

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 503**

51 Int. Cl.:

G01B 11/06 (2006.01)

G01B 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2015** **E 15151723 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017** **EP 3048414**

54 Título: **Instalación de ensayo y procedimiento para el análisis de un cuerpo hueco**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
13.04.2018

73 Titular/es:

**STURM MASCHINEN- & ANLAGENBAU GMBH
(100.0%)
Industriestrasse 10
94330 Salching, DE**

72 Inventor/es:

**AUFSCHLÄGER, GERHARD;
ULLRICH, WOLFGANG;
BADER, FLORIAN;
KESTING, MARC y
VÖLLINGER, RALF**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 663 503 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

Instalación de ensayo y procedimiento para el análisis de un cuerpo hueco

La presente invención se refiere en un primer aspecto a una instalación de ensayo para el análisis de un cuerpo hueco, en particular un taladro de cilindro en un bloque de motor, según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En un segundo aspecto, la invención se refiere a un procedimiento correspondiente para el análisis de un cuerpo hueco, en particular un taladro de cilindro en un bloque de motor, según el preámbulo de la reivindicación 14.

Tal bloque de motor se puede utilizar para motores de combustión interna, por ejemplo, de automóviles, y comprende varios taladros de cilindro, cuyas dimensiones y propiedades de pared deben cumplir requisitos precisos con el fin de garantizar la mayor eficiencia posible del motor de combustión interna. Por un taladro de cilindro se
10 puede entender aquí en general una cavidad cilíndrica con sección transversal redonda, en particular circular.

En la pared interior de un taladro de cilindro se aplica a menudo un revestimiento que ha de cumplir de la manera más exacta posible requisitos determinados, en particular en relación con su espesor de capa.

Las propiedades de tal cuerpo hueco y/o del revestimiento aplicado se pueden analizar con una instalación de ensayo genérica. Una instalación de ensayo genérica para el análisis de un cuerpo hueco, en particular un taladro
15 de cilindro en un bloque de motor, comprende:

- un dispositivo de medición que presenta un cuerpo alargado y varios sensores conectados al cuerpo y diseñados para realizar una medición de distancia, y
- medios de control electrónicos que están diseñados para introducir el dispositivo de medición, es decir, el cuerpo
20 alargado y los sensores conectados al mismo, en un cuerpo hueco a analizar, registrando a continuación los sensores datos de medición de distancia respecto a su distancia de una pared interior del cuerpo hueco, y para determinar un diámetro interior del cuerpo hueco sobre la base de los datos de medición de distancia de los sensores.

En el caso de un procedimiento genérico para el análisis de un cuerpo hueco, en particular un taladro de cilindro en un bloque de motor, está previsto un dispositivo de medición que comprende un cuerpo alargado y varios sensores
25 conectados al cuerpo y diseñados para realizar una medición de distancia. El procedimiento comprende las etapas de introducir el dispositivo de medición en un cuerpo hueco a analizar, realizar aquí una medición de distancia respecto a una pared interior del cuerpo hueco y determinar un diámetro interior del cuerpo hueco sobre la base de los datos de medición de distancia registrados de los sensores.

Por el documento DE19934991A1 es conocida una instalación de ensayo para el análisis de un cuerpo hueco, en cuyas paredes interiores se aplica un revestimiento. Asimismo, una instalación de ensayo genérica y un
30 procedimiento correspondiente se describen en la solicitud de patente europea, no publicada aún, del solicitante con el número de solicitud 14172886.

Otros dispositivos y procedimientos para hacer pruebas en un cuerpo hueco cilíndrico son conocidos por los documentos GB2436618A y US4.872.269. En estos dispositivos están previstos sensores táctiles para el análisis del
35 cuerpo hueco.

Por los documentos US2007/0139059A1 y EP2261594A1 son conocidos sistemas de medición fijos para el análisis de un cuerpo hueco, que se mueven en el interior del cuerpo hueco a analizar para generar una pluralidad de datos de medición.

Se desea poder analizar cuerpo huecos o bloques de motor de cualquier tipo posible con la misma instalación de ensayo y el mismo procedimiento. Esto resulta particularmente difícil si las dimensiones de los distintos cuerpos
40 huecos se diferencian mucho entre sí.

Como un objetivo de la invención se puede considerar la puesta a disposición de una instalación de ensayo y de un procedimiento que permitan un análisis lo más preciso posible de cuerpos huecos con distintas dimensiones.

Este objetivo se consigue mediante la instalación de ensayo con las características de la reivindicación 1 y mediante
45 el procedimiento con las características de la reivindicación 14.

Variantes preferidas de la instalación de ensayo según la invención y del procedimiento según la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes y se explican además en la descripción siguiente.

En la instalación de ensayo del tipo mencionado arriba está previsto según la invención que para el análisis de cuerpos huecos de diámetros diferentes, al menos una parte de los sensores esté configurada como sensores
50 móviles que se pueden mover respecto al cuerpo alargado del dispositivo de medición. Los medios de control electrónicos están diseñados para seleccionar una posición de medición de los sensores móviles respecto al cuerpo alargado en dependencia de un cuerpo hueco a analizar. Además, está prevista una estación de calibración y los medios de control electrónicos están diseñados para ejecutar un proceso de calibración para los sensores móviles

en la estación de calibración.

En el procedimiento del tipo mencionado arriba, al menos una parte de los sensores están configurados según la invención como sensores móviles, que se pueden mover respecto al cuerpo alargado del dispositivo de medición, para el análisis de cuerpos huecos de diámetros diferentes. En dependencia de un cuerpo hueco a analizar se selecciona una posición de medición de los sensores móviles respecto al cuerpo alargado.

Además, se puede ejecutar preferentemente un proceso de calibración para los sensores móviles en la estación de calibración.

En el proceso de calibración puede estar previsto en particular que:

- el dispositivo de medición se mueva hacia una estación de calibración,
- los sensores móviles se muevan a una posición de medición de referencia determinada respecto al cuerpo hueco alargado,
- con los sensores móviles en la posición de medición de referencia se realice una medición de referencia, con la que se miden distancias respecto a la estación de calibración, y
- se determine y almacene una relación entre dimensiones de la estación de calibración, conocidas previamente, y datos de medición de la medición de referencia.

La relación determinada de esta manera se puede utilizar ahora para la determinación mencionada del diámetro interior de un cuerpo hueco a analizar sobre la base de los datos de medición de distancia de los sensores.

En principio, la secuencia del proceso de calibración y de la medición de ensayo, es decir, la medición de la distancia respecto a una pared interior de un cuerpo hueco a analizar, es arbitraria. Resulta conveniente calcular el diámetro a partir de los datos de medición de distancia sólo cuando se ha ejecutado un proceso de calibración. El proceso de calibración se ejecuta preferentemente antes de la medición de ensayo, de modo que directamente con la medición de distancia respecto a un cuerpo hueco se puede calcular el diámetro interior correspondiente.

En dependencia de la construcción, los sensores pueden tener un intervalo de medición pequeño. Por ejemplo, determinados sensores pueden determinar de manera precisa una distancia sólo en un intervalo de distancia específico. En dependencia del diámetro interior de una cavidad a analizar puede ocurrir, por tanto, que una distancia de los sensores respecto a paredes interiores de la cavidad esté situada por fuera del intervalo de medición de los sensores. Para poder medir, no obstante, esta distancia de manera precisa, no todos los sensores están conectados fijamente al cuerpo alargado del dispositivo de medición según una idea fundamental de la invención. Más bien, al menos algunos de los sensores se pueden ajustar radialmente hacia afuera. Por consiguiente, después de introducirse el dispositivo de medición en un cuerpo hueco a analizar, los sensores móviles se pueden ajustar en dirección de las paredes interiores del cuerpo hueco. Esto permite variar la distancia de los sensores móviles respecto a la pared interior del cuerpo hueco de tal modo que ésta se encuentra dentro de un intervalo de distancia deseado, en el que los sensores pueden realizar una medición más precisa.

Con este fin, los sensores móviles se pueden ajustar en dirección radial respecto al cuerpo alargado, en particular se pueden plegar o extender. La dirección radial identifica una dirección en perpendicular al eje longitudinal del cuerpo alargado. Un proceso de extensión de los sensores móviles puede comprender un componente de movimiento en dirección radial o exclusivamente en dirección radial.

Al utilizarse varios sensores móviles se puede calcular a partir de las respectivas mediciones de distancia un diámetro del cuerpo hueco a analizar, es decir, un diámetro interior de una cavidad en el cuerpo hueco.

Si los sensores móviles comprenden al menos tres sensores, cuya dirección de medición está desplazada entre sí en dirección acimutal, no es necesario introducir el dispositivo de medición en la cavidad o el cuerpo hueco exactamente a lo largo del eje central de la cavidad o del cuerpo hueco a analizar. Más bien, el diámetro se puede determinar de manera precisa incluso al estar desplazado el dispositivo de medición respecto al eje central. Por ejemplo, pueden estar previstos tres sensores, cuya orientación entre sí está girada en cada caso 120° alrededor de un eje longitudinal del cuerpo alargado.

En una variante de procedimiento preferida, los sensores móviles se alejan del cuerpo alargado para comprobar una pared interior del cuerpo hueco, mientras que el dispositivo de medición se ha introducido en el cuerpo hueco a analizar. Por el contrario, los sensores móviles se han retraído hacia el cuerpo alargado, mientras que el dispositivo de medición se introduce en un cuerpo hueco a analizar o se extrae de un cuerpo hueco a analizar. Esto reduce el riesgo de colisión no deseada entre los sensores y los cuerpos huecos a analizar y, no obstante, se puede conseguir la distancia proporcionalmente pequeña respecto al cuerpo hueco que se requiere para el proceso de medición.

Los medios de control electrónicos están diseñados preferentemente para determinar, teniendo en cuenta un diámetro interior esperado del cuerpo hueco a analizar, una posición de medición, hacia la que se mueven los sensores móviles para realizar una medición de distancia. El diámetro interior esperado puede ser, por ejemplo, un valor nominal predefinido. Los sensores móviles no se sitúan entonces en la misma posición de medición en caso de cuerpos huecos con diámetros interiores diferentes. Más bien, los sensores se extienden en mayor medida en caso

de un diámetro interior grande que en caso de un diámetro interior pequeño.

Para posibilitar una determinación precisa del diámetro interior se ha de considerar de la manera más exacta posible el tramo, en el que se ajustan los sensores móviles. No obstante, a lo largo de números procesos de movimiento de los sensores se pueden producir desviaciones en un ajuste de posición de los sensores. Una posición de medición de los sensores móviles es conocida también de una manera relativamente inexacta si se cambia de una posición de medición previa (conocida en particular de manera precisa) de los sensores a otra posición de medición. Esto puede ocurrir, por ejemplo, si ha finalizado el análisis de varios cuerpos huecos de un diámetro interior determinado y se realiza a continuación el análisis de otros cuerpos huecos con un diámetro interior diferente.

Una idea esencial de la invención consiste en poder determinar de manera precisa un diámetro interior de un cuerpo hueco incluso si no se conoce exactamente la posición de medición de los sensores móviles. Los sensores móviles se pueden mover de un modo reproducible hacia una posición de medición determinada respecto al cuerpo alargado del dispositivo de medición, pero esta posición de posición no es conocida exactamente. Si se asume un valor incorrecto para la posición de medición, esto tendría efectos directos sobre el diámetro interior del cuerpo hueco que se ha calculado sobre esta base.

Para evitarlo se realiza según la invención una medición de calibración o referencia. En este sentido, los sensores móviles se mueven hacia una posición de referencia que identifica una posición de los sensores móviles respecto al cuerpo alargado del dispositivo de medición. La posición de medición de referencia puede ser en particular igual a la posición de medición de los sensores móviles respecto al cuerpo alargado, en la que se analiza un cuerpo hueco después de ejecutarse el proceso de calibración. Por tanto, se puede realizar una medición de referencia, en la que los sensores móviles están dispuestos de la misma manera respecto al cuerpo alargado que durante una medición de un cuerpo hueco a analizar.

Mediante la medición de referencia se determinan distancias respecto a una estación de calibración. La estación de calibración puede comprender, por ejemplo, la forma de un cilindro hueco. A partir de los datos de medición de la medición de referencia se puede derivar entonces un diámetro del cilindro hueco de la estación de calibración. El diámetro derivado (medido) se compara a continuación con el valor conocido del diámetro del cilindro hueco de la estación de calibración. La relación entre estos datos se almacena y se utiliza como calibración. Es decir, a partir de los siguientes datos de medición de distancia de los sensores móviles se calcula un diámetro interior del cuerpo hueco analizado, teniendo en cuenta la relación mencionada antes.

Como un proceso esencial de estas medidas, los sensores móviles se pueden mover en principio hacia cualquier posición de medición, sin tener que medir de una manera compleja la posición de los sensores móviles.

Es conveniente que la estación de calibración presente al menos un orificio circular en correspondencia con un cilindro hueco, en el que se introduce el dispositivo de medición para el proceso de calibración. Se puede preferir que la estación de calibración comprenda al menos un anillo de referencia, en el que se introduce el dispositivo de medición. El anillo de referencia o los anillos de referencia pueden estar sujetos con un soporte en una posición definida. Esto posibilita un cambio o una adición fácil de un anillo de referencia con un diámetro interior determinado.

A fin de conseguir una mayor flexibilidad, la estación de calibración puede comprender varios anillos de referencia que se diferencian por su diámetro interior. Los anillos de referencia pueden estar dispuestos en particular concéntricamente uno sobre otro. Para la medición de calibración se puede determinar un diámetro interior de uno de los anillos de referencia. En este caso se puede seleccionar el anillo de referencia, cuyo diámetro interior se aproxime más al cuerpo hueco analizado después o antes. En otras palabras, los medios de control electrónicos pueden estar diseñados para seleccionar uno de los anillos de referencia en dependencia del diámetro interior esperado del cuerpo hueco a analizar.

El proceso de calibración se realiza preferentemente de manera automática cuando se hace un cambio de cuerpos huecos analizados con un tamaño determinado a cuerpos huecos a analizar con un tamaño diferente. Con este fin, los medios de control electrónicos pueden estar diseñados para ejecutar el proceso de calibración al menos siempre que se deba analizar un próximo cuerpo hueco con una posición de medición diferente a un cuerpo hueco anterior. En esta situación, los sensores se mueven hacia una posición de medición diferente respecto al cuerpo alargado que durante el análisis del cuerpo hueco anterior.

La posición de medición de referencia seleccionada para el proceso de calibración puede ser igual para el próximo cuerpo hueco. De este modo, la calibración es adecuada para la medición siguiente. Alternativa o adicionalmente se puede ejecutar también un proceso de calibración, en el que la posición de medición de referencia es igual a la posición de medición utilizada en el cuerpo hueco anterior. La calibración, posible de esta manera, se utiliza convenientemente para calcular el diámetro interior del cuerpo hueco anterior y no para calcular el diámetro interior del próximo cuerpo hueco, para el que se utiliza una posición de medición diferente.

Adicional o alternativamente, los medios de control electrónicos pueden estar diseñados también para ejecutar el proceso de calibración al menos después de un tiempo predefinible y/o de una cantidad predefinible de cuerpos huecos analizados. Esto garantiza una medición con una exactitud alta constante en presencia también de una gran cantidad de cuerpos huecos a analizar.

La invención se refiere también a una instalación de revestimiento para revestir una pared interior de un cuerpo hueco, en particular una superficie de rodadura de un taladro de cilindro en un bloque de motor. La instalación de revestimiento comprende al menos una lanza de revestimiento giratoria, mediante la que se puede generar un chorro de plasma de metal para revestir la pared interior, y una instalación de ensayo según la invención. Mediante una determinación del diámetro interior en la instalación de ensayo se puede comprobar, por una parte, un revestimiento aplicado. Por la otra parte, mediante tal medición antes de aplicarse el revestimiento se pueden obtener informaciones que pueden resultar muy útiles para el proceso de revestimiento. Asimismo, con ayuda de la instalación de ensayo se puede determinar un grosor de un revestimiento.

A tal efecto, con ayuda del dispositivo de medición se puede determinar un diámetro interior del cuerpo hueco antes y después de aplicarse un revestimiento sobre una pared interior del cuerpo hueco. Un grosor del revestimiento se puede calcular entonces mediante la comparación, en particular el cálculo de la diferencia, de los diámetros interiores determinados antes y después de aplicarse el revestimiento.

Estas etapas de procedimiento se pueden implementar en una realización de la instalación de revestimiento, según la invención, al estar diseñados los medios de control electrónicos para:

- determinar un diámetro interior del cuerpo hueco con ayuda del dispositivo de medición,
- aplicar a continuación un revestimiento sobre una pared interior del cuerpo hueco con la lanza de revestimiento,
- determinar después un diámetro interior del cuerpo hueco, revestido ahora, con ayuda del dispositivo de medición, y
- calcular un grosor del revestimiento mediante la comparación de los diámetros interiores determinados antes y después de aplicarse el revestimiento.

Las descripciones mencionadas para examinar y determinar un diámetro interior de un cuerpo hueco se pueden aplicar asimismo a cuerpos huecos con varias cavidades o taladros de cilindro a examinar. En este caso, las descripciones se aplican por separado para cada cavidad del cuerpo hueco.

Un giro del dispositivo de medición dentro de un taladro de cilindro del cuerpo hueco no es necesario, por lo general, si se utilizan al menos tres sensores para la medición de distancia.

Las propiedades de la invención, que se describen como características adicionales del dispositivo, se han de considerar también como variantes del procedimiento según la invención y viceversa.

Como sensores móviles para la medición de distancia se usan sensores ópticos, en particular sensores de triangulación o sensores confocales.

Como idea separada de la invención se puede considerar también una instalación de ensayo que comprende las características de la reivindicación 1, exceptuando la estación de calibración y la configuración de los medios de control electrónicos para la ejecución del proceso de calibración. Tal instalación de ensayo tiene en particular la ventaja de que mediante los sensores móviles se pueden medir con precisión taladros de cilindro de diámetros diferentes.

Otras ventajas y características de la invención se describen a continuación con referencia a la figura esquemática adjunta.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización de una instalación de ensayo, según la invención, y de un cuerpo hueco a analizar.

En la figura 1 está representado esquemáticamente un ejemplo de realización de una instalación de ensayo 100, según la invención, y de un cuerpo hueco 1 a analizar.

La instalación de ensayo 100 comprende un dispositivo de medición 10 para analizar un cuerpo hueco 1, un dispositivo de sujeción, no representado aquí, para el cuerpo hueco 1 a analizar actualmente y una estación de calibración 30 para el dispositivo de medición 10.

Un cuerpo hueco 1 a analizar o examinar puede ser, por ejemplo, un bloque de motor con varios taladros de cilindro 2. En este caso se han de examinar propiedades de los taladros de cilindro 2, en particular los diámetros del respectivo taladro de cilindro 2.

Con este fin se utiliza un dispositivo de medición 10 que comprende un cuerpo alargado 12 y sensores 15, 16, 17 conectados al mismo.

El cuerpo alargado 12 permite introducir el dispositivo de medición 10 en los taladros de cilindro 2. La figura muestra este movimiento mediante la flecha doble 11 en dirección axial del taladro de cilindro 2. Un diámetro del cuerpo alargado 12 es al respecto convenientemente menor que los diámetros de los taladros de cilindro 2, pudiendo ser mayor la longitud del cuerpo alargado 12.

Los sensores 15, 16, 17 o componentes de los mismos pueden estar conectados indirecta o directamente al cuerpo alargado 12. Por ejemplo, algunos o todos los sensores pueden disponer de fibras ópticas que están guiadas por el cuerpo alargado y a través de las que se puede emitir y/o recibir luz de medición.

5 El sensor 17 puede estar configurado para captar una imagen panorámica, para lo que éste puede recibir luz desde un intervalo de 360°. A tal efecto, se puede utilizar un espejo inclinado respecto al eje longitudinal del cuerpo alargado 12 o un prisma inclinado que está situado con simetría de rotación respecto al eje longitudinal. De este modo se puede transmitir luz desde un intervalo de 360° alrededor del eje longitudinal en dirección de una cámara o de otro receptor de luz del sensor 17.

10 Con tal sensor 17 se pueden comprobar propiedades de una pared interior 3 de un cilindro hueco, en particular la rugosidad o las propiedades del material que influyen sobre una pintura en la pared interior 3.

15 Para la medición de un diámetro del taladro de cilindro 2 se utilizan en particular los sensores 15, 16. En este caso están presentes al menos tres, con preferencia exactamente tres sensores 15, 16 del mismo tipo, de los que dos se muestran en la figura para una representación más simple. Los sensores 15, 16 miden en cada caso una distancia respecto a la pared interior 3 del taladro de cilindro 2. Al conocerse las dimensiones del dispositivo de medición 10 se puede calcular el diámetro a partir de las distancias/separaciones medidas.

20 Si el dispositivo de medición 10 se introduce en el taladro de cilindro 2 exactamente en el eje longitudinal del mismo, sería suficiente un sensor 15 con una medición de distancia para determinar el diámetro preciso. En la práctica, sin embargo, no se pueden evitar desviaciones del dispositivo de medición 10 respecto al eje longitudinal del taladro de cilindro 2. No obstante, el diámetro se puede determinar con una alta precisión si están presentes tres sensores 15, 16 que miden la distancia en distintas direcciones.

25 Una aplicación preferida de la determinación del diámetro mediante el dispositivo de medición 10 radica en una determinación del grosor de un revestimiento en la pared interior 3 de un cilindro hueco 2. A tal efecto, se mide un diámetro antes y después de aplicarse un revestimiento. La diferencia entre estos valores del diámetro proporciona el grosor del revestimiento aplicado. Para obtener resultados significativos de una capa relativamente delgada, las mediciones de distancia se han de realizar con la máxima precisión.

30 Los sensores, disponibles al respecto en la actualidad, tienen un intervalo de medición muy limitado, de modo que los sensores 15, 16 se han de mover hacia una distancia respecto a la pared interior 3 que se encuentre dentro de su intervalo de medición. Los sensores 15, 16 están configurados de manera móvil, porque los diámetros de distintos taladros de cilindro 2 pueden ser diferentes (por ejemplo, en dependencia del modelo de motor) y para evitar choques de los sensores 15, 16 con el cuerpo hueco 1. Dichos sensores se pueden extender en transversal al eje longitudinal del cuerpo alargado 12, es decir, en dirección de la flecha doble 14 en la figura 1, hasta que su distancia respecto a la pared interior 3 se encuentre dentro de su intervalo de medición. La posición de los sensores móviles 15, 16, en la que se realiza una medición de distancia respecto a la pared interior 3, se identifica en el presente caso como posición de medición y se refiere a la posición existente respecto al cuerpo alargado 12.

35 Por consiguiente, para poder determinar de manera precisa un diámetro mediante tales mediciones de distancia, es necesario conocer la posición de medición de los sensores 15, 16 con la mayor precisión posible.

Si una posición de medición real se desvía de una posición de medición asumida, esto influye desventajosamente sobre la exactitud del diámetro determinado.

40 Para solucionar este problema se utiliza una estación de calibración 30, en la que se realiza una medición de distancia con los sensores 15, 16, conociéndose en este caso las dimensiones de la estación de calibración y pudiéndose comparar, por tanto, el resultado de la medición de distancia con un valor conocido previamente. En particular, la estación de calibración 30 puede presentar uno o varios orificios cilíndricos de diámetro conocido en cada caso. A partir de las mediciones de distancia de los sensores 15, 16 se puede calcular un diámetro que se compara con el diámetro conocido. La relación entre estos valores se utiliza como calibración, es decir, se utiliza en el cálculo de un diámetro a partir de mediciones de distancia realizadas en cilindros huecos analizados 2.

45 La posición, hacia la que se mueven los sensores 15, 16 para el proceso de calibración respecto al cuerpo alargado 12, se identifica aquí como posición de medición de referencia. La posición de medición de referencia es igual preferentemente a la posición de medición que se utiliza para el análisis de un cilindro hueco 2 que se realiza directamente a continuación del proceso de calibración o directamente antes del proceso de calibración.

50 Se desea, por tanto, que la estación de calibración 30 presente varios orificios cilíndricos de diámetros diferentes, de los que se puede seleccionar en cada caso para el proceso de calibración aquel orificio, cuyo diámetro se aproxime más al diámetro del taladro de cilindro que se ha examinado antes o después.

55 La estación de calibración 30 puede presentar en particular varios anillos 31, 32, 33 que tienen respectivamente otro diámetro, es decir, un diámetro interior. La presencia de anillos separados 31, 32, 33 permite adicionar o cambiar un anillo si en un futuro se deben analizar cuerpos huecos 1 de dimensiones diferentes.

La figura 1 muestra un corte a través de los anillos 31 a 33 para una mejor comprensión. Convenientemente no se utilizan semianillos, sino anillos cerrados 31 a 33. Asimismo, el taladro de cilindro 2 en el cuerpo hueco 1 se muestra en corte sólo para una mejor comprensión. En realidad se trata de un taladro de cilindro 2 cerrado en toda la superficie de revestimiento.

- 5 Los anillos 31 a 33 y los respectivos medios de sujeción de la estación de calibración 30 pueden estar configurados de tal modo que los anillos 31 a 33 se pueden sujetar concéntricamente uno sobre otro. Esto posibilita un fácil movimiento del dispositivo de medición 10 hacia el anillo deseado 31, 32 o 33.

- 10 El proceso de calibración permite ventajosamente determinar y/o considerar la posición relativa de los sensores móviles 15, 16 respecto al cuerpo alargado 12 del dispositivo de medición 10. Esto resulta particularmente ventajoso si una posición de medición se puede asumir de una manera ampliamente reproducible, pero un conocimiento exacto de esta posición de medición no está disponible sin calibración.

- 15 Por consiguiente, la invención proporciona una instalación de ensayo y un procedimiento, mediante los que se puede determinar de manera precisa y simple un diámetro interior de un cuerpo hueco, en particular de un taladro de cilindro en un bloque de motor. En este caso se pueden determinar también diámetros interiores diferentes con una gran exactitud.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de ensayo para el análisis de un cuerpo hueco (1), en particular un taladro de cilindro (2) en un bloque de motor (1), con:

- 5 - un dispositivo de medición (10) que presenta un cuerpo alargado (12) y varios sensores (15, 16) conectados al cuerpo (12) y diseñados para realizar una medición de distancia, y
- medios de control electrónicos que están diseñados para introducir el dispositivo de medición (10) en un cuerpo hueco (1) a analizar y para determinar un diámetro interior del cuerpo hueco (1) sobre la base de los datos de medición de distancia de los sensores (15, 16),

caracterizada porque

- 10 para el análisis de cuerpos huecos (1) de diferentes diámetros, al menos una parte de los sensores (15, 16) están configurados como sensores móviles (15, 16) que son sensores ópticos (15, 16) y se pueden mover respecto al cuerpo alargado (12) del dispositivo de medición (10) al menos en dirección radial,
- 15 porque los medios de control electrónicos están diseñados para seleccionar una posición de medición de los sensores ópticos móviles (15, 16) respecto al cuerpo alargado (12), en dependencia de un cuerpo hueco (1) a analizar, y está prevista una estación de calibración (30), y
- porque los medios de control electrónicos están diseñados para ejecutar un proceso de calibración para los sensores móviles (15, 16) en la estación de calibración (30), pudiéndose mover los sensores ópticos (15, 16) para una medición de calibración hacia una posición de medición de referencia respecto al cuerpo alargado (12).

2. Instalación de ensayo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** en el proceso de calibración

- 20 - el dispositivo de medición (10) se mueve hacia la estación de calibración (30),
- los sensores móviles (15, 16) se mueven hacia una posición de medición de referencia determinada respecto al cuerpo hueco alargado (12),
- con los sensores móviles (15, 16) en la posición de medición de referencia se realiza una medición de referencia, con la que se miden distancias respecto a la estación de calibración (30), y
- 25 - se determina y almacena una relación entre dimensiones de la estación de calibración (30), conocidas previamente, y datos de medición de la medición de referencia, y

porque los medios de control electrónicos están diseñados para considerar la relación determinada en la determinación de un diámetro interior de un cuerpo hueco (1) a analizar sobre la base de los datos de medición de distancia de los sensores (15, 16).

- 30 3. Instalación de ensayo de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque** los medios de control electrónicos están diseñados para realizar el proceso de calibración al menos siempre que se deba analizar un cuerpo hueco (1) siguiente con una posición de medición diferente a un cuerpo hueco anterior (1).

- 35 4. Instalación de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la estación de calibración (30) comprende al menos un anillo de referencia (31, 32, 33), en el que se introduce el dispositivo de medición (10).

5. Instalación de ensayo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada porque** la estación de calibración (30) comprende varios anillos de referencia (31, 32, 33) que se diferencian por su respectivo diámetro interior.

6. Instalación de ensayo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada porque** la pluralidad de anillos de referencia (31, 32, 33) están dispuestos concéntricamente unos sobre otros.

- 40 7. Instalación de ensayo de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizada porque** los medios de control electrónicos están diseñados para seleccionar uno de los anillos de referencia (31, 32, 33) en dependencia del diámetro interior esperado del cuerpo hueco (1) a analizar.

- 45 8. Instalación de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** la posición de medición de referencia de los sensores móviles (15, 16) es igual a una posición de medición, en la que se analiza un cuerpo hueco (1) después de ejecutarse el proceso de calibración.

9. Instalación de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** los sensores móviles (15, 16) se pueden ajustar en dirección radial respecto al cuerpo alargado (12).

- 50 10. Instalación de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** los sensores móviles (15, 16) comprenden al menos tres sensores (15, 16), cuya dirección de medición está desplazada en dirección acimutal entre sí.

11. Instalación de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** los medios de control electrónicos están diseñados para determinar, teniendo en cuenta un diámetro interior esperado del cuerpo hueco (1) a analizar, una posición de medición, hacia la que se mueven los sensores móviles (15, 16) para realizar una medición de distancia.

12. Instalación de revestimiento para revestir una pared interior (3) de un cuerpo hueco (1), en particular una superficie de rodadura (3) de un taladro de cilindro (2) en un bloque de motor (1), con

- al menos una lanza de revestimiento giratoria, mediante la que se puede generar un chorro de plasma de metal para revestir la pared interior (3), y
- una instalación de ensayo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.

13. Instalación de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque** los medios de control electrónicos están diseñados para

- determinar un diámetro interior del cuerpo hueco (1) con ayuda del dispositivo de medición (10),
- aplicar a continuación un revestimiento sobre una pared interior del cuerpo hueco (1) con la lanza de revestimiento,
- determinar después un diámetro interior del cuerpo hueco (1), revestido ahora, con ayuda del dispositivo de medición (10), y
- calcular un grosor del revestimiento mediante la comparación de los diámetros interiores determinados antes y después de aplicarse el revestimiento.

14. Procedimiento para el análisis de un cuerpo hueco (1), en particular un taladro de cilindro (2) en un bloque de motor (1), en el que está previsto un dispositivo de medición (10), que presenta un cuerpo alargado (12) y varios sensores (15, 16) conectados al cuerpo (12) y diseñados para realizar una medición de distancia, en el que el dispositivo de medición (10) se introduce en un cuerpo hueco (1) a analizar y realiza aquí una medición de distancia respecto a una pared interior (3) del cuerpo hueco (1), y en el que sobre la base de datos de medición de distancia de los sensores (15, 16) se determina un diámetro interior del cuerpo hueco (1),

caracterizado porque

para el análisis de cuerpos huecos (1) de diferentes diámetros, al menos una parte de los sensores (15, 16) están configurados como sensores móviles (15, 16) que son sensores ópticos (15, 16) y se pueden mover respecto al cuerpo alargado (12) del dispositivo de medición (10) al menos en dirección radial,

porque en dependencia de un cuerpo hueco (1) a analizar se selecciona una posición de medición de los sensores móviles (15, 16) respecto al cuerpo alargado (12) y

porque un proceso de calibración para los sensores móviles (15, 16) se ejecuta en una estación de calibración (30), pudiéndose mover los sensores ópticos (15, 16) para una medición de calibración hacia una posición de medición de referencia respecto al cuerpo alargado (12).

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** los sensores móviles (15, 16) se alejan del cuerpo alargado (12) para examinar una pared interior del cuerpo hueco (1), mientras que el dispositivo de medición (10) se ha introducido en el cuerpo hueco (1) a analizar, y porque los sensores móviles (15, 16) se han retraído en dirección del cuerpo alargado (12), mientras que el dispositivo de medición (10) se introduce en un cuerpo hueco (1) a analizar o se extrae (1) de un cuerpo hueco a analizar.

Fig. 1

