

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 751**

51 Int. Cl.:

**G01B 11/14** (2006.01)

**G02B 23/24** (2006.01)

**G01N 21/954** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2014** **E 14172886 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 2957859**

54 Título: **Dispositivo de prueba y procedimiento para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.12.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ULLRICH, WOLFGANG y  
BADER, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 693 751 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 prueba y procedimiento para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco

5 La presente invención se refiere, de acuerdo con la reivindicación 1, a un dispositivo de prueba para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco, en particular de un agujero cilíndrico en un bloque de motor. Además, la presente invención, de acuerdo con la reivindicación 11, se refiere a un procedimiento para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco.

10 En la fabricación de bloques de motor, pero también de numerosos otros productos, las propiedades de pared de un espacio hueco tienen una gran importancia. Las mismas se pueden proveer con un revestimiento especial. Por ejemplo, sobre las superficies de deslizamiento de los agujeros de cilindro en un bloque de motor de un motor de combustión interna, o de otros cilindros de trabajo, muchas veces se aplican revestimientos, por ejemplo, a través de un proceso de pulverización térmica por hilo continuo o proyección de polvo. Por medio de revestimientos apropiados, en principio se pueden lograr numerosos mejoramientos; éstos comprenden: Reducción del consumo de combustible en motores de combustión, uso de materiales constructivos livianos, reducción de la fricción, mejoramiento de la disipación de calor, formas de construcción más compactas y eliminación del mantenimiento.

15 Para alcanzar estos objetivos, los revestimientos deben cumplir con valores característicos de superficie predeterminados dentro de tolerancias muy reducidas. Deben prevenirse los defectos de cilindro, en particular las irregularidades de las paredes interiores del cilindro, así como los depósitos de material. Por lo tanto, la fabricación y verificación confiable de las superficies de cilindro tiene una gran importancia.

20 En general, el ámbito de aplicación de la presente invención no está limitado a componentes de motor, sino que comprende todas las tareas en las que se deben inspeccionar las paredes interiores de una pieza de trabajo.

25 Los dispositivos de ensayo conocidos para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco y los correspondientes procedimientos conocidos para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco requieren una gran medida de actividades manuales. La realización de una medición apropiada para el objeto que se va a examinar, así como la evaluación de la medición, requieren un grado de conocimientos relativamente alto por parte del usuario y están asociadas con un elevado consumo de tiempo. Además, la tasa de errores es alta.

30 Así, por ejemplo, puede estar prevista una inspección visual de las paredes interiores, en la que una persona controla a simple vista las paredes interiores. Sin embargo, de esta manera no se puede detectar un posible defecto de aspereza superficial residual. Si el procedimiento se complementa mediante dispositivos de ensayo sencillos, por ejemplo, mediante medidores de longitud y de distancia, con los que el usuario determina el diámetro de un agujero cilíndrico, esto igualmente está asociado con un consumo de tiempo relativamente elevado. Particularmente difíciles de cumplir son los requisitos planteados a la confiabilidad de una medición de control con espesores de capa muy reducidos, que pueden ser, por ejemplo, de 300 µm.

35 El documento DE 10 2004 043 209 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para la medición de las paredes internas de un espacio hueco, preferentemente de una pared de agujero. Para esto se provee una cámara de CCD, que registra un haz de medición de forma anular que es reflejado por la superficie de la pared interior, y de esta manera mide un perfil del cuerpo hueco.

En el documento DE 198 13 134 A1 se describe un procedimiento de inspección para recipientes de gran tamaño, en el que se prevé la toma de fotografías de las paredes interiores del recipiente de gran tamaño para fines de inspección por medio de una cámara.

40 Por el documento DE 197 46 662 A1 se conoce otra disposición de medición, que también está prevista para la medición de un agujero. Con un haz de luz desviado en forma de abanico, por medio de un dispositivo detector se registra un contorno interior del agujero a través de un procedimiento de sección luminosa.

45 Para examinar un agujero de cilindro en un bloque de motor, en particular en un motor de barco, de acuerdo con el documento WO 99/15853 se provee un dispositivo de medición que se puede introducir en el agujero de cilindro y que después de su posicionamiento efectúa una pluralidad de mediciones individuales en la pared interior del cilindro.

Para la medición de un espacio hueco pequeño, en el documento EP 1 797 813 A1 se provee un dispositivo de medición óptico con sensores de distancia homofocales. A este respecto, por medio de fuentes luminosas puntuales se mide la pared interior del espacio hueco en diferentes sitios.

50 Un objetivo de la presente invención consiste en proveer un dispositivo de prueba y un procedimiento para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco, que de una manera confiable y en poco tiempo, en particular de manera sincronizada con un proceso de fabricación, puedan detectar propiedades o defectos superficiales en las paredes interiores.

55 Este objetivo se logra a través de un dispositivo de prueba con las características mencionadas en la reivindicación 1 y por medio del procedimiento con las características mencionadas en la reivindicación 11.

Variantes ventajosas del procedimiento de acuerdo con la presente invención y del dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes y se describen además en la siguiente descripción, en particular con referencia a las figuras.

5 Un dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco, en particular de un agujero de cilindro en un bloque de motor, comprende por lo menos

- un dispositivo de sujeción para sujetar el cuerpo hueco,
- un dispositivo de cámara en forma de bastón, que está diseñado para tomar una imagen de manera transversal al eje longitudinal del dispositivo de cámara en forma de bastón,
- un dispositivo de ajuste para introducir y extraer vivo de cámara en el cuerpo hueco,
- 10 - un dispositivo de iluminación para iluminar las paredes interiores del cuerpo hueco,
- medios electrónicos de mando y evaluación, que están diseñados para tomar una imagen circunferencial de 360° alrededor del eje longitudinal del dispositivo de cámara en forma de bastón, para controlar el dispositivo de cámara, y para determinar, a partir de los datos de imagen registrados por el dispositivo de cámara, las propiedades iniciales de las paredes interiores, así como
- 15 - un dispositivo de determinación del diámetro para determinar el diámetro interior de un espacio hueco del cuerpo hueco,

en lo que el dispositivo de determinación del diámetro presenta una fuente luminosa para emitir un haz de luz dirigidos sobre las paredes interiores del espacio hueco, así como medios de medición ópticos para comprobar la presencia de luz que proviene de las paredes interiores del espacio hueco, y

20 en lo que los medios de mando y evaluación están diseñados para determinar, a partir de la información de medición obtenida por medio del dispositivo de determinación del diámetro, el diámetro interior del espacio hueco.

El dispositivo de cámara y el dispositivo de determinación del diámetro pueden examinar, de manera simultánea o consecutiva, bien sea el mismo espacio hueco o dos espacios huecos diferentes del mismo cuerpo hueco. Por lo tanto, las paredes interiores arriba mencionadas de un espacio hueco, en el que se introduce el dispositivo de cámara, y las paredes interiores del espacio hueco que son medidas por el dispositivo de determinación del diámetro, pueden ser o bien idénticas o diferentes entre sí. En este último caso, ambos espacios huecos pueden ser examinados sucesivamente tanto por el dispositivo de cámara como también por el dispositivo de determinación del diámetro.

25

Las propiedades superficiales pueden comprender, por ejemplo, la rugosidad o aspereza, la existencia de rasguños, salpicaduras, la regularidad de un revestimiento, el color y/o la claridad de las paredes interiores.

30

El dispositivo de cámara puede estar diseñado para tomar en una misma toma una imagen circunferencial completa de 360°. De manera alternativa o adicional, los medios de mando y evaluación pueden estar diseñados para controlar la toma de varias imágenes consecutivas y luego unir las mismas para formar una imagen circunferencial completa. Para esto puede estar previsto que el dispositivo de ajuste haga girar el dispositivo de cámara alrededor del eje longitudinal entre las distintas tomas.

35

En el procedimiento de acuerdo con la presente invención para examinar las paredes interiores de un cuerpo hueco, el dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención se usa con la finalidad de que para la inspección de las paredes interiores con el dispositivo de cámara en forma de bastón se tome por lo menos una imagen mientras el dispositivo de cámara se encuentra introducido dentro del cuerpo hueco por la acción del dispositivo de ajuste.

40

Una ventaja fundamental es que a través de la presente invención se logra que una pieza de trabajo se pueda controlar con una gran precisión y confiabilidad, sin que un usuario tenga que ejecutar alguna acción para ello.

Una primera idea central de la presente invención consiste en que por medio de un dispositivo de sujeción para el cuerpo hueco y un dispositivo de ajuste para el dispositivo de cámara se permita un movimiento de la cámara que se efectúa de manera definida con relación al cuerpo hueco que se va a examinar. De esta manera, el posicionamiento del dispositivo de cámara y del dispositivo de determinación del diámetro, que es importante para la exactitud de la medición, puede efectuarse de manera exacta y reproducible. Para examinar las paredes interiores en poco tiempo y sin movimientos innecesarios, el dispositivo de cámara puede ser capaz de tomar una imagen circunferencial completa. Una imagen circunferencial completa puede representar una imagen de 360°, que, por lo tanto, cubre el alcance de medición completo en la dirección circunferencial de las paredes interiores.

45

El dispositivo de iluminación puede comprender un dispositivo de luz incidente y comprende obligatoriamente un dispositivo de iluminación rasante. Como dispositivo de luz incidente, su óptica de radiación puede disponerse junto a una óptica de recepción del dispositivo de cámara. Una dirección de radiación principal del dispositivo de luz incidente puede ser substancialmente paralela a una dirección de recepción principal del dispositivo de cámara, por ejemplo, en un ángulo de menos de 20°.

50

Un dispositivo de iluminación de luz rasante, en cambio, se dispone de tal manera que las direcciones de radiación del dispositivo de iluminación de luz rasante, en las que durante el uso iluminar las paredes interiores, se disponen de manera transversal a las direcciones de recepción, desde las que el dispositivo de cámara recibe la luz de las

55

- 5 paredes interiores iluminadas. Debido a esto se pueden detectar fácilmente pequeños defectos de lisura u otras irregularidades de las paredes interiores. Así, las direcciones de radiación del dispositivo de iluminación de luz rasante no son sustancialmente paralelas a las direcciones de recepción del dispositivo de cámara. Más bien, se usa un dispositivo de iluminación de luz rasante, cuyas direcciones de radiación se disponen de manera transversal a las direcciones de recepción, desde las que el dispositivo de cámara recibe la luz de las paredes interiores iluminadas. Debido a esto se incrementa el relieve de las sombras proyectadas a causa de variaciones de altura en las paredes interiores.
- 10 Bajo el término “direcciones de radiación” se ha de entender el alcance angular entero en el que se irradia luz desde un punto respectivo del dispositivo de iluminación de luz rasante. Alternativamente, bajo este término también se puede entender aquella zona angular de la emisión de luz, en la que durante el funcionamiento de medición, la luz emitida incide realmente sobre las paredes interiores.
- 15 Las irregularidades superficiales se pueden detectar particularmente bien, si el ángulo entre las direcciones de radiación, con las que se ilumina un determinado punto de las paredes interiores, y las direcciones de recepción, desde las que la luz proveniente del mismo punto es medida por el dispositivo de cámara, es cercano a los 90°.
- De esta manera, el ángulo entre el dispositivo de iluminación de luz rasante y los dispositivos de recepción del dispositivo de cámara se ubican entre 45° y 135°, en particular entre 60° y 120°, preferentemente entre 75° y 105°.
- 20 Adicionalmente, para una proyección de sombra de gran tamaño es decisiva la dirección de iluminación relativa a la dirección longitudinal del espacio hueco inspeccionado. Estas direcciones preferentemente pueden ser paralelas entre sí. Por ejemplo, puede estar previsto que la luz emitida por el dispositivo de iluminación de luz rasante sobre las paredes interiores incida sobre las mismas en un ángulo menor de 25°, preferentemente menor de 15° o de 10°.
- Bajo el término “paredes interiores” se han de entender las superficies de camisa interiores de un espacio hueco de un cuerpo hueco que se va a examinar. El espacio hueco básicamente puede estar abierto en ambos lados frontales mutuamente opuestos, o solamente en uno de estos lados.
- 25 En principio, el cuerpo hueco puede ser cualquier pieza de trabajo deseada, que el presente por lo menos una depresión o una abertura como espacio hueco. A este respecto, se puede tratar, por ejemplo, de un bloque de motor en el que se hayan producido varios agujeros de cilindro como espacios huecos que deben examinarse.
- 30 En principio, el dispositivo de sujeción puede estar realizado de cualquier manera deseada, mientras sea capaz de sujetar, es decir, sostener, el cuerpo hueco que se va a examinar. Al mismo tiempo, también puede estar diseñado para transportar el cuerpo hueco. El dispositivo de sujeción puede estar realizado de tal manera que un cuerpo hueco sujetado ocupa una posición definida con relación a los demás componentes del dispositivo de prueba, por ejemplo, con relación al dispositivo de cámara. Alternativamente, el dispositivo de sujeción también puede estar realizado de tal manera que un cuerpo hueco puede ocupar diferentes posiciones en el dispositivo de sujeción, tal como es el caso, por ejemplo, en una cinta transportadora como dispositivo de sujeción. Para que también en este caso el dispositivo de cámara se pueda mover a lo largo de una trayectoria de movimiento predeterminada con relación al cuerpo hueco, se pueden proveer medios de detección de posición. Los mismos determinan la posición del cuerpo hueco en el dispositivo de sujeción. El dispositivo de ajuste para mover el dispositivo de cámara se controla entonces en función de la posición detectada del cuerpo hueco. El dispositivo de cámara mismo también se puede usar como medio de detección de posición o como una parte del mismo. Por la forma de bastón del dispositivo de cámara, el mismo se puede introducir fácilmente en espacios huecos de diferentes formas. Como forma de bastón se puede considerar en particular una forma cuya longitud tres sustancialmente mayor que sus dimensiones de sección transversal, por ejemplo, por lo menos 4 veces o por lo menos 6 veces mayor. A este respecto, no todos los medios empleados para la toma de imágenes tienen que disponerse necesariamente dentro de la forma de bastón. Por ejemplo, a través de elementos ópticos dentro de la forma de bastón se puede generar una imagen en un chip de cámara que se encuentra dispuesta en el exterior de la estructura de bastón.
- 40 El dispositivo de cámara en forma de bastón comprende una zona de entrada de luz, por la que la luz para tomar una fotografía de las paredes interiores puede penetrar en el dispositivo de cámara, en particular de manera exclusiva en su extremo inferior, es decir, en el extremo con el que se introduce primero en el espacio hueco. Para tomar una imagen circunferencial completa (360°), la zona de entrada de luz puede extenderse alrededor de la circunferencia entera de la forma de bastón.
- 45 El dispositivo de cámara es desplazado por el dispositivo de ajuste de manera relativa al cuerpo hueco. A este respecto, puede estar previsto que el dispositivo de cámara también se desplace de manera relativa al dispositivo de iluminación de luz rasante. Esto simplifica la construcción del dispositivo de iluminación rasante, en particular en lo referente a las limitaciones de tamaño, y facilita un movimiento preciso del dispositivo de cámara. Alternativamente, también puede estar previsto que el dispositivo de iluminación de luz rasante se encuentre acoplado de manera rígida con el dispositivo de cámara y, por lo tanto, se ajuste junto con el mismo. Entre otras cosas, esto presenta la ventaja de que para diferentes posiciones del dispositivo de cámara se logra una iluminación uniforme de la zona fotografiada respectivamente por el dispositivo de cámara.
- 50
- 55

- Un proceso de ajuste del dispositivo de cámara por el dispositivo de ajuste implica como mínimo el ajuste de su campo visual, es decir, de su zona de detección. Así, por ejemplo, se puede desplazar un espejo exterior, mientras que otros componentes del dispositivo de cámara permanecen estacionarios, por ejemplo, un chip de cámara. Para una mayor seguridad en un entorno de fabricación bajo condiciones más rudas, sin embargo, puede ser preferente si los componentes ópticos se alojan dentro de una carcasa en forma de bastón, que a su vez puede ser movida por el dispositivo de ajuste. Dentro de la carcasa en forma de bastón se puede generar una sobrepresión y se pueden proveer medios para el lavado con aire de las ópticas frontales, por las que entra o sale la luz en la carcasa. De esta manera se puede mejorar la protección frente al polvo. También es posible disponer todos los medios de medición y de transmisión aquí descritos del dispositivo de prueba dentro de una carcasa de medición climatizada y cargada con una sobrepresión.
- El dispositivo de cámara puede estar diseñado de tal manera que puede tomar una imagen circunferencial completa en un momento dado. Alternativamente, también puede estar previsto que el dispositivo de ajuste haga girar el dispositivo de cámara para tomar sucesivamente varias imágenes, que luego son unidas por los medios electrónicos de mando y evaluación para formar una única imagen circunferencial completa.
- El dispositivo de iluminación de luz rasante puede estar realizado como luz anular, que se dispone de manera centrada con respecto al dispositivo de cámara en forma de bastón. A este respecto, la superficie anular se ubica de manera perpendicular con respecto a la dirección longitudinal del dispositivo de cámara en forma de bastón. Esto mejora la homogeneidad de la iluminación. Para una realización como luz anular, el dispositivo de iluminación de luz rasante puede comprender varias fuentes luminosas, por ejemplo, por lo menos 4 u 8 fuentes luminosas, que se disponen a lo largo de una forma anular.
- El dispositivo de iluminación de luz rasante se dispone de tal manera que se encuentre en el exterior del cuerpo hueco, cuando el dispositivo de cámara esté introducido dentro del cuerpo hueco. Cuando se introduce el dispositivo de cámara, el dispositivo de iluminación de luz rasante puede moverse conjuntamente o bien permanecer en reposo. Debido al posicionamiento en el exterior del cuerpo hueco, se puede lograr una iluminación de las paredes interiores desde una dirección casi paralela a la dirección longitudinal del espacio hueco, sin que exista el peligro de una colisión con el cuerpo hueco.
- Los medios de mando y evaluación también pueden estar diseñados para determinar, en base a los datos de medición del dispositivo de determinación del diámetro, un perfil de altura o una rugosidad de las paredes interiores.
- El dispositivo de determinación del diámetro puede estar formado en particular por al menos un sensor de triangulación. También puede comprender varios sensores de triangulación, por ejemplo, por lo menos cuatro, que pueden disponerse en particular de manera anular alrededor del dispositivo de cámara en forma de bastón.
- Un sensor de triangulación puede presentar, por ejemplo, ópticas de transmisión y recepción separadas, en lo que la luz, que proviene de una zona iluminada a través de la óptica de transmisión, es dirigida por la óptica de recepción en función de la distancia de la zona al sensor de triangulación sobre diferentes sensores fotosensibles o zonas de sensor.
- El por lo menos un sensor de triangulación debe estar orientado de tal manera que inspeccione una zona de las paredes interiores, que al mismo tiempo también es inspeccionado por el dispositivo de cámara.
- Con frecuencia se inspeccionan piezas de trabajo con varios espacios huecos. En este caso, el dispositivo de cámara y el dispositivo de determinación del diámetro también pueden examinar simultáneamente diferentes espacios huecos. Esto satisface las exigencias de una forma de construcción compacta y, además, la inspección se puede efectuar en poco tiempo. En esta forma de realización, el dispositivo de cámara y el dispositivo de determinación del diámetro preferentemente presentan una distancia ajustable entre sí, que pueden adaptarse a la distancia de los espacios huecos en el cuerpo hueco entre sí.
- Si el dispositivo de determinación del diámetro se dispone de tal manera con respecto al dispositivo de cámara que ambos pueden introducirse al mismo tiempo en diferentes espacios huecos, entonces el dispositivo de determinación del diámetro puede disponer de medios de accionamiento correspondientes. El dispositivo de determinación del diámetro puede disponerse de tal manera que se introduzca a lo largo del eje longitudinal del espacio hueco que se está examinando. Esto aumenta la exactitud de las mediciones de distancia a las paredes interiores.
- Alternativamente, sin embargo, el dispositivo de determinación del diámetro y el dispositivo de cámara también pueden disponerse de tal manera que examinen el mismo espacio hueco al mismo tiempo.
- Puede ser preferente que el dispositivo de determinación del diámetro se encuentre acoplado de manera rígida al dispositivo de cámara. Por lo tanto, ambos son ajustados en su altura con relación al cuerpo hueco a través del dispositivo de ajuste y pueden examinar sucesivamente diferentes zonas de altura del mismo.
- El dispositivo de determinación del diámetro preferentemente está realizado como un sensor homofocal. En el mismo se provee un elemento óptico común para enviar la luz de la fuente luminosa hacia las paredes interiores y

para dirigir la luz desde las paredes interiores al medio de medición óptico. En un sensor homofocal, una zona focal iluminada coincide con una zona de medición, que se retrata de manera nítida.

5 El dispositivo de determinación del diámetro puede comprender un conductor de ondas luminosas, que conduce la luz emitida y/o la luz que se va a comprobar. De esta manera, la fuente luminosa y los medios de medición ópticos durante el funcionamiento de medición pueden posicionarse en el exterior del espacio hueco examinado. El conductor de ondas luminosas puede extenderse de manera paralela al eje longitudinal del dispositivo de cámara en forma de bastón.

10 Pueden proveerse medios de accionamiento para girar el dispositivo de determinación del diámetro. De esta manera se pueden examinar consecutivamente diferentes zonas de las paredes interiores. Los medios de accionamiento también pueden formar parte del dispositivo de ajuste y girar conjuntamente con el dispositivo de determinación del diámetro también el dispositivo de cámara.

15 Además del dispositivo de cámara, se puede proveer por lo menos un sensor de colores para determinar el color de las paredes interiores de un cuerpo hueco. Los medios electrónicos de mando y evaluación pueden estar diseñados para comparar los colores de las paredes interiores determinados por el sensor de colores con valores especificados y emitir, en función de la comparación, una declaración de calidad para las paredes interiores. Los valores especificados pueden ser, por ejemplo, tonos de color o valores de tolerancia, por los que los colores medidos consecutivamente pueden diferir entre sí.

20 Los medios electrónicos de mando y evaluación pueden estar diseñados para decidir, en base a los valores de medición recogidos, es decir, los valores de medición del dispositivo de cámara y, dado el caso, del dispositivo de determinación del diámetro y, dado el caso, del sensor de colores, si un cuerpo hueco examinado presenta una calidad suficiente o insuficiente. Preferentemente, el dispositivo de prueba también comprende un dispositivo de clasificación. Este último puede estar diseñado para transportar un cuerpo hueco examinado selectivamente por una de por lo menos dos vías diferentes. A este respecto, la vía se selecciona dependiendo de si la calidad determinada del cuerpo hueco es insuficiente o suficiente.

25 El sensor de colores puede estar acoplado de manera rígida con el dispositivo de medición del diámetro y, por lo tanto, puede ser ajustado en su altura y girado conjuntamente con el mismo. El eje de giro en este caso se dispone preferentemente de manera centrada con respecto al espacio hueco actualmente examinado. El dispositivo de medición del diámetro puede estar dispuesto de tal manera que se introduzca de manera centrada o descentrada en un cuerpo hueco sujetado.

30 La distinción de colores del sensor de colores ventajosamente puede ser mejor que la del dispositivo de cámara.

35 En el dispositivo de cámara en forma de bastón se pueden proveer medios de iluminación concomitantes, que pueden disponerse de tal manera que iluminen la zona detectada por el dispositivo de cámara de las paredes interiores. Los medios de iluminación pueden formar parte del dispositivo de iluminación. Puede estar previsto que los mismos y el dispositivo de iluminación de luz rasante se conecten consecutivamente, en lo que el dispositivo de cámara puede tomar respectivamente por lo menos una imagen. Mientras que el dispositivo de iluminación de luz rasante debido a su disposición resalta de manera particularmente fuerte las irregularidades de las paredes interiores, los medios de iluminación preferentemente pueden producir una iluminación particularmente homogénea. Además, el dispositivo de iluminación de luz rasante y los medios de iluminación pueden emitir luz en diferentes alcances de longitudes de onda, por lo que se pueden obtener diferentes informaciones sobre las paredes interiores. 40 Para una iluminación homogénea, las direcciones de radiación de los medios de iluminación pueden disponerse en un ángulo pequeño con respecto a las direcciones de recepción del dispositivo de cámara, por ejemplo, en ángulos menores de 30° o menores de 15°.

45 Para reducir adicionalmente el tiempo requerido para la prueba, el dispositivo de cámara en forma de bastón puede presentar varias zonas de entrada de luz desplazadas en su dirección longitudinal para la toma de varias imágenes circunferenciales completas desplazadas en la dirección longitudinal. Para cada una de estas zonas de entrada de luz se puede proveer una cámara correspondiente, es decir, un chip de cámara correspondiente.

50 El dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención también puede disponer de varios dispositivos de cámara y de varios dispositivos de determinación del diámetro. Éstos pueden ser desplazados, o por lo menos controlados simultáneamente, por un dispositivo de ajuste común. De esta manera se pueden inspeccionar al mismo tiempo varios espacios huecos de un cuerpo hueco. Esto resulta útil, por ejemplo, para inspeccionar los cilindros de un motor de combustión. Los varios dispositivos de cámara y los varios dispositivos de determinación del diámetro pueden disponerse a una distancia ajustable entre sí, de tal manera que esta distancia se pueda adaptar a la distancia entre los espacios huecos que se van a examinar.

55 En una variante del procedimiento de acuerdo con la presente invención, para la prueba de diferentes zonas de altura de las paredes interiores con el dispositivo de cámara en forma de bastón se toman varias imágenes sucesivamente, mientras el dispositivo de cámara está siendo introducido y/o extraído del cuerpo hueco por el dispositivo de ajuste. De esta manera se puede registrar en muy poco tiempo el rango de altura se enteró que se debe examinar de las paredes interiores. Si las imágenes sólo se toman bien sea durante la introducción o durante

la extracción, el movimiento de entrada o de salida, durante el que no se efectúa ninguna toma de imágenes, se puede efectuar de manera particularmente rápida, es decir, en todo caso más rápido que el otro movimiento de entrada o de salida. Alternativamente, las imágenes también se pueden tomar tanto durante la entrada como también durante la salida, por lo que se puede lograr una redundancia de datos y/o una mayor seguridad de medición.

5 El dispositivo de ajuste se puede controlar de tal manera que introduzca el dispositivo de cámara a lo largo de un eje central de un espacio hueco del cuerpo hueco al interior del mismo. Debido al movimiento a lo largo del eje central se facilita la posterior evaluación de los datos. Para su guía a lo largo del eje central, el dispositivo de cámara y el dispositivo de sujeción para el cuerpo hueco pueden disponerse correspondientemente entre sí.

10 Puede ser ventajoso si con el sensor de colores y el dispositivo de determinación del diámetro se pueden inspeccionar de manera precisa espacios huecos con diámetros muy diferentes. Para este fin, los medios de accionamiento pueden estar diseñados para desplazar el sensor de colores y/o el dispositivo de determinación del diámetro de manera transversal, en particular de manera perpendicular, con respecto a un eje longitudinal del espacio hueco. Este ajuste se puede efectuar automáticamente después de medir la distancia del sensor de colores y/o del dispositivo de determinación del diámetro a una pared del espacio hueco. A este respecto, la medición de la distancia puede efectuarse con el dispositivo de determinación del diámetro. Ventajosamente, de esta manera es posible examinar espacios huecos de tamaños muy diferentes con el mismo dispositivo de prueba.

15 Para una configuración mecánicamente simple, puede estar previsto que el dispositivo de cámara y el sensor de colores y/o el dispositivo de determinación del diámetro se introduzcan consecutivamente en el mismo espacio hueco que se va a examinar. El dispositivo de cámara y el sensor de cámara o el dispositivo de determinación del diámetro pueden disponerse de manera desplazada entre sí en un plano perpendicular al eje longitudinal del espacio hueco, por ejemplo, con un giro de 180° alrededor del eje longitudinal.

Las propiedades de la presente invención que se describen como características adicionales del dispositivo, también se han de entender como variantes del procedimiento de acuerdo con la presente invención, y a la inversa.

25 Otras ventajas y características de la presente invención se describen más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos. En los dibujos:

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un primer ejemplo de realización de un dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención.

30 La Fig. 2 muestra una representación esquemática de un segundo ejemplo de realización de un dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de un tercer ejemplo de realización de un dispositivo de prueba de acuerdo con la presente invención.

En las figuras, los componentes iguales o de igual acción se designan en general con los mismos caracteres de referencia.

35 La Fig. 1 muestra un ejemplo de realización de un dispositivo de prueba 100 de acuerdo con la presente invención. El mismo sirve para inspeccionar las paredes interiores 4 de un cuerpo hueco 1. Por ejemplo, se puede tratar de las superficies de deslizamiento de cilindro 4 de un bloque de motor 1.

40 El cuerpo hueco 1 puede presentar uno o varios espacios huecos 3, que a su vez presentan respectivamente paredes interiores 4 que se van a examinar. Por ejemplo, puede ser necesario examinar los revestimientos en las paredes interiores 4.

Como componentes principales, el dispositivo de prueba 100 comprende un dispositivo de cámara 10, un dispositivo de iluminación de luz rasante 20 y un dispositivo de determinación del diámetro 30.

Además, el dispositivo de prueba 100 presenta un dispositivo de sujeción, no representado en el ejemplo, con el que el cuerpo hueco 1 se sostiene en una posición deseada y conocida.

45 El dispositivo de cámara 10 presenta una carcasa en forma de bastón. La misma se introduce en el espacio hueco 3 por medio de un dispositivo de ajuste (no representado). A través de una zona de entrada de luz 12 en el extremo inferior de la carcasa en forma de bastón, el dispositivo de cámara 10 puede tomar una fotografía de su entorno. El campo visual 15 del dispositivo de cámara 10 se dispone de manera transversal, en particular de manera perpendicular a su dirección longitudinal, que está definida por la forma de bastón. Preferentemente, el campo visual cubre un ángulo de 360°, de tal manera que se puede tomar una imagen circunferencial completa.

El dispositivo de iluminación de luz rasante 20 sirve para iluminar las paredes interiores 4. A este respecto, el dispositivo de iluminación de luz rasante 20 se dispone de tal manera que sus direcciones de radiación 25 se disponen de manera transversal a las direcciones de recepción 15, es decir, el campo visual 15, del dispositivo de cámara 10. Esto también se puede denominar como iluminación de campo oscuro. De esta manera, las eventuales

irregularidades de las paredes interiores 4 proyectan sombras comparativamente fuertes, las que pueden ser detectadas entonces por el dispositivo de cámara 10.

El dispositivo de iluminación de luz rasante 20 puede proveer una iluminación de forma anular, que ilumina simultáneamente una zona anular entera de las paredes interiores 4.

5 El dispositivo de cámara 10 puede tomar varias imágenes mientras se está introduciendo o extrayendo del espacio hueco 3. De esta manera se pueden inspeccionar diferentes niveles de altura de las paredes interiores 4.

Las imágenes tomadas son evaluadas entonces por medios electrónicos de mando y evaluación (no representado). Mediante la aplicación de criterios especificados, los medios de mando y evaluación determinan si las paredes interiores 4 examinadas están libres de defectos o si presentan defectos. Dependiendo de esta decisión, el cuerpo hueco 1 puede transportarse a diferentes estaciones de fabricación.

10

Como una idea fundamental de la presente invención, por medio de un dispositivo de medición óptico adicional se detecta el diámetro del espacio hueco 3. En base al diámetro también se pueden sacar conclusiones en cuanto al espesor de un revestimiento de las paredes interiores 4 o con respecto a irregularidades de un revestimiento. Estas mediciones se efectúan con el dispositivo de determinación del diámetro 30, que presenta por lo menos una fuente de luz 32 y medios de medición ópticos 35.

15

En el ejemplo representado, este dispositivo comprende varios sensores de triangulación 31, que están dispuestos de tal manera que están dirigidos sobre diferentes sitios de las paredes interiores 4 cuando el dispositivo de cámara 10 se encuentra introducido en el espacio hueco 3. Los sensores de triangulación 31 pueden moverse conjuntamente con el dispositivo de cámara 10. Debido a esto, a través de los sensores de triangulación 31 también se pueden examinar diferentes niveles de altura de las paredes interiores 4.

20

Los resultados de medición del dispositivo de determinación del diámetro 30 también son tomados en cuenta por los medios de mando y evaluación para tomar la decisión sobre la existencia o la no existencia de defectos en las paredes interiores 4.

En la forma de realización de acuerdo con la Fig. 2, se inspecciona un cuerpo hueco 1 que presenta varios espacios huecos 3 y 5, que respectivamente presentan paredes interiores 4 y 16 que se deben examinar. En este caso, el dispositivo de prueba 100 igualmente comprende un dispositivo de cámara 10, un dispositivo de iluminación de luz rasante 20 y un dispositivo de determinación del diámetro 30.

25

Sin embargo, el dispositivo de determinación del diámetro 30 en este ejemplo no está formado por sensores de triangulación. Más bien se usa un medidor de distancia óptico 30, que preferentemente está realizado como sensor homofocal 39. El mismo comprende un conductor de ondas 37, a través del que un haz de medición 34 se dirige sobre las paredes interiores 6. La luz reflejada también se dirige a través del conductor de ondas 37.

30

En este ejemplo se provee adicionalmente un sensor de colores 40, que efectúa una medición sensible al color de las paredes interiores 6. El sensor de colores 40 también puede disponer de un conductor de ondas y puede estar acoplado con el medidor de distancia 30. De esta manera, ambos elementos pueden introducirse al mismo tiempo en el espacio hueco 5. Además, ambos pueden girar conjuntamente alrededor del eje central del espacio hueco 5, por lo que las paredes interiores 6 pueden escanearse en la dirección circunferencial. La determinación del color puede contribuir a detectar sitios de error y/o espesores de capa en las paredes interiores.

35

En la forma de realización de acuerdo con la Fig. 2, el dispositivo de determinación del diámetro 30 y el dispositivo de cámara 10 se introducen al mismo tiempo en diferentes espacios huecos 3 y 5. Debido a esto, estos componentes tampoco interfieren mutuamente si sus dimensiones son mayores. Además, ambos pueden introducirse a lo largo del eje central del respectivo espacio hueco 3, 5, lo que facilita la evaluación de las mediciones.

40

En la forma de realización de la Fig. 3, el dispositivo de prueba 100 comprende un dispositivo de cámara 10 y un dispositivo de iluminación de luz rasante 20, que pueden estar realizados de la misma manera que lo descrito más arriba con relación a las figuras 1 o 2. El dispositivo de determinación del diámetro 30 y el sensor de colores 40 en este ejemplo están contruidos de la misma manera que en la forma de realización de la Fig. 2. Sin embargo, en la forma de realización de la Fig. 3 están acoplados con el dispositivo de cámara 10. Es decir que se introducen junto con éste en el mismo espacio hueco 3. A este respecto, el dispositivo de determinación del diámetro 30 puede estar dispuesto en el exterior del campo visual 15 del dispositivo de cámara 10, de tal manera que las mediciones no interfieren mutuamente. El dispositivo de iluminación de luz rasante 20 y la fuente luminosa del dispositivo de determinación del diámetro 30 en este ejemplo pueden controlarse consecutivamente, con lo que también se previenen interferencias mutuas.

45

50

Mediante un giro de los componentes de medición 10, 30, 40 y, dado el caso, del dispositivo de iluminación de luz rasante 20, se pueden examinar sucesivamente diferentes secciones de circunferencia de las paredes interiores 4. Debido a que para los componentes de medición 30, 40 de todas maneras se requiere efectuar un giro, en este caso no es necesario configurar el dispositivo de cámara 10 para la toma de una imagen circunferencial completa. En

55

lugar de ello, también se pueden unir las imágenes tomadas consecutivamente en un mismo nivel de altura por el dispositivo de cámara 10 para formar una imagen circunferencial completa.

5 Por medio del dispositivo de prueba 100 de acuerdo con la presente invención, es posible inspeccionar cuerpos huecos de una manera particularmente rápida y confiable. De esta manera se pueden separar los cuerpos huecos defectuosos, sin que para ello se requiera la acción de un usuario.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de prueba para examinar las paredes interiores (4, 6) de un cuerpo hueco (1), en particular de un agujero de cilindro en un bloque de motor, con
- un dispositivo de sujeción para sostener el cuerpo hueco (1),
  - 5 - un dispositivo de cámara en forma de bastón (10), que está diseñado para tomar una imagen de manera transversal al eje longitudinal del dispositivo de cámara en forma de bastón (10),
  - un dispositivo de ajuste para introducir y extraer el dispositivo de cámara (10) en y del cuerpo hueco (1),
  - un dispositivo de iluminación (20) para iluminar las paredes interiores (4, 6) del cuerpo hueco (1),
  - 10 - medios electrónicos de control y evaluación, que están diseñados para controlar el dispositivo de cámara 10 para la toma de una imagen circunferencial completa alrededor del eje longitudinal del dispositivo de cámara en forma de bastón (10) y para determinar, basándose en los datos de imagen registrados por el dispositivo de cámara (10), las propiedades superficiales de las paredes interiores (4, 6), y
  - un dispositivo de determinación del diámetro (30) para determinar el diámetro interior de un espacio hueco (3, 5) del cuerpo hueco (1),
- 15 en lo que los medios de control y evaluación están diseñados para determinar, basándose en la información de medición obtenida por el dispositivo de determinación del diámetro (30), el diámetro interior de un espacio hueco (3, 5),
- caracterizado porque**
- 20 - el dispositivo de determinación del diámetro (30) presenta una fuente luminosa (32), que se provee de manera adicional al dispositivo de iluminación (20), para dirigir un haz de luz (34) sobre las paredes interiores (4, 6) del espacio hueco (3, 5), así como medios de medición ópticos (35), que se proveen de manera adicional al dispositivo de cámara (10), para detectar la luz que proviene de las paredes interiores (4, 6) del espacio hueco (3, 5),
  - 25 - el dispositivo de iluminación (20) comprende un dispositivo de iluminación de luz rasante (20), que está dispuesto de tal manera que las direcciones de radiación (25) del dispositivo de iluminación de luz rasante (20), en las que durante el funcionamiento ilumina las paredes interiores (4, 6), están dispuestas de manera transversal a las direcciones de recepción (15), desde las que el dispositivo de cámara (10) recibe la luz desde las paredes interiores iluminadas (4, 6), encontrándose el ángulo entre las direcciones de radiación (25) y las direcciones de recepción (15) entre 45° y 135°, y
  - 30 - el dispositivo de iluminación de luz rasante (20) está dispuesto de tal manera que se encuentra en el exterior del cuerpo hueco (1), cuando el dispositivo de cámara (10) ha sido introducido en el cuerpo hueco (1).
2. Dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la luz irradiada por el dispositivo de iluminación de luz rasante (20) sobre las paredes interiores (4, 6) se irradia sobre las mismas en un ángulo que es menor de 25°, preferentemente menor de 10°.
- 35 3. Dispositivo de prueba de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el dispositivo de cámara en forma de bastón (10) presenta en su extremo inferior, con el que es introducido primero en el espacio hueco (3, 5) del cuerpo hueco (1), una zona de entrada de luz (12) por la que puede entrar luz para tomar una imagen de las paredes interiores (4, 6).
- 40 4. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el dispositivo de iluminación (20) está realizado como una luz anular que está dispuesta de manera centrada con respecto al dispositivo de cámara en forma de bastón (10).
5. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el dispositivo de determinación del diámetro (30) comprende por lo menos un sensor de triangulación (31).
- 45 6. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el dispositivo de determinación del diámetro (30) comprende un sensor homofocal (39), proporcionándose un elemento óptico común para emitir la luz de la fuente luminosa (32) hacia las paredes interiores (4, 6) y para dirigir la luz desde las paredes interiores (4, 6) hacia los medios de medición ópticos (35).
7. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el dispositivo de determinación del diámetro (30) está dispuesto de tal manera con relación al dispositivo de cámara (10) que ambos pueden introducirse al mismo tiempo en diferentes espacios huecos (3, 5).
- 50 8. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** adicionalmente se provee un sensor de colores (40) para determinar el color de las paredes interiores (4, 6) de un cuerpo hueco (1), y **porque** los medios electrónicos de control y evaluación están diseñados para comparar los valores determinados de las paredes interiores (4, 6) con valores especificados y para emitir, en función de la comparación, una declaración sobre la calidad de las paredes interiores (4, 6).
- 55

9. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el dispositivo de iluminación (20) en el dispositivo de cámara en forma de bastón (10) comprende medios de iluminación concomitantes, que están dispuestos de tal manera que iluminan la zona de las paredes interiores (4, 6) que es captada por el dispositivo de cámara (10) durante el funcionamiento.
- 5 10. Dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** los medios electrónicos de control y evaluación están diseñados para decidir, basándose en los valores de medición registrados, si un cuerpo hueco examinado (1) presenta una calidad suficiente o insuficiente, y **porque** se provee un dispositivo de clasificación que clasifica el cuerpo hueco examinado (1) conforme al criterio de si se ha determinado una calidad suficiente o insuficiente del cuerpo hueco (1).
- 10 11. Procedimiento para examinar las paredes interiores (4, 6) de un cuerpo hueco (1) por medio del dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** para examinar las paredes interiores (4, 6) con el dispositivo de cámara en forma de bastón (10) se toma por lo menos una imagen, mientras el dispositivo de cámara (10) ha sido introducido por el dispositivo de ajuste dentro del cuerpo hueco (1), **porque** el dispositivo de iluminación de luz rasante (20) se encuentra en el exterior del cuerpo hueco (1) cuando el dispositivo de cámara (10) está introducido dentro del cuerpo hueco (1), y **porque** la fuente luminosa (32) dirige un haz de luz (34) sobre las paredes interiores (4, 6) del espacio hueco (3, 5) y los medios de medición ópticos (35) detectan la luz que proviene de las paredes interiores (4, 6) del espacio hueco (3, 5).
- 15 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el dispositivo de cámara (10) se introduce a lo largo del eje central de un espacio hueco (3, 5) del cuerpo hueco (1) en el mismo.

20

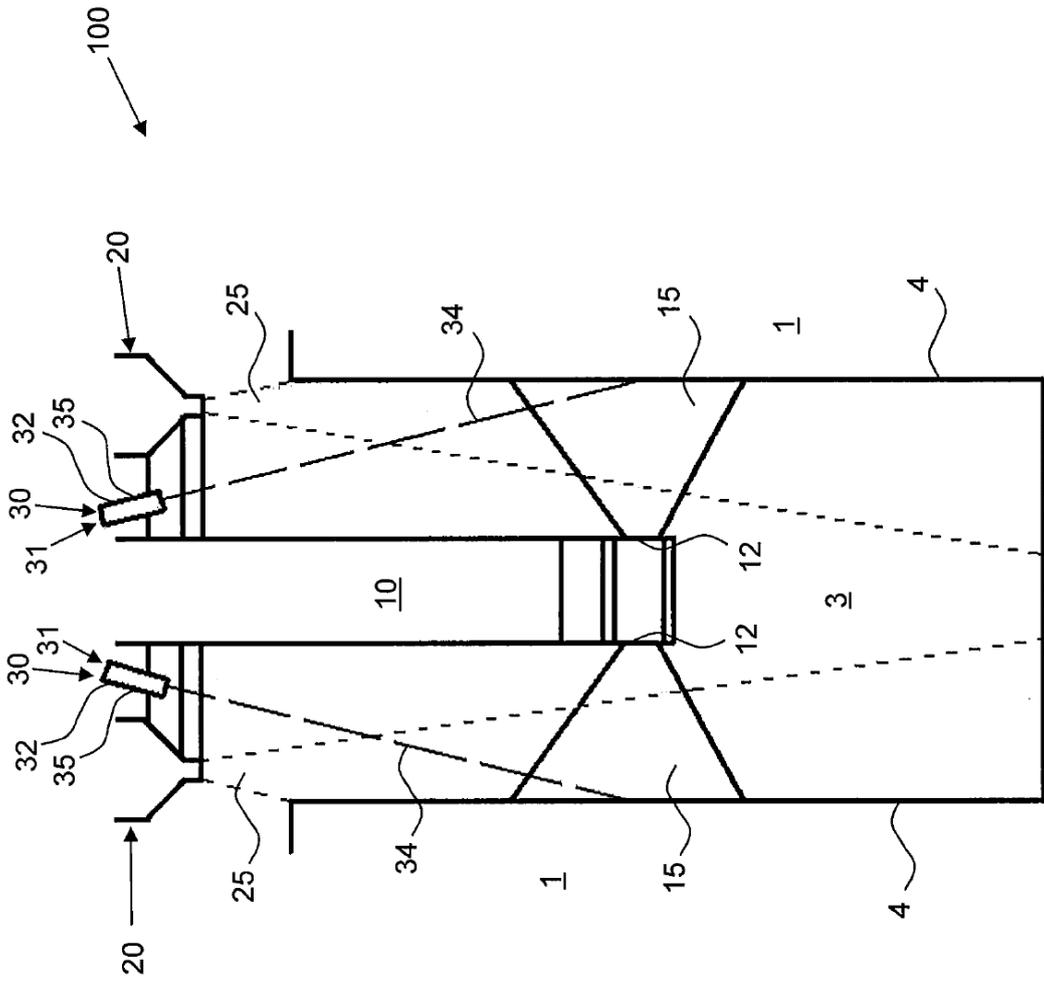


Fig. 1

