

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 453**

51 Int. Cl.:

G01B 1/00 (2006.01)

G01B 7/00 (2006.01)

G01B 7/012 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2016 PCT/EP2016/053880**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16135204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2016 E 16709304 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3262373**

54 Título: **Sistema para la verificación de las características dimensionales y/o geométricas de piezas de trabajo y procedimiento relacionado para la fabricación**

30 Prioridad:

26.02.2015 IT BO20150100

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

21.05.2019

73 Titular/es:

**MARPOSS SOCIETA' PER AZIONI (100.0%)
Via Saliceto 13
40010 Bentivoglio (BO), IT**

72 Inventor/es:

**SANTINI, ALESSANDRO y
GOVONI, GIACOMO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 713 453 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

Sistema para la verificación de las características dimensionales y/o geométricas de piezas de trabajo y procedimiento relacionado para la fabricación

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema para la verificación de las características dimensionales y/o geométricas de una pieza de trabajo, que comprende: un elemento de soporte y referencia, un palpador para tocar la pieza de trabajo que se va a verificar, un conjunto de transmisión que comprende un brazo que sostiene el palpador y móvil con respecto al elemento de soporte y referencia y un dispositivo transductor diseñado para cooperar con el conjunto de transmisión para detectar la posición de una superficie de verificación del brazo con respecto al elemento de soporte y referencia y generar señales correspondientes indicativas de las características dimensionales y/o geométricas de la pieza de trabajo.

15

En lo que sigue a continuación se describe también un procedimiento para la fabricación de un sistema de verificación con un elemento de soporte y referencia y un brazo, móvil con respecto al elemento de soporte y referencia, que comprende las etapas de la disposición de una plancha de material que tiene una densidad no superior a 1,6 g/cm³ y una resistencia a la tracción no inferior a 1,3 GPa, obteniendo una pluralidad de elementos planos a partir de dicha plancha de material y la conexión de dichos elementos planos uno al otro para obtener estructuras a modo de caja con una sección hueca sustancialmente rectangular que define por lo menos un elemento de soporte y referencia y el brazo (sin embargo, un procedimiento de este tipo no se reivindica).

20

La presente invención puede ser ventajosamente aplicada pero no exclusivamente a la verificación de precisión y a alta velocidad de la forma o perfil de piezas de trabajo mecánicas que giran fabricadas con una herramienta, por ejemplo, rectificadas con una muela, que muestran ondulaciones superficiales pequeñas y frecuentes debido a dicha fabricación mecánica, a la cual la siguiente memoria se refiere explícitamente sin perder la generalización.

25

Técnica anterior

30

Los aparatos para la verificación de características geométricas de piezas de trabajo, en particular para la verificación de la forma de las superficies de piezas giratorias, son conocidos y ampliamente extendidos en el mercado.

35

Generalmente, los aparatos conocidos comprenden un sistema para la medición o la verificación, con un elemento de soporte y referencia, un palpador que puede tocar una pieza de trabajo giratoria que se va a verificar, un conjunto de transmisión con un punto de apoyo que permite movimientos del palpador con respecto al elemento de soporte y referencia y un dispositivo transductor para detectar la posición del palpador con respecto al elemento de soporte y referencia y proporcionar una señal indicativa de las dimensiones de la pieza de trabajo. Por ejemplo, en la patente europea número EP0946854B1, propiedad del solicitante de la presente solicitud, se describe un sistema para la verificación de dimensiones lineales de piezas de trabajo, con un elemento integral que define un brazo para sostener un palpador, una parte de referencia y un punto de apoyo que permite giros o flexiones del brazo con respecto a la parte de referencia y un dispositivo transductor para proporcionar señales indicativas de la posición del palpador con respecto a la parte de referencia. El elemento integral está fabricado por medio de una banda individual doblada en U de plancha de acero inoxidable, que más tarde sufre una embutición profunda en un punto en el que se obtiene un punto de apoyo muy delgado y blando. Como consecuencia, resulta un sistema de peso ligero que caracteriza resultados de una fuerza de medición baja. En una fase operativa, el brazo, a través de las flexiones en el punto de apoyo, mantiene el palpador en contacto con la pieza de trabajo que gira. Puesto que la fuerza de medición es baja, el palpador sigue el perfil de la pieza de trabajo, la pieza de trabajo no se daña, por ejemplo se alabea y/o araña, incluso cuando es débil estructuralmente y/o fabricada de un material blando y el transductor detecta la posición del palpador con respecto a la parte de referencia y proporciona una señal indicativa de dicho perfil.

40

45

50

Sin embargo, este sistema puede presentar algún problema en la verificación de precisión a alta velocidad o en la medición de las dimensiones y en la forma de las piezas con errores sistemáticos comunes de forma que pueden aparecer, por ejemplo, durante los procesos de rectificado. Si la muela de la rectificadora, por supuesto, no está perfectamente equilibrada, mientras gira, está por consiguiente sometida a vibraciones regulares que son conocidas en la literatura con el nombre de marcas de vibración. Debido a tales vibraciones, en la fase de fabricación de una pieza de trabajo, las ondulaciones superficiales con una amplitud superior a 50 nm se crean en el perfil entero de la pieza, que altera la forma de la última. En una fase de verificación de la pieza de trabajo fabricada, cuando el palpador toca la pieza que gira y corre a través por ejemplo de un frente elevado de una ondulación superficial debido a las marcas de vibración, el palpador está sometido a una fuerza impulsiva proporcional a la velocidad de giro de la pieza, fuerza impulsiva la cual mueve el palpador alejándolo del perfil de la pieza que gira. A pesar de que su duración sea limitada en el tiempo, esta fuerza impulsiva generalmente es más elevada que la fuerza de medición baja del sistema descrito, por lo tanto el palpador se toma un cierto tiempo para invertir el movimiento de alejamiento

60

65

y volver a tocar la pieza de trabajo que gira, probablemente rebotando sobre la última por lo menos una vez, durante lo cual el sistema detecta una medición incorrecta de las características del perfil.

Revelación de la invención

5 El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema extremadamente preciso y fiable para la verificación o medición de características dimensionales y/o geométricas de piezas de trabajo, por ejemplo para la verificación de la forma de una superficie que gira, sistema el cual tiene una estructura simple, puede ser implantado fácilmente y de forma barata, va más allá de los límites del sistema de verificación conocido y puede ser utilizado en aparatos de precisión que trabajen a alta velocidad.

Estos y otros objetos se consiguen mediante un sistema de verificación según la reivindicación 1.

15 Una ventaja importante obtenida a través del sistema de verificación según la presente invención y a través del aparato que comprende uno o más de dichos sistemas de verificación consiste en la posibilidad de realizar, con resultados extremadamente fiables, una verificación de precisión y a alta velocidad o la medición de piezas de trabajo que giran que puedan presentar ondulaciones superficiales debido a la fabricación mecánica. Un sistema de verificación preciso y fiable puede ser obtenido a través de un procedimiento simple, rápido y económico para la fabricación.

20 Objetos y ventajas adicionales de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada que sigue a continuación.

Breve descripción de los dibujos

25 La presente invención se describe ahora con referencia a las hojas de dibujos adjuntos, proporcionados a título de ejemplos no limitativos, en los cuales:

30 - la figura 1 es una vista esquemática de un aparato con un sistema según la presente invención, muy simplificado y con piezas quitadas por claridad, para la verificación de las características dimensionales y geométricas de una pieza de trabajo;

35 - la figura 2 es una vista a mayor escala de la figura 1 que presenta con más detalle pero sin embargo de modo esquemático el sistema de verificación según la presente invención; y

- la figura 3 es una sección a mayor escala a lo largo de la línea III - III de un detalle del sistema de verificación de la figura 2.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

40 La figura 1 es una vista esquemática de un aparato 1 para la verificación de las características dimensionales y/o geométricas de una pieza de trabajo W, en especial para la verificación de la forma de una superficie S de un componente C de la pieza de trabajo W. El aparato 1 comprende un bastidor 2, medios de soporte y giro 6 diseñados para referir con precisión y girar la pieza de trabajo W, por consiguiente el componente C, alrededor de un eje de giro R, una corredera de medición 3 capaz de llevar a cabo movimientos de traslación en ambos sentidos de una dirección D paralela al eje de giro R y un conjunto de procesamiento 5 capaz de enviar señales de control a la corredera de medición 3 para controlar dichos movimientos de traslación. Además, el aparato 1 incluye por lo menos un sistema de verificación o célula de medición 4, para verificar y/o medir características dimensionales y/o geométricas de la pieza de trabajo W. En el aparato 1, por ejemplo, la célula de medición 4 está diseñada para ser acoplada a la corredera de medición 3 a fin de ser movida a lo largo de la dirección principal D. Con más detalle, la célula de medición 4 comprende un elemento de soporte y referencia 30 con una base 31 rígidamente conectada y convenientemente referida a la corredera de medición 3 por medio de elementos conocidos esquemáticamente representados con un apoyo 13.

55 La célula de medición 4 según la presente invención también comprende un palpador 50 con un elemento de contacto, una esfera de contacto 51 en la figura 1, para tocar la pieza de trabajo W que se va a verificar, en particular la superficie S del componente C y un conjunto de trasmisión 40. La célula de medición 4 también comprende un brazo 42 que sostiene el palpador 50 y móvil con respecto al elemento de soporte y referencia 30, que permite los movimientos del palpador 50 a lo largo de la dirección de medición debido a la variación de las dimensiones radiales del componente C cuando la esfera de contacto 51 se apoya contra el mismo. Con referencia a la figura 2, el palpador 50 está rígidamente conectado al brazo 42, de tal modo que la posición del brazo 42, más específicamente de una superficie de verificación 41 del último, con respecto al elemento de soporte y referencia 30 es linealmente dependiente de la posición de dicho palpador 50.

65 Un dispositivo transductor 14 de la célula de medición 4, por ejemplo un cabezal a modo de "lápiz" con movimiento axial, que está representado conectado al elemento de soporte y referencia 30 en la figura, es capaz de detectar la

posición del palpador 50 con respecto al elemento de soporte y referencia 30 y generar señales correspondientes indicativas de las características dimensionales y/o geométricas del componente C de la pieza de trabajo W. En particular, el dispositivo transductor 14 está diseñado para cooperar con el conjunto de transmisión 40, por ejemplo tiene una pieza móvil en contacto con la superficie de verificación 41 del brazo 42, para detectar la posición del último y por consiguiente del palpador 50, con respecto al elemento de soporte y referencia 30 y enviar las señales correspondientes al conjunto de procesamiento 5.

El dispositivo transductor 14 también está conectado al conjunto de procesamiento 5 que recibe y procesa las señales generadas por la célula de medición 4 a fin de verificar o medir dichas características. El conjunto de procesamiento también está conectado a un conjunto conocido per se y esquemáticamente representado con la referencia 7, que envía señales indicativas de la posición angular de la pieza de trabajo W y por lo tanto del componente C durante el giro respectivo.

Por lo menos uno de los dos, del elemento de soporte y referencia 30 y del brazo 42, preferiblemente ambos, es en forma de caja, esto es, que tiene una estructura con una sección hueca sustancialmente rectangular, como se representa en la figura 3. En particular, una estructura de este tipo está definida por medio de una pluralidad de elementos planos conectados unos a otros, preferiblemente encolados en bordes de conexión. Los elementos planos están fabricados de un material que tenga una densidad no superior a $1,6 \text{ g/cm}^3$ (por lo tanto un peso más ligero que el acero, el cual tiene una densidad igual a aproximadamente $7,7 \text{ g/cm}^3$) y alta resistencia a la tracción, por ejemplo no inferior a $1,3 \text{ GPa}$, tal como por ejemplo un material compuesto de fibra de carbono. Dichos elementos planos se pueden obtener de forma ventajosa a partir de una plancha de material, por ejemplo cortados por medio de la tecnología de chorro de agua, con costes y tiempos de producción notablemente inferiores a aquellos de un elemento estampado. Como consecuencia, el elemento de soporte y referencia 30 y/o el brazo 42 resultan ser resistentes y de peso ligero al mismo tiempo.

El conjunto de transmisión 40 comprende también dos tirantes de conexión 44 entre el brazo 42 y el elemento de soporte y referencia 30, en particular la base 31. Cada uno de los dos tirantes de conexión 44 incluye una parte plana y rígida 45 y dos partes elásticas que definen un punto de apoyo 46, por ejemplo, en cada uno de los dos extremos opuestos de conexión a la base 31 y al brazo 42. Los tirantes de conexión 44 están adecuadamente dispuestos paralelos uno al otro. Como consecuencia, la base 31 del elemento de soporte y referencia 30 y el brazo 42, que también resultan alineados en direcciones paralelas una a la otra, junto con los dos tirantes de conexión 44 forman una estructura de paralelogramo flexible provisto de puntos de apoyo 46, capaces de permitir movimientos del brazo 42, por lo tanto del palpador 50, con respecto al elemento de soporte y referencia 30, a lo largo de la dirección de medición.

Cada uno de los dos tirantes de conexión 44 preferiblemente comprende una lámina 48 fabricada de un material con una densidad no superior a $4,4 \text{ g/cm}^3$ (por lo tanto un peso más ligero que el acero, que tiene una densidad igual a aproximadamente $7,7 \text{ g/cm}^3$ como ya se ha dicho), una resistencia a la tracción no inferior a 1000 MPa y un módulo de elasticidad no superior a 110 GPa (que es menos rígido que el acero, cuyo módulo de elasticidad es aproximadamente 210 GPa), por ejemplo una aleación de titanio. En este caso, la parte plana y rígida 45 se obtiene mediante el acoplamiento, preferiblemente por encolado, de elementos de refuerzo 47, por ejemplo placas de material compuesto de fibras de carbono, a la lámina 48, en una zona central que no comprende las dos partes elásticas que definen los puntos de apoyo 46 en los extremos de conexión. También los elementos de refuerzo 47 se pueden obtener de forma ventajosa, por ejemplo mediante corte por medio de la tecnología de chorro de agua, a partir de dicha una plancha de material de la cual se obtienen los elementos planos, con las ventajas ya mencionadas. Gracias también a las características del material de las láminas 48, la estructura de paralelogramo flexible está caracterizada por una elevada capacidad de alabeo, en particular doblado, cuando sufre una fuerza y rápidamente vuelve a la posición anterior cuando cesa la fuerza que causaba su deformación.

Básicamente, la posición de la superficie de verificación 41 del brazo 42 depende de un modo no lineal también de los movimientos del brazo 42 a lo largo de direcciones diferentes de la de medición, como una función de las flexiones del paralelogramo, más exactamente las flexiones de las partes elásticas de los tirantes de conexión 44 que definen los puntos de apoyo 46. Con respecto al elemento de soporte y referencia 30, por supuesto, el brazo 42 lleva a cabo movimientos a lo largo de una trayectoria que puede ser idealmente asimilada a un arco circular. La señal correspondiente que el cabezal 14 en contacto con la superficie de verificación 41 o envía a la unidad de procesamiento 5, comprende por lo tanto un componente lineal, que depende de la posición del palpador 50 a lo largo de la dirección de medición y un componente no lineal, no deseado. A fin de obtener información correcta sobre las dimensiones y la forma de dicho componente C, cuando la esfera de contacto 51 toca la superficie S del componente C, es ventajoso que el conjunto de procesamiento 5 ejecute un algoritmo de compensación apropiado para extraer el componente no lineal a partir de las señales recibidas desde el cabezal 14.

El conjunto de transmisión 40 incluye un mecanismo de limitación 55, conectado al elemento de soporte y referencia 30, el cual comprende un primer elemento de apoyo 56 y un segundo elemento de apoyo 57 capaces de cooperar con el brazo 42 a fin de limitar sus movimientos y por consiguiente limitar la flexión del paralelogramo, evitando de ese modo el dañado de los puntos de apoyo 46. Con más detalle, el primer elemento de apoyo 56 limita la sobre carrera del brazo 42, mientras el segundo elemento de apoyo 57 limita la carrera previa del último.

Un resorte de tensión 58 referido al brazo 42 en una parte y a un elemento de conexión 59 conectado al elemento de soporte y referencia 30 en la otra, para forzar al palpador 50, en particular la esfera de contacto 51, hacia el componente C de la pieza de trabajo W. Este resorte de tensión 58 preferiblemente es ajustable, para ajustar la presión que la esfera de contacto 51 aplica sobre la superficie S el componente C que se va a verificar.

5 Un elemento de bloqueo o pasador 43 es capaz de cooperar con el conjunto de transmisión 40 a fin de bloquearlo en una configuración estática, en donde por ejemplo las láminas 48 no están dobladas, en particular durante las operaciones de transporte o los trabajos de mantenimiento. Por ejemplo, el pasador de bloqueo 43 puede estar insertado en un orificio del brazo 42 para fijar el último al elemento de soporte y referencia 30, a fin de evitar cualquier flexión en la estructura del paralelogramo. En la configuración estática, el conjunto de transmisión 40 está salvaguardado de posibles colisiones o una manipulación inadecuada que podría dañar o romper algunos componentes del conjunto de transmisión completo 40.

15 La célula de medición 4 también comprende un dispositivo de retracción 60, por ejemplo un cilindro neumático, conectado al elemento de soporte y referencia 30. El cilindro neumático 4 es capaz de recibir señales de control desde el conjunto de procesamiento 5 a fin de cooperar con el conjunto de transmisión 40, por ejemplo tirar del brazo 42 hacia arriba para que entre en contacto con el primer elemento de apoyo 56 mediante la superación de la fuerza del resorte de tensión 58 y llevar la célula de medición 4 a un estado de retracción, en el que la estructura del paralelogramo se dobla y, si la pieza de trabajo W y está dispuesta en los medios de soporte y giro 6, la esfera de contacto 51 está a una cierta distancia de la superficie del componente C. El cilindro neumático 60 de forma ventajosa está equipado con un elemento de ajuste o tuerca 61 capaz de cooperar con el elemento de soporte y referencia 30 para ajustar la carrera el cilindro neumático 60 con respecto al conjunto de transmisión 40.

25 El funcionamiento del aparato 1 se describe en lo siguiente, por ejemplo para la verificación de la forma y/o el perfil de una superficie S de un componente C de una pieza de trabajo W, en donde la superficie S caracteriza ondulaciones pequeñas y frecuentes debido a la fabricación mecánica.

30 En caso de inactividad, el pasador de bloqueo 43 se inserta en el orificio del brazo 42, a fin de fijar el último al elemento de soporte y referencia 30. Por consiguiente, el conjunto de transmisión 40 se bloquea en la configuración estática en donde se evita cualquier flexión de la estructura del paralelogramo. A fin de realizar operaciones de verificación con el aparato 1, el pasador de bloqueo 43 debe ser extraído del orificio del brazo 42 de modo que estructura del paralelogramo sea libre de doblarse.

35 De forma conveniente, un procedimiento de calibración puede ser inicialmente ejecutado mediante la verificación de un patrón, esto es una pieza de muestra que comprende una superficie que tiene un perfil de referencia que corresponde al perfil nominal de la superficie S del componente C que se va a verificar. El patrón se dispone y se referencia a los medios de soporte y giro 6 del aparato 1 y es girado alrededor del eje de giro R, de modo que la superficie con el perfil de referencia está colocada, mientras gira, a una altura que es conocida a priori.

40 En una fase inicial, el cilindro neumático 60 recibe la señal de control desde el conjunto de procesamiento 5, para tirar del brazo 42 hacia arriba al contacto con el primer elemento de apoyo 56 mediante la superación de la fuerza del resorte de tensión 58, de modo que la celda de medición 4 es llevada al estado de retracción anteriormente descrito. Puesto que la base 31 está referida y rígidamente conectada a la corredera de medición 3, la última, convenientemente controlada por el conjunto de procesamiento 5, mueve la célula de medición 4, que se retrae, a lo largo de la dirección principal D, hasta que la esfera de contacto 51 es llevada a la altura conocida de la superficie de referencia del patrón.

50 En una fase de detección, el cilindro neumático 60, controlado por un conjunto de procesamiento 5, libera el brazo 42 y la esfera de contacto 51 del palpador 50, bajo la acción del resorte de tensión 58, es forzada contra la superficie de referencia. En este punto, el resorte de tensión 58 se ajusta convenientemente para establecer la presión que la esfera de contacto 51 ejerce sobre el patrón de modo que el palpador siga el perfil del último y entonces el del componente C, sin dañarlos. El cabezal 14, puesto que está en contacto con la superficie de verificación 41 del brazo 42, genera señales indicativas de la posición del palpador 50 a lo largo de la dirección de medición. El conjunto de procesamiento 5 detecta tales señales durante por lo menos un giro del patrón y las procesa de un modo conocido con la información concerniente al giro, en particular la posición angular del patrón, para obtener y almacenar, de un modo conocido per se, el perfil de referencia con el cual las siguientes mediciones son comparadas.

60 El procedimiento para la verificación de la forma y posiblemente las dimensiones de la superficie S del componente C ocurre al final de la calibración.

65 En particular, en una nueva fase inicial, la célula de medición 4 es llevada al estado de retracción por el cilindro neumático 60, como se ha descrito anteriormente, en donde la esfera de contacto 51 no toca la superficie de referencia, de modo que el patrón puede ser extraído del aparato 1. La pieza de trabajo W está dispuesta en y referida a los medios de soporte y giro 6 del aparato 1 y es girada alrededor del eje de giro R, de modo que la

superficie S del componente C que se va a verificar está colocada, mientras gira, a la altura mencionada antes que es conocida a priori.

En una fase de detección subsiguiente, el cilindro neumático 60, controlado por el conjunto de procesamiento 5, libera el brazo 42 y la esfera de contacto 51 del palpador 50, bajo la acción del resorte de tensión 58, es forzada por consiguiente contra la superficie S. El cabezal 14, puesto que está en contacto con la superficie de verificación 41 del brazo 42, genera señales indicativas de la posición del palpador 50 a lo largo de la dirección de medición. El conjunto de procesamiento 5 detecta tales señales durante por lo menos un giro de la pieza de trabajo W, las procesa de modo conocido con la información concerniente al giro, en particular la posición angular de la pieza de trabajo W y compara el resultado del procesamiento relativo al perfil de la superficie S del componente C y el perfil de referencia almacenado durante el procedimiento de calibración, a fin de verificar si el perfil real se acopla o no con el perfil de referencia en menos de unas tolerancias previamente determinadas y/o para detectar errores de forma de la superficie verificada S, por ejemplo la frecuencia y la entidad de las ondulaciones superficiales anteriormente citadas.

Cuando la esfera de contacto 51, durante el rastreo de la superficie S sobre el giro del componente C, corre a través de un frente elevado de una de las ondulaciones superficiales, está sometida a una fuerza impulsiva proporcional a la velocidad de giro de dicho componente C, que mueve la esfera de contacto 51 alejándola de la superficie S que está siendo verificada. Combinando de forma ventajosa las características de ligereza y rigidez del brazo 42 o del elemento de soporte y referencia 30, preferiblemente de ambos, con las características de la ligereza, resistencia a la tracción y un módulo de elasticidad de los dos tirantes de conexión 44 que definen los puntos de apoyo 46, la célula de medición 4 es capaz de contrarrestar una fuerza impulsiva de este tipo con una fuerza opuesta suficiente para que a la esfera de contacto 51 le lleve un tiempo reducido, con respecto a los sistemas conocidos, invertir el movimiento de alejarse y volver a tocar la superficie giratoria S, produciendo de ese modo o haciendo cero el número de rebotes y minimizando el tiempo durante el cual el conjunto de procesamiento 5 detecta señales que no son indicativas del perfil, o de las dimensiones radiales del componente C.

Cuando termina la fase de detección, la célula de medición 4 es llevada de nuevo por el cilindro neumático 60 al estado de retracción, como se ha descrito anteriormente.

Ahora, la corredera de medición 3, apropiadamente controlada por el conjunto de procesamiento 5, puede mover la célula de medición 4, la cual está en el estado de retracción, a lo largo de la dirección principal D, hasta que la esfera de contacto 51 es llevada a una altura conocida adicional de una segunda superficie S' de un componente adicional C' de la misma pieza de trabajo W. Si la segunda superficie S' tiene un perfil sustancialmente idéntico a aquél de la superficie S, ocurre un nuevo procedimiento de verificación; de otro modo, un nuevo procedimiento de calibración puede ocurrir con un segundo patrón, que comprenda una superficie de referencia con un perfil de referencia que corresponda al perfil nominal de la segunda superficie S' que se va a verificar, apropiadamente colocada, mientras gira, a la altura adicionalmente conocida.

Además de lo que ha sido descrito hasta aquí, el aparato 1 también puede ser aplicado para la medición de dimensiones lineales, por ejemplo diámetros. Una aplicación alternativa posible incluye la verificación dimensional y/o de la forma de muchas piezas del mismo tipo, esto es piezas que tengan una morfología similar pero diferentes dimensiones nominales, tales como por ejemplo cojinetes lisos de diversos cigüeñales o árboles de levas.

El aparato 1 para la verificación de características dimensionales y/o geométricas descrito hasta aquí puede ser modificado sin salirse del ámbito de la presente invención.

Pueden ser utilizados componentes que tengan forma y/o dimensiones diferentes de aquellas ilustradas, por ejemplo. En particular, el elemento de soporte y referencia 30 y el brazo 42 pueden estar moldeados de un modo diferente de aquél representado en la figura 2 y los elementos superficiales pueden incluir orificios convenientes, para reducir adicionalmente el peso de la célula de medición 4 sin modificar su resistencia a la tracción.

Posiblemente, por lo menos uno del elemento de soporte y referencia 30 y el brazo 42 puede estar lleno con un material que pueda absorber colisiones y vibraciones, por ejemplo un polímero termoplástico tal como acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

El mecanismo de limitación 55 y el elemento de conexión 59 pueden estar directamente conectados al elemento de soporte y referencia 30, o por medio de un elemento de soporte integral con dicho elemento de soporte y referencia 30. De forma análoga, el pasador de bloqueo 43 puede fijar el brazo 42 directamente al elemento de soporte y referencia 30, o fijar el brazo 42 al elemento de soporte anteriormente mencionado o a un elemento de soporte adicional integral con el elemento de soporte y referencia 30.

El cilindro neumático 60 posiblemente puede estar equipado con una tuerca redonda de bloqueo capaz de bloquearlo en una posición en la que la conexión de aire del cilindro neumático 60 pueda entrar más fácilmente.

Como una alternativa, puede ser utilizado un dispositivo de retracción diferente 60, por ejemplo un motor asíncrono, también controlado por el conjunto de procesamiento 5, que tiene la ventaja de ser más rápido y más preciso con respecto a un cilindro neumático.

5 Como una alternativa, el cabezal a modo de lápiz 14 puede ser sustituido por un dispositivo transductor diferente, por ejemplo, una graduación lineal óptica, preferiblemente láser, el lector del mismo posiblemente está acoplado a la superficie de verificación 41 el brazo 42.

10 Un aparato 1 que comprenda una o más células de medición 4 según la invención puede adoptar muchas configuraciones posibles, todas conocidas per se, diferentes de la configuración de la figura 1. Puede comprender por ejemplo más células de medición 4 fijadas a un bastidor igual al bastidor 2 y adecuadamente orientadas para verificar simultáneamente las características dimensionales y/o geométricas de diversos componentes C de la misma pieza de trabajo W, siempre que el número de células de medición 4 se acople por ejemplo al número de componentes C que se van a verificar.

15

REIVINDICACIONES

1. Sistema de verificación (4) para la verificación de características dimensionales y/o geométricas de una pieza de trabajo (W) que comprende:
- 5
- un elemento de soporte y referencia (30);
 - un palpador (50) para tocar la pieza de trabajo (W) que se va a verificar;
- 10
- un conjunto de transmisión (40), que comprende un brazo (42) que sostiene un palpador (50) y móvil con respecto al elemento de soporte y referencia (30); y
 - un dispositivo transductor (14) diseñado para cooperar con el conjunto de transmisión (40) para detectar la posición de una superficie de verificación (41) del brazo (42) con respecto al elemento de soporte y referencia (30) y generar señales correspondientes indicativas de las características dimensionales y/o geométricas de la pieza de trabajo (W);
- 15
- caracterizado por que por lo menos uno del elemento de soporte y referencia (30) y el brazo (42) está fabricado de un material que tiene una densidad no superior a 1,6 g/cm³ y una resistencia a la tracción no inferior a 1,3 GPa.
- 20
2. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 1 en el que dicho por lo menos uno del elemento de soporte y referencia (30) y el brazo (42) está fabricado de un material compuesto de fibra de carbono.
3. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que dicho por lo menos uno del elemento de soporte y referencia (30) y el brazo (42) está definido por medio de una pluralidad de elementos planos conectados uno al otro.
- 25
4. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 3 en el que dichos elementos planos incluyen orificios.
5. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 3 o 4 en el que dichos elementos planos se obtienen a partir de una plancha de material.
- 30
6. Sistema de verificación (4) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 en el que dichos elementos planos se obtienen por medio de tecnología de chorro de agua.
- 35
7. Sistema de verificación (4) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el elemento de soporte y referencia (30) y el brazo (42) están ambos fabricados de dicho material que tiene una densidad no superior a 1,6 g/cm³ y una resistencia a la tracción no inferior a 1,3 GPa.
- 40
8. Sistema de verificación (4) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que por lo menos uno del elemento de soporte y referencia (30) y el brazo (42) está lleno con un material capaz de absorber colisiones y vibraciones.
9. Sistema de verificación (4) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el conjunto de transmisión (40) comprende también dos tirantes de conexión (44) entre el brazo (42) y la base (31) del elemento de soporte y referencia (30), cada uno con dos partes elásticas que definen un punto de apoyo (46) en cada uno de dos extremos opuestos de conexión, la base (31), el brazo (42) y los dos tirantes de conexión (44) formando una estructura de paralelogramo.
- 45
10. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 9 en el que cada uno de los dos tirantes de conexión (44) comprende una lámina (48) fabricada de un material con una densidad no superior a 4,4 g/cm³, una resistencia a la tracción no inferior a 1000 MPa y un módulo de elasticidad no superior a 110 GPa.
- 50
11. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 10 en el que dicha lámina (48) es una lámina de aleación de titanio.
- 55
12. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 10 o la reivindicación 11 en el que cada uno de dichos dos tirantes de conexión (44) incluye una parte plana y rígida (45) obtenida por el acoplamiento de elementos de refuerzo (47) a dicha lámina (48) en una zona central.
- 60
13. Sistema de verificación (4) según la reivindicación 12 en el que dichos elementos de refuerzo (47) son placas de fibras de carbono encoladas a dicha lámina (48).
14. Equipo (1) para la verificación de características dimensionales y/o geométricas de una pieza de trabajo (W) que comprende:
- 65

- medios de soporte y giro (6) diseñados para referenciar y girar la pieza de trabajo (W) alrededor de un eje de giro (R);

5

- por lo menos un sistema de verificación (4) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y

- un conjunto de procesamiento (5) capaz de detectar y procesar las señales generadas por el sistema de verificación (4) a fin de verificar las características dimensionales y/o geométricas de la pieza de trabajo (W).

10

15. Equipo (1) según la reivindicación 14, y adicionalmente comprendiendo una corredera de medición (3) capaz de llevar a cabo movimientos de traslación en ambos sentidos de una dirección principal (D) paralela al eje de giro (R) de la pieza de trabajo (W), el conjunto de procesamiento (5) siendo adicionalmente capaz de enviar señales de control a la corredera de medición (3) para controlar dichos movimientos de traslación y dicho por lo menos un sistema de verificación (4) estando diseñado para ser acoplado a la corredera de medición (3) a fin de ser movida a lo largo de la dirección principal (D).

15

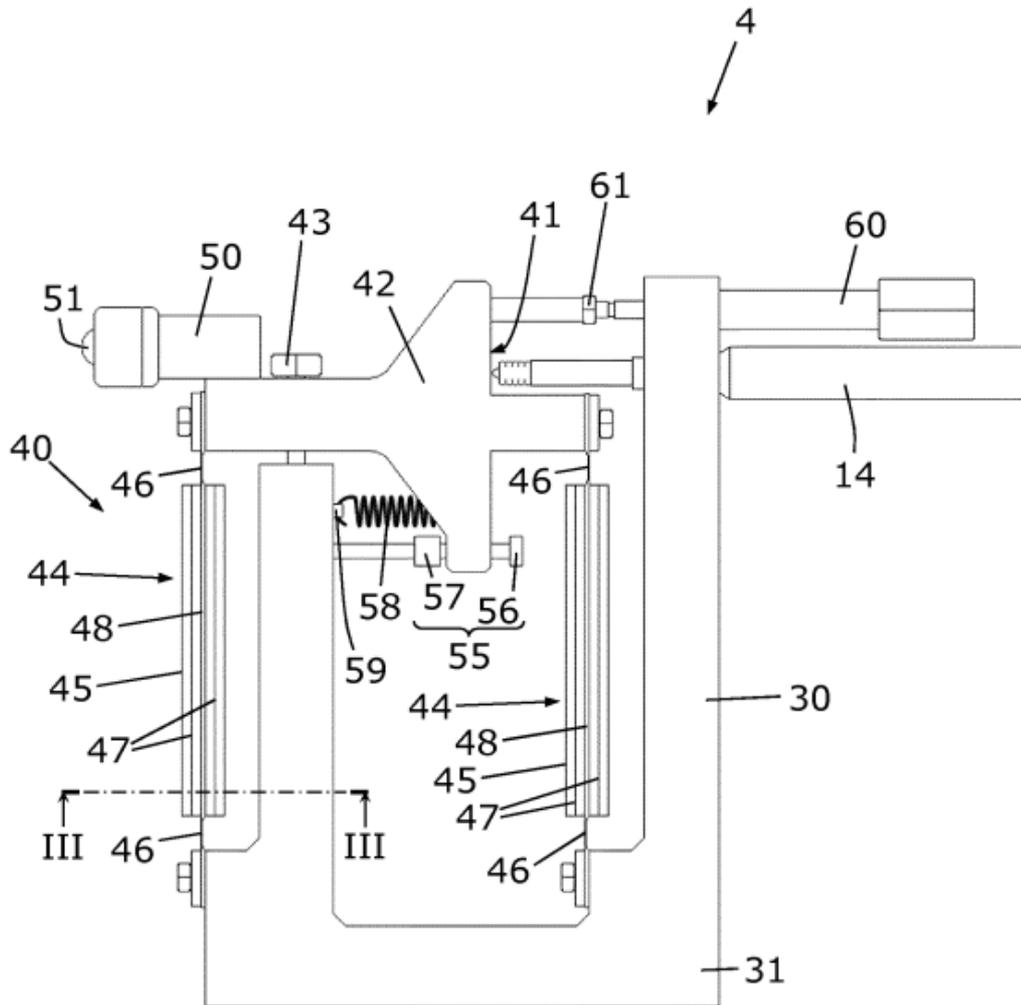


Fig. 2

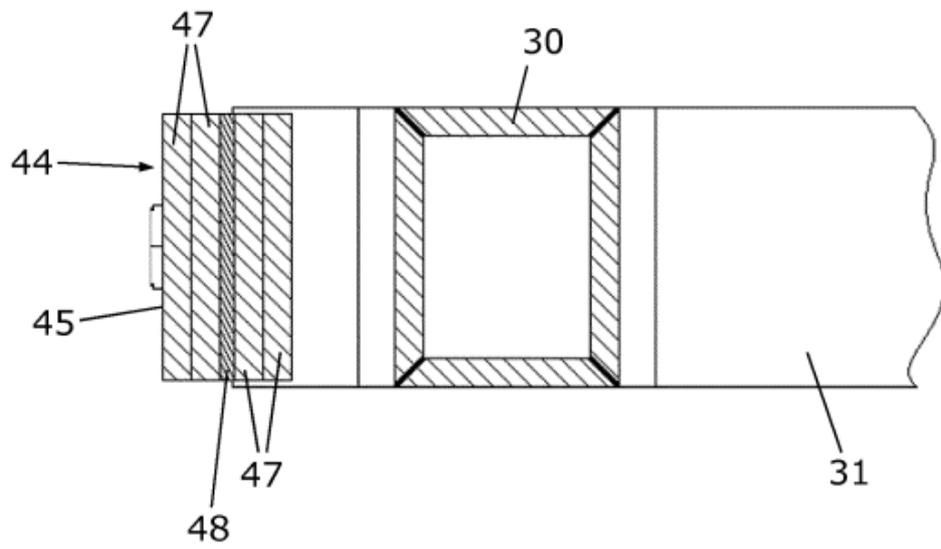


Fig. 3