

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 848**

51 Int. Cl.:

**G01B 17/02** (2006.01)

**G01B 11/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2008 E 08784389 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2185893**

54 Título: **Procedimiento para la detección completa de la geometría de probetas mediante ultrasonidos**

30 Prioridad:

**06.09.2007 DE 102007043004**

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

**14.01.2014**

73 Titular/es:

**V & M DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)  
RATHER KREUZWEG 106  
40472 DÜSSELDORF, DE**

72 Inventor/es:

**GROOS, ANDREAS y  
NITSCHKE, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 437 848 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**

Procedimiento para la detección completa de la geometría de probetas mediante ultrasonidos

La invención se refiere a un procedimiento para la detección completa de la geometría de probetas mediante ultrasonidos según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Las probetas son en este sentido aquellas piezas de trabajo que pueden ser ensayadas mediante ultrasonidos. El particular, esta invención se refiere a probetas alargadas de acero, por ejemplo acero redondo o tubos. Como geometría se entiende, en este caso, en particular, el diámetro de aceros redondos y el diámetro exterior e interior de tubos.

A continuación, el concepto "diámetros" se refiere a los diámetros de acero redondos así como al diámetro exterior de tubos.

10 El ensayo por ultrasonidos para la detección del diámetro de aceros redondos o del diámetro y del espesor de la pared de tubos es conocido y probado desde hace mucho tiempo. También se lo utiliza, por ejemplo, en tubos de acero para controlar durante la producción el cumplimiento del espesor de pared requerido.

15 Además, el examen por ultrasonidos se utiliza para detectar, eventualmente, imperfecciones existentes en aceros redondos o en la pared de tubos, por ejemplo dobladuras defectuosas, fisuras, muescas, sobrelaminaciones o demás defectos superficiales.

En el ensayo de tubos, partiendo de la superficie exterior del tubo, de acuerdo con el procedimiento de ecos de impulsos se estimulan impulsos ultrasónicos en la pared y se reciben, nuevamente, las señales reflectadas de la superficie interior del tubo. Mediante la duración de la señal y la velocidad del sonido en el material de ensayo es posible calcular el espesor de la pared del tubo y detectar imperfecciones en la pared del tubo.

20 Normalmente, dicho procedimiento acompaña la producción y es algo utilizado de forma automatizada tanto para materiales de tubos magnetizables y no magnetizables.

25 Por el lado de los clientes se presentan, de manera cada vez mayor, requerimientos en el sentido de que el diámetro de las probetas debe estar documentado completamente. Mientras que en los aceros redondos ello es, particularmente, el diámetro, en los tubos se detectan, completamente, el diámetro y el espesor de pared, es decir el contorno interior y exterior.

Dicha información es importante, por ejemplo, para tubos expuestos a elevadas presiones de trabajo y que sólo deben presentar ovalidades menores (los denominados high collapse pipes). Dichas informaciones son necesarias para asegurar la calidad incluso de los tubos a partir de los cuales deben fabricarse piezas torneadas o anillos de rodamiento de alta calidad.

30 Básicamente, también es posible aplicar diferentes métodos de medición para la determinación del diámetro de probetas:

Medición mecánica/óptica

En este caso, el diámetro es leído, mecánicamente, sobre una hélice según el principio de un calibre y la distancia de las guías mecánicas son medidas ópticamente mediante la triangulación.

35 En este caso, la desventaja es que a intervalos regulares se hace necesaria una calibración mecánica. En este caso, el diámetro es medido solamente sobre una hélice, lo que hace muy costosa una detección completa de la superficie de la probeta. Además, el desgaste de las piezas mecánicas influye directamente en la precisión de la medición.

Medición óptica

40 Para la medición continua se aplica un sistema de medición óptica con muchos ejes o un sistema de medición de contornos (triangulación tridimensional). Dichos procedimientos requieren un elevado coste de inversión y sólo pueden ser integrados dificultosamente a instalaciones existentes.

Medición mediante la medida de la extensión del canal de agua en el ensayo por ultrasonidos.

En este procedimiento, para una descripción continua de la geometría interior y exterior de tubos se usan instalaciones de medición ultrasónica con acoplamientos por agua que en el ensayo por ultrasonidos trabajan con extensiones del canal de agua y escanean la superficie completa del tubo. Básicamente, las instalaciones de ultrasonidos con acoplamiento por agua se conocen, por ejemplo, por el documento DE 199 31 350 A1.

- 5 Las instalaciones que por medio de la medición de la extensión del canal de agua detectan el diámetro exterior e interior de tubos son conocidas, por ejemplo, de la firma GE Inspection Technologies (Krautkrämer Testing Machines, Bases – ensayos por ultrasonidos de tubos sin costura, [www.geinspectiontechnologies.com](http://www.geinspectiontechnologies.com)).

Se conocen instalaciones en las cuales el dispositivo de ensayo por ultrasonidos gira sin contacto o con contacto alrededor del tubo.

- 10 En este último caso, por medio de puntos de apoyo definidos geoméricamente y una medición de la extensión del canal de agua se detecta un arco circular por medio del que se puede calcular un diámetro suponiendo un círculo ideal.

En este caso es desventajoso que el desgaste de los componentes mecánicos influya directamente en la precisión de la medición. Asimismo, la desventaja es que a intervalos regulares se hace necesaria una calibración mecánica.

- 15 Los procesos de calibración conocidos por los documentos WO92/09864A y WO93/23820A usan cuerpos referenciales exteriores adicionales.

Al sector de aplicación del ensayo de ultrasonidos a piezas de trabajo, por ejemplo tubos, cuentan, entre otras las instalaciones de rotación en las que la probeta es transportada linealmente y el palpador ultrasónico (US) rota mecánica o electrónicamente (phased array) alrededor de la probeta.

- 20 Además, se conocen instalaciones de escaneo en las que la probeta rota estacionariamente y el palpador ultrasónico se mueve linealmente sobre la probeta y, con ello, es escaneada la superficie.

También se conocen las denominadas instalaciones de hélice con un transporte helicoidal de la probeta respecto de un palpador ultrasónico dispuesto estacionario.

La medición del diámetro de una probeta se produce en estas instalaciones mediante la medición de la extensión del canal de agua en diferentes posiciones de la circunferencia de una probeta.

- 25 La posición geométrica de los palpadores ultrasónicos y, en caso existente, los puntos de apoyo deben ser medidos exactamente al comienzo de cada medición y mantenidos constantes durante la medición. Ello, por un lado, es complicado y, sin embargo, por otra parte, mediante el cambio de la temperatura del agua y, consecuentemente, de la velocidad de propagación del sonido en el agua se pueden presentar inexactitudes que hoy en día son posibles de compensar, en parte, mediante la medición y corrección de la temperatura, sin embargo es poca la precisión de medición alcanzable.
- 30

El objetivo de la invención es perfeccionar el procedimiento de ensayo por ultrasonidos conocido mediante acoplamiento de agua y medición de la extensión del canal de agua para la detección de la geometría de probetas en el sentido de evitar las desventajas descritas.

- 35 Dicho objetivo se consigue según la invención de acuerdo con las características de la reivindicación 1. Los perfeccionamientos ventajosos son objeto de reivindicaciones secundarias.

En el procedimiento según la invención, la palpación completa de la probeta se produce por medio de una medición del canal de agua por medio de la sonorización perpendicular ultrasónica, siendo calculado un diámetro referencial a partir de los valores medidos.

- 40 Por medio de una medición óptica exacta adicional del diámetro en un mismo punto de la probeta medido o a medir previamente mediante ultrasonidos se produce una calibración o recalibración de los valores medidos para el diámetro referencial del ensayo de ultrasonidos, a partir de lo cual se calcula un diámetro exacto en cada punto de la probeta.

La ventaja de este procedimiento consiste en que, por un lado, la precisión de medición aumenta ostensiblemente y, por otra parte, se reduce ostensiblemente la complicación de la calibración con referencia a la medición de la extensión del canal de agua.

Un eventual desgaste de los componentes mecánicos o los cambios de temperatura del agua ya no actúan sobre la precisión de la medición, porque los valores medidos son "recalibrados" durante o después de la medición ultrasónica mediante los valores exactos de la medición óptica.

5 La recalibración es realizada como sigue: Sobre una línea de medición conocida en la probeta o en un lugar medido por ultrasonidos se corrige el diámetro referencial de la probeta mediante el valor de diámetro determinado ópticamente con alta precisión. A continuación se usa este valor para la corrección de todos los demás valores del diámetro.

De la medición de distancia y mediante una única calibración de relaciones geométricas conocidas se puede describir de manera completa y detallada la geometría exterior de una probeta.

10 Entonces, en cuerpos huecos, por ejemplo tubos, de manera sencilla también se puede describir exactamente la geometría interior de la probeta mediante la combinación del espesor de pared medida en el mismo punto.

Ventajosamente, tanto la medición por ultrasonidos como la medición óptica también están integradas, ventajosamente, en una línea de ensayo, lo que puede producirse mediante el rearmado de líneas de ensayo ultrasónico ya existentes.

15 Sin embargo, en un perfeccionamiento ventajoso de la invención, cuando deben realizarse diferentes líneas de ensayo las probetas son marcadas con un punto cero de coordenadas para que en la línea de ensayo subsecuente sea posible una asignación correcta de los puntos de medición.

Otras características, ventajas y detalles de la invención resultan de la descripción siguiente.

Muestran:

La figura 1, un diagrama esquemático de una primera variante del procedimiento de medición de diámetros según la invención con una medición completa por ultrasonidos y una pasada lineal de material,

20 la figura 2, un diagrama esquemático de una segunda variante de procedimiento para la medición de los diámetros de un tubo por medio de un explorador.

La figura 1 muestra en un diagrama esquemático una primera variante de la medición de diámetro según la invención en una probeta que en este ejemplo es una varilla redonda maciza 1.

25 La medición de diámetro en el acero redondo 1 se produce mediante ultrasonidos acoplado a agua por medio de una medición de la extensión del canal de agua.

El sentido de paso del acero redondo 1 a través del dispositivo de ensayo está señalizado mediante una flecha pero, en caso necesario, también puede ser realizado en sentido inverso.

30 El acero redondo 1 se incorpora, primeramente, de acuerdo al sentido de la flecha en forma lineal a una instalación de ensayo por ultrasonidos 3. La instalación de ensayo por ultrasonidos 3 se compone de múltiples palpadores ultrasónicos 2a a 2i dispuestos sobre toda la circunferencia del acero redondo 1 que en sonorización perpendicular están firmemente posicionados distanciados del acero redondo 1. En este caso, los palpadores ultrasónicos 2a a 2i pueden estar dispuestos sobre un arco circular, pero también son factibles diferentes distancias a la superficie del acero redondo 1.

Alternativamente a la disposición fija, en la instalación de ensayo por ultrasonidos 3 también podrían rotar, mecánica o electrónicamente (phased array) uno o más palpadores ultrasónicos alrededor de la probeta.

35 Por medio de la medición de la extensión del canal de agua en los diferentes palpadores (aquí mostrados como flechas) se calcula un diámetro referencial 4 a partir de los valores medidos en un punto definido.

40 Una ventaja de esta instalación de ensayo por ultrasonidos 3 consiste en que los palpadores ultrasónicos 2a a 2i no tienen un contacto mecánico con la superficie del acero redondo 1. Es imposible un desgaste de las zapatas deslizantes o de los cojinetes deslizantes, tan normales en las instalaciones conocidas, con sus correspondientes implicancias negativas sobre la precisión de la medición.

Tales dispositivos de ensayo se usan, habitualmente, para la detección de defectos en la probeta o, adicionalmente, para la detección del espesor de pared de tubos, en los que, sin embargo, no se mide después la extensión del canal de agua.

## ES 2 437 848 T3

El procedimiento según la invención tiene la ventaja de que las instalaciones de ensayos por ultrasonidos ya existentes pueden ser usadas ahora también para el ensayo de defectos y espesores de pared.

5 Por este motivo, para el uso adicional de una instalación para el ensayo por ultrasonidos existente para la detección completa de diámetros de probetas se ha previsto, según la invención, calibrar o recalibrar las extensiones de los canales de agua determinados en diferentes puntos en la circunferencia del acero redondo 1 para compensar imprecisiones en la medición de la extensión del canal de agua sobre la circunferencia del acero redondo 1.

En este caso, la calibración o recalibración se produce por medio de un dispositivo de medición óptica adicional 5 que el acero redondo 1 atraviesa después del ensayo por ultrasonidos.

10 De manera extremadamente exacta, el dispositivo de medición óptica 5 determina el diámetro de la probeta en un punto de medición definido del ensayo por ultrasonidos, siendo con dicho valor de medición calibrados o recalibrados continuamente los valores de medición para el diámetro referencial de la extensión del canal de agua de la medición por ultrasonidos. Entonces, este valor de diámetro determinado con exactitud por medio del dispositivo de medición óptica 5 se usa para la corrección de todos los demás valores de la medición por ultrasonidos.

15 La figura 2 muestra en un diagrama esquemático una segunda variante del procedimiento según la invención para la medición de diámetros en una probeta que en este ejemplo es un tubo.

La medición del diámetro del tubo 6 se produce, en este caso como en instalaciones conocidas, mediante la medición de la extensión del canal de agua.

20 Mediante la medición óptica adicional (no mostrada) del diámetro de acuerdo con la invención en al menos un punto definido del tubo 6, como se describe en la figura 1, el diámetro referencial detectado mediante ultrasonidos es calibrado o recalibrado en el punto respectivo.

Para poder detectar completamente y con localización precisa el diámetro del tubo 1 a lo largo del tubo 6, el tubo 6 es transportado de forma helicoidal por debajo del dispositivo de ensayo por ultrasonidos 7 posicionado estacionariamente. En este caso, el tubo 6 rota y se mueve al mismo tiempo, como se indica mediante las flechas, hacia adelante en sentido longitudinal.

25 Como en las instalaciones de ensayo por ultrasonidos conocidas, el palpador ultrasónico 8 está dispuesto en un soporte de palpador 9 con forma de estribo a una distancia fija al tubo 6 que, por medio de las zapatas deslizantes 11, 11' dispuestas en los extremos respectivos del soporte de palpador 7 con forma de estribo, se apoya de manera hermetizante sobre el tubo 6.

Consecuentemente, en el ensayo por ultrasonidos la cámara formada con la superficie de tubo está llena de agua.

30 La distancia a la superficie del tubo 6 corresponde a la extensión del canal de agua 10 mediante la cual se detecta el diámetro referencial para el tubo. Para la detección del diámetro referencial, al comienzo de cada medición se determina, exactamente, la posición geométrica del palpador ultrasónico 8 y de las zapatas deslizantes 11, 11' y se mantienen constantes durante la medición.

35 Como en la medición conocida de diámetros mediante la medición de la extensión del canal de agua, también en este caso mediante los puntos de apoyo de las zapatas deslizantes 11, 11' determinados geoméricamente y la medición de la extensión del canal de agua se detecta un arco circular por medio del cual es posible calcular el diámetro referencial.

40 Las eventuales inexactitudes de medición, por ejemplo debidas a modificaciones de la temperatura del agua y, con ello, de la velocidad del sonido en el agua o del desgaste de las zapatas deslizantes 11, 11' que afectan el diámetro referencial detectado, según la invención son a continuación compensadas nuevamente por medio de la calibración o recalibración de los valores de medición por medio del diámetro exacto determinado ópticamente.

Lista de referencias

1 acero redondo

2a – 2i palpadores ultrasónicos

3 dispositivo de ensayo ultrasónico

- 4 diámetro referencial
- 5 dispositivo de medición óptica
- 6 tubo
- 7 dispositivo de ensayo ultrasónico
- 5 8 palpador ultrasónico
- 9 soporte de palpador ultrasónico
- 10 extensión del canal de agua
- 11, 11' zapata deslizante

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para la detección completa de la geometría de probetas, en particular del diámetro de probetas, por ejemplo de aceros redondos o tubos, mediante ultrasonidos, en el que con al menos un palpador (8) se explora completamente la superficie lateral de la probeta (1) a una distancia mediante acoplamiento de agua bajo un movimiento relativo entre el palpador (8) y la probeta (1) y, consecuentemente, respetando la medición de la extensión del canal de agua (10) el diámetro y, en tubos, el diámetro exterior y, adicionalmente, con localización precisa el espesor de pared y el diámetro interior, caracterizado porque la detección completa de la probeta (1) se produce por medio de una medición de la extensión del canal de agua (10) mediante la sonorización perpendicular ultrasónica de la que se calcula un diámetro referencial y una calibración o recalibración de los valores de medición para el diámetro referencial del ensayo ultrasónico en al menos un punto de la probeta (1) medido o a medir mediante ultrasonidos y se calcula de ello un diámetro exacto en cada punto de la probeta (1).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la medición óptica adicional es realizada antes, durante o después del ensayo por ultrasonidos.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el ensayo por ultrasonidos y la medición óptica son realizados en una línea de ensayos.
4. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la medición óptica adicional es realizada después del ensayo por ultrasonidos en una línea de ensayo separada.
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque antes de la medición óptica la probeta (1) es marcada para el ensayo ultrasónico en la línea de ensayo con un punto cero de coordenadas que identifica el punto de medición respectivo con el cual se posibilita una asignación exacta del punto de medición en la calibración mediante la medición óptica.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 5, caracterizado porque en el ensayo de tubos se detecta en el mismo punto, además de la detección del diámetro exterior, el espesor de pared.
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque de la detección de la localización precisa del diámetro exterior y del espesor de pared asignado se determina un diámetro interior de localización precisa.

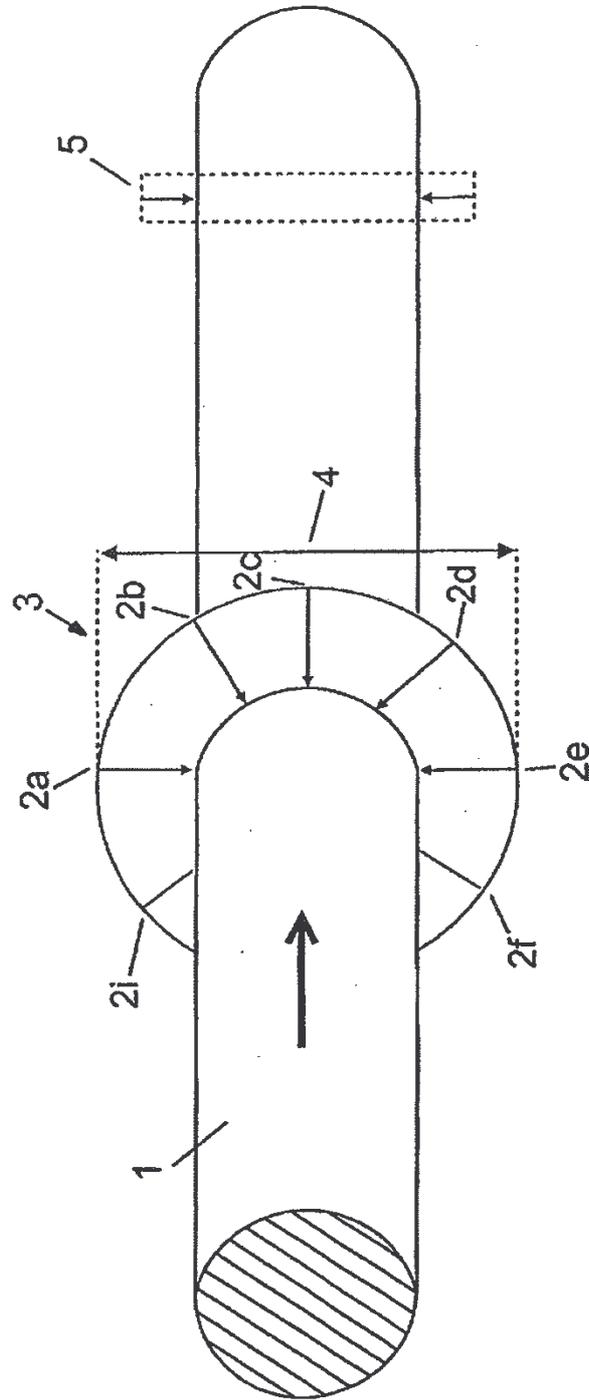


Figura 1

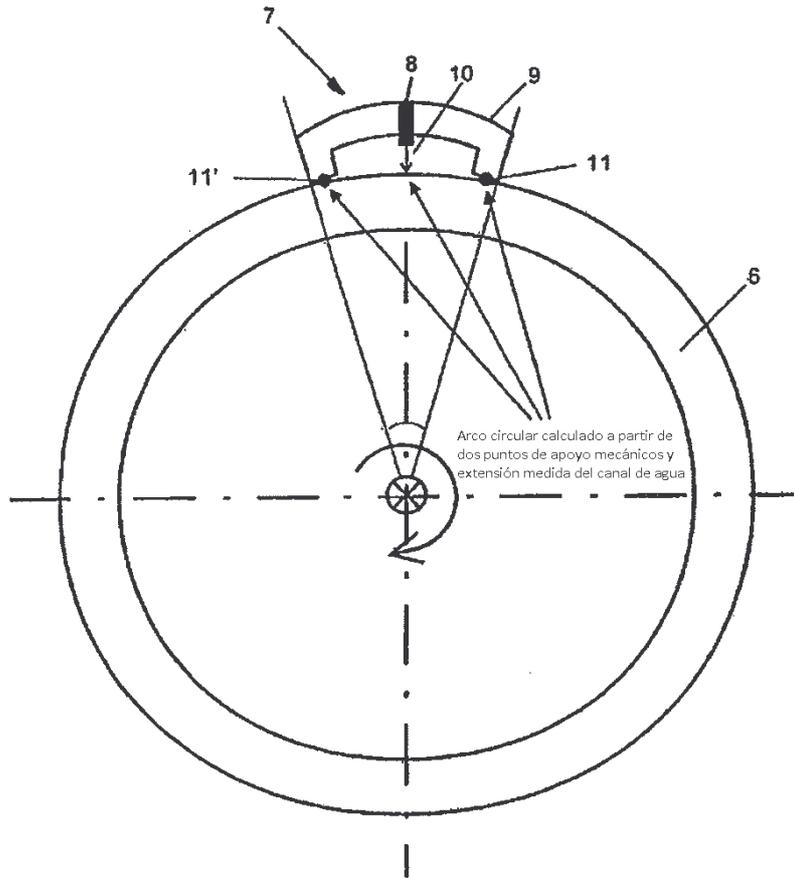


Figura 2