dependiendo de la realización. En muchas realizaciones una probeta de hilo metálico puede ser demasiado fina y fallar mecánicamente a partir de la vibración u otras fuerzas mecánicas y también puede corroerse demasiado rápido debido a la gran área superficial por volumen. Por tanto, se prefieren las probetas con forma de cinta en algunas realizaciones ya que aumentan el área de sección transversal sin añadir grosor a la probeta. Además, la probeta con forma de cinta proporciona una medición de corrosión más precisa en relación con el grosor, puesto que la corrosión en los lados de la probeta con forma de cinta tiene poco efecto sobre el fallo de la probeta. Otras formas de probetas incluyen, pero no se limitan a, espirales, cuadradas, de eslabones de cadena o hebras trenzadas.

Para aumentar adicionalmente la precisión de la medición de la corrosión en relación con el grosor de la probeta, puede tirarse de las probetas para tensarlas a través de las piezas monitorizadas. Esto limita la exposición de un lado de la probeta al entorno corrosivo. Además, esto permite la conductividad térmica entre la probeta y el dispositivo monitorizado. Tal como se comentó en la figura 2, un tubo 20 de caldera conduce agua 22 fría a través de su centro, y se expone a gases 24 calientes en su exterior. La naturaleza fría del tubo de caldera es la que permite que los elementos corrosivos se condensan sobre su superficie. En tales circunstancias, es necesario que las probetas estén tirantes contra el tubo de caldera de modo que permanezcan esencialmente a la misma temperatura. Sin embargo, es importante no tensar en exceso las probetas, puesto que muchos materiales se corromen más rápido cuando se tensan. El dispositivo de monitorización de pérdida de material puede quedar instalado en su sitio durante años o décadas, por lo que incluso un pequeño aumento de corrosión puede tener un efecto a largo plazo.

Probetas pueden estar en contacto con piezas monitorizadas en una variedad de formas diferentes. Pueden enrollarse varias veces alrededor de una pieza que va a monitorizarse, o pueden tocarla formando un arco. En la

figura 4, las probetas 34 se unen alrededor de la circunferencia del tubo 20 de caldera, aunque en otras realizaciones pueden colocarse parcialmente hacia abajo por la longitud del tubo. A menudo las piezas tienen áreas superficiales contorneadas tales como aletas. Las probetas de la presente invención pueden colocarse entre los contornos y entrar en contacto con el tubo donde la corrosión es mayor.

El material del que están compuestas las probetas puede variarse dependiendo de la naturaleza del entorno corrosivo y de la composición de la pieza que va a monitorizarse. Algunos ejemplos incluyen, pero no se limitan a, acero al carbono, metales y aleaciones, fibras sintéticas y plásticos. En realizaciones particulares, las probetas están compuestas por el mismo material que las piezas a la que están monitorizando.

Tal como se comentó anteriormente, algunas piezas en entornos corrosivos tienen esperanzas de vida de años o décadas. Si las piezas fallan pronto entonces todo el sistema puede resultar afectado. Sin embargo, si los niveles de corrosión se estiman con demasiada precaución, entonces se pierde eficacia. Mediante el uso de probetas de grosor variable, la presente invención puede usarse para optimizar el funcionamiento de sistemas en entornos corrosivos. Por ejemplo, en un HRSG, las probetas presentarse de manera que se estime que se rompan cada seis meses o cada año. Si las probetas se rompen antes de lo esperado, entonces puede aumentar la temperatura de los gases que rodean el tubo de caldera o la temperatura del fluido dentro del tubo. Si las probetas están durando más tiempo de lo esperado, entonces puede reciclarse más calor procedente de los gases calientes.

En referencia a la figura 5, se muestra una realización del dispositivo de monitorización que detecta un fallo de probeta. Un perno de anilla ancla un extremo de una probeta (no mostrado). La tensión de la probeta comprime un resorte 44 de tensión. Mientras que la probeta permanece intacta, el resorte 44 de tensión permanece comprimido. Sin embargo cuando la probeta falla, el resorte 44 de tensión se libera y cierra un circuito (no mostrado). El resorte de tensión está protegido del entorno corrosivo por una membrana 42 que evita que los elementos corrosivos entren en el dispositivo de monitorización. La expresión resorte tensado tal como se usa en el presente documento se refiere a resortes comprimidos.

El dispositivo de monitorización detecta un fallo de probeta cuando un circuito se conmuta desde un estado desactivado ("off") hasta un estado activado ("on"). En otras realizaciones, el fallo de una probeta conmutará un circuito desde un estado activado hasta un estado desactivado. En realizaciones particulares, la propia probeta comprende parte del circuito, por lo que cuando la probeta se rompe, el circuito se abre. Sin embargo, es necesario tomar precauciones extras para esta realización, puesto que hacer circular una corriente eléctrica a través de una probeta puede aumentar por sí misma la corrosión, y la corriente eléctrica puede fallar antes de que la probeta se haya roto realmente.

El propio dispositivo de monitorización puede tener sus propios sistemas de auto-monitorización. Por ejemplo, un circuito activo dentro del dispositivo de monitorización que es propenso a corrosión fallará si entran elementos corrosivos en el dispositivo de monitorización. Este tipo de circuito de auto-monitorización puede colocarse en la proximidad de zonas vulnerables, tales como la membrana 42 que protege al resorte 44 de tensión del entorno corrosivo. Esto puede ser particularmente útil en realizaciones en las que es necesario activar un circuito de monitorización, en lugar de desactivarlo tal como se describió anteriormente.

La expresión fallo de probeta tal como se usa en los ejemplos anteriores se refiere generalmente a la ruptura de una probeta por corrosión. Sin embargo, tipos adicionales de fallo también pueden indicar corrosión dependiendo de la realización, tal como que la probeta se afloje o que no transporte suficiente corriente.

En referencia a la figura 6, se ilustra una realización de un dispositivo 46 de monitorización que se coloca a distancia del entorno corrosivo. Múltiples probetas 30 se enrollan parcialmente en la circunferencia de un tubo 20 de caldera que se expone a un entorno corrosivo. Las probetas salen entonces del entorno corrosivo a través de una pared 50 y se unen a un dispositivo 46 de monitorización alejado. El dispositivo 46 de monitorización puede mostrar el estado de las probetas 48 en su parte frontal, o puede transmitir el estado a una ubicación más alejada (no mostrada). En esta realización, los extremos de las probetas pueden comprobarse físicamente y estirarse cuando sea necesario.

En una realización, la presente invención proporciona un método de monitorización de la corrosión de una pieza en un entorno corrosivo. El método comprende instalar en la pieza múltiples probetas de grosor variable, en el que las probetas se exponen al menos en parte al entorno corrosivo. Las probetas se unen a un dispositivo de monitorización, que puede estar alejado del entorno corrosivo, en el que el dispositivo de monitorización registrará un fallo en al menos una de las múltiples probetas. El fallo se interpreta entonces como un nivel de corrosión aproximado en la pieza.

En una realización, las probetas tienen forma de cinta. En una realización relacionada, el grosor variable de las probetas es de desde 0,1" (0,25 cm) hasta el grosor del fallo de la pieza. Las probetas se enrollan al menos parcialmente alrededor de la pieza.

En otra realización, el dispositivo de monitorización registra el fallo por la ruptura de al menos una de las probetas. La ruptura de al menos una de las probetas libera un resorte tensado, y la liberación del resorte tensado cierra un

circuito. El cierre del circuito es entonces el registro del fallo. En una realización particular, cada una de las múltiples probetas tiene un circuito específico que registra una ruptura de probeta específica. Todavía en otra realización relacionada se hace pasar una corriente eléctrica a través de las probetas, y el dispositivo de monitorización registra el fallo por la ruptura de las probetas, en la que la ruptura de al menos una de las probetas interrumpe la corriente eléctrica. En algunos casos, las probetas con corrosión pueden no transportar la corriente eléctrica antes de la ruptura, lo que también se registrará como un fallo.

En una realización particular, la presente invención proporciona un método y un aparato de monitorización de la corrosión de un tubo de caldera en un generador de vapor de recuperación de calor. El método comprende instalar en el tubo de caldera múltiples probetas de grosor variable, en el que las probetas están enrolladas al menos en parte alrededor de una superficie del tubo de caldera que se expone al entorno corrosivo. Las probetas mantienen el contacto térmico sustancial con el tubo de caldera y se unen a un dispositivo de monitorización. El dispositivo de monitorización registrará un fallo en al menos una de las probetas, en el que el fallo en al menos una de las probetas es una ruptura de al menos una de las probetas. El registro del fallo de al menos una probeta comprende colocar una probeta en tensión que mantiene un resorte en tensión en un extremo terminal de la probeta, en el que la ruptura de la probeta libera el resorte, y la liberación del resorte cierra un circuito particular, y en el que el cierre del circuito particular indica un fallo específico de una probeta de grosor específico. El fallo específico en la probeta de grosor específico se interpreta entonces como un nivel de corrosión aproximado en el tubo de caldera. En una realización más particular se realizan múltiples interpretaciones sobre múltiples fallos de las probetas de grosor específico para determinar un nivel de corrosión aproximado en el tubo de caldera.

En otra realización relacionada, las probetas son de una pluralidad de materiales. En realizaciones particulares, las probetas son del mismo material o similar al de la pieza que se está monitorizando. Las probetas pueden unirse al mismo dispositivo de monitorización, o pueden usarse múltiples dispositivos de monitorización. En alguna realización, la misma probeta se une a más de un dispositivo de monitorización.

El término corrosivo, tal como se usa en el presente documento, incluye entornos erosivos, cáusticos, de desgaste y similares.

Aunque se han descrito realizaciones específicas de la invención en detalle, los expertos en la técnica apreciarán que podrían desarrollarse diversas modificaciones y alternativas a esos detalles a la luz de las enseñanzas globales en la descripción. En consecuencia, se pretende que las disposiciones particulares dadas a conocer sean únicamente ilustrativas y no limitativas del alcance de la invención que viene dado por toda la amplitud de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para monitorizar la corrosión de un tubo (20) de caldera en un entorno corrosivo que comprende:
- 5 instalar en el mismo entorno que dicho tubo (20) de caldera una pluralidad de probetas (30);
- unir dichas probetas (30) a un dispositivo (40) de monitorización, en el que dicho dispositivo (40) de monitorización registrará un fallo en al menos una de dicha pluralidad de probetas (30); e
- 10 interpretar dicho fallo en al menos una de dicha pluralidad de probetas (30) como un nivel de corrosión aproximado en dicho tubo de caldera,
- caracterizado porque dichas probetas (30) tienen diversos grosores, y porque están enrolladas al menos en parte alrededor de una superficie de dicho tubo (20) de caldera que se expone a dicho entorno corrosivo.
- 15
2. Método según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de probetas (30) tienen forma de cinta.
3. Método según la reivindicación 1, en el que dicho fallo de al menos una de dicha pluralidad de probetas (30) consiste en una ruptura de al menos una de dicha pluralidad de probetas (30).
- 20
4. Método según la reivindicación 1, en el que dichas probetas (30) están al menos parcialmente en contacto térmico con dicho tubo (20) de caldera.
5. Método según la reivindicación 1, en el que el grosor variable de dichas probetas (30) es de desde 0,1" (0,25 cm) hasta el grosor del fallo de dicho tubo (20) de caldera.
- 25
6. Método según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo (40) de monitorización registra dicho fallo por la ruptura de al menos una de dichas probetas (30), en el que la ruptura de al menos una de dichas probetas (30) libera un resorte (44) tensado, y en el que la liberación de dicho resorte (44) tensado cierra un circuito, en el que el cierre de dicho circuito es el registro de dicho fallo.
- 30
7. Método según la reivindicación 5, en el que cada una de dicha pluralidad de probetas (30) tiene un circuito específico que registra una ruptura de probeta específica.
- 35
8. Método según la reivindicación 7, en el que se hace pasar una corriente eléctrica a través de dicha pluralidad de probetas (30), y en el que dicho dispositivo (40) de monitorización registra dicho fallo por la ruptura de al menos una de dichas probetas (30), en el que la ruptura de al menos una de dichas probetas (30) interrumpe dicha corriente eléctrica.
- 40
9. Método según la reivindicación 1, en el que dichas probetas (30) están compuestas por un material similar al de dicho tubo (20) de caldera.
10. Método según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo (40) de monitorización está alejado de dicho entorno corrosivo.
- 45
11. Método según la reivindicación 1 para monitorizar la corrosión de un tubo (20) de caldera en un generador de vapor de recuperación de calor que comprende:
- 50 instalar en dicha caldera dichas probetas (30) de manera que mantengan un contacto térmico sustancial con dicho tubo (20) de caldera;
- en el que dicho fallo en al menos una de dicha pluralidad de probetas (30) es una ruptura de al menos una de dicha pluralidad de probetas (30);
- 55 en el que el registro de dicho fallo de al menos una probeta (30) comprende colocar una probeta (30) en tensión que mantiene un resorte (44) en tensión en un extremo terminal de dicha probeta (30), en el que dicha ruptura de dicha probeta (30) libera dicho resorte (44), y la liberación dicho resorte (44) cierra un circuito particular, en el que el cierre de dicho circuito particular indica un fallo específico de una probeta (30) de grosor específico; e
- 60 interpretar dicho fallo específico en dicha probeta (30) de grosor específico como un nivel de corrosión aproximado en dicho tubo (20) de caldera.
12. Método según la reivindicación 11, en el que se realiza una pluralidad de interpretaciones sobre una pluralidad de fallos de probetas (30) de grosor específico para determinar un nivel de corrosión aproximado en dicho tubo (20) de caldera.
- 65

13. Tubo (20) de caldera dotado de un aparato para monitorizar la corrosión de dicho tubo (20) de caldera en un entorno corrosivo comprendiendo dicho aparato:
- 5 una pluralidad de probetas (30);
un soporte para dichas probetas (30); y
- 10 un dispositivo (40) de monitorización acoplado operativamente a dichas probetas (30) de manera que puede registrar un fallo en cada una de dichas probetas (30);
en el que dichas probetas (30) se exponen a dicho entorno corrosivo de una manera similar a dicho tubo (20) de caldera, y
- 15 en el que dicho dispositivo (40) de monitorización puede registrar un fallo separado en cada una de dicha pluralidad de probetas (30) y en el que dicho fallo separado de dicha pluralidad de probetas (30) se correlaciona con un nivel de corrosión aproximado en dicha pieza,
caracterizado porque dichas probetas (30) tienen diversos grosores, y porque están enrolladas al menos en parte alrededor de una superficie de dicho tubo (20) de caldera que se expone a dicho entorno corrosivo.
- 20
14. Tubo de caldera según la reivindicación 13, en el que dicha pluralidad de probetas (30) son de una pluralidad de materiales.
- 25
15. Tubo de caldera según la reivindicación 13, en el que dicho aparato comprende además una pluralidad de dispositivo (40) de monitorización.
16. Tubo de caldera según la reivindicación 13, en el que dichas probetas (30) están compuestas por un material similar al de dicho tubo (20) de caldera.
- 30
17. Tubo de caldera según la reivindicación 13, en el que dichas probetas (30) están en contacto íntimo con dicho tubo (20) de caldera.

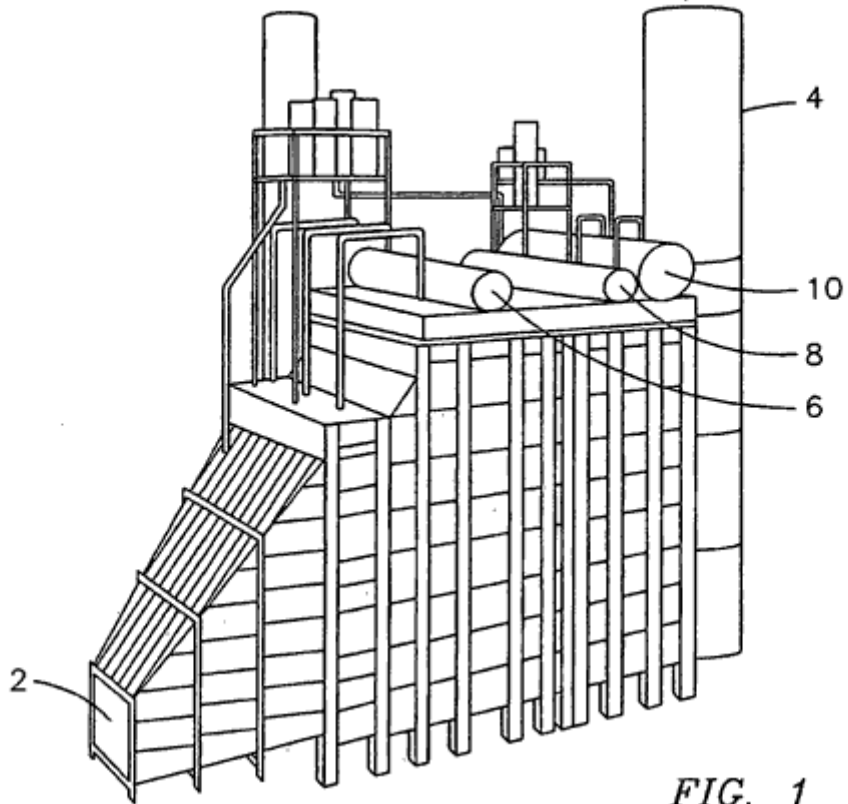


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

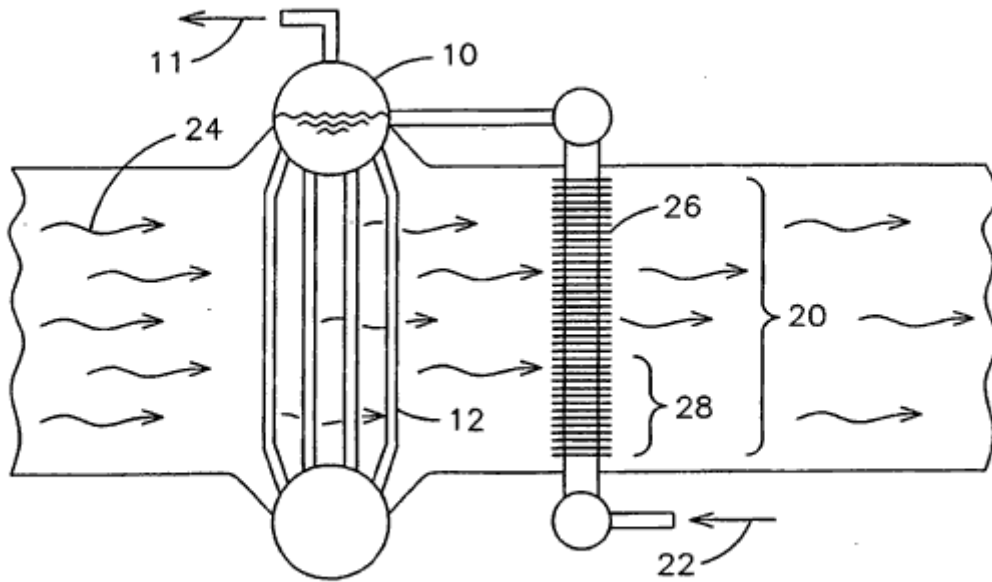


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

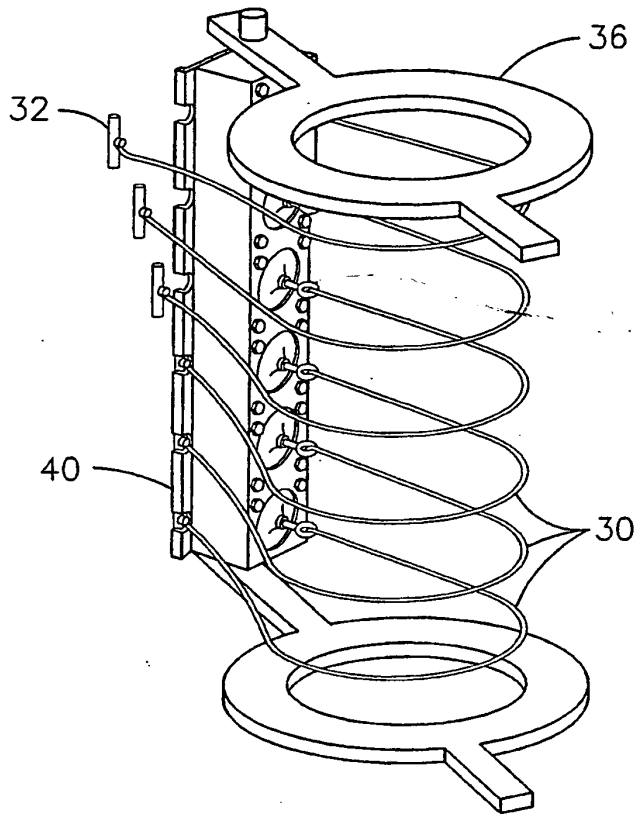


FIG. 3

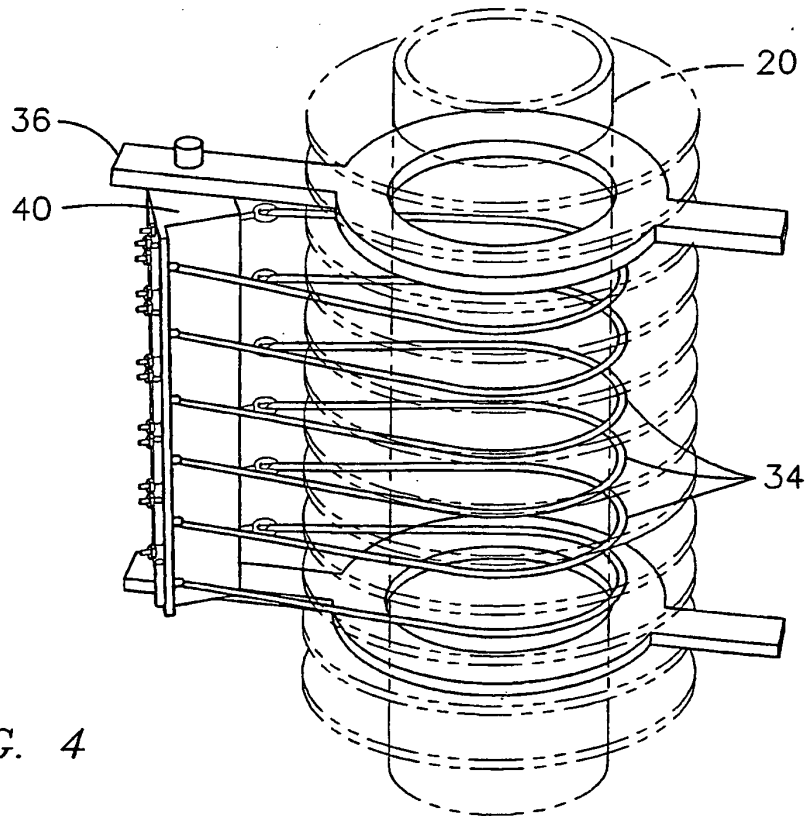


FIG. 4

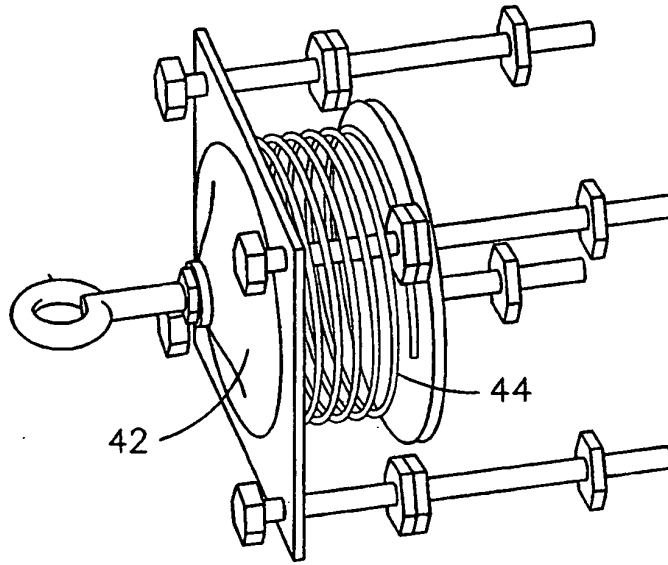


FIG. 5

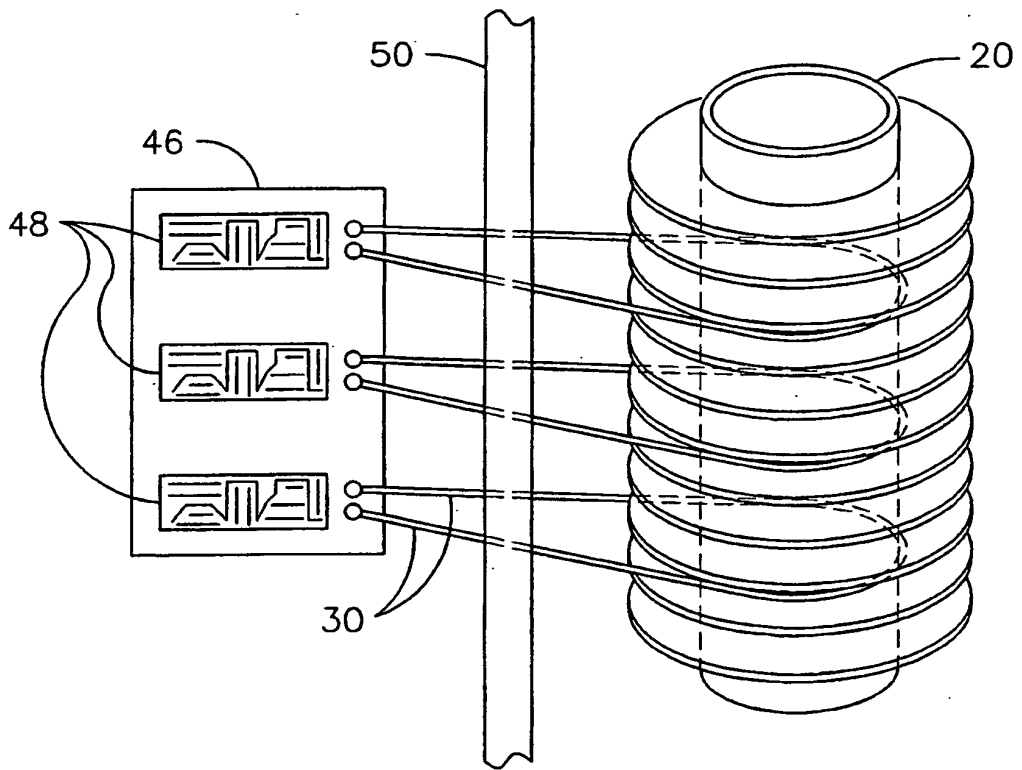


FIG. 6