

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 113**

51 Int. Cl.:

G01H 9/00 (2006.01)

B23Q 17/12 (2006.01)

B23Q 17/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2016 PCT/EP2016/071357**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17042365**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2016 E 16769898 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 3347685**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar una amplitud de vibración de una herramienta**

30 Prioridad:
09.09.2015 DE 102015217200

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2024

73 Titular/es:
**DMG MORI ULTRASONIC LASERTEC GMBH
(100.0%)
Gildemeisterstrasse 1
55758 Stipshausen, DE**

72 Inventor/es:
**KETELAER, JENS y
FRANZMANN, FABIAN**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 982 113 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para determinar una amplitud de vibración de una herramienta

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para determinar una amplitud de vibración de una herramienta.

5 Antecedentes de la invención

En el estado de la técnica se conocen máquinas herramienta en las que, durante un mecanizado por arranque de virutas de una pieza de trabajo mediante una herramienta, una vibración ultrasónica de la herramienta puede superponerse al movimiento de rotación de la herramienta.

10 El documento EP 1 763 416 B1 describe en este contexto una herramienta con un portaherramientas, que presenta en un primer extremo un alojamiento de portaherramientas para adaptarse a una nariz de husillo giratoria, y en un segundo extremo opuesto al primero un alojamiento de herramienta, y con un cabezal de herramienta que se puede insertar en el alojamiento de herramienta, incluyendo el portaherramientas un motor de vibración.

15 Para hacer que la herramienta vibre ultrasónicamente se puede utilizar, por ejemplo, un accionamiento piezoeléctrico, provocando un voltaje eléctrico un cambio en el espesor de los discos piezoeléctricos. Para determinadas frecuencias se genera una onda estacionaria en el portaherramientas (excitación resonante).

Cabe señalar que las frecuencias de resonancia y las amplitudes de vibración en resonancia dependen de las propiedades de la herramienta utilizada, como su geometría o material, de modo que el portaherramientas no puede calibrarse en fábrica a una amplitud de vibración determinada.

20 El documento EP 1 431 729 A1 describe un dispositivo para medir la amplitud de un capilar que vibra libremente de un dispositivo de conexión de cables para cablear chips semiconductores. En este contexto, el capilar se hace vibrar mediante un transmisor de ultrasonidos. Para medir la amplitud propiamente dicha, mediante un receptor de luz se detecta el ensombrecimiento de un haz de luz por la punta vibratoria del capilar.

25 En el procedimiento descrito en el documento EP 1 431 729 A1 se puede producir una interrupción del haz de luz mediante un ensombrecimiento completo del haz de luz a través de la punta del capilar. Dado que sólo se puede saber cuánto vibra el capilar en función del grado de ensombrecimiento, esta información ya no es posible si es posible un ensombrecimiento completo, dado que el receptor de luz ya no puede detectar ninguna señal del haz de luz. Por lo tanto, se produce una pérdida de la señal de medición, lo que a su vez conduce a una medición deficiente de la vibración del capilar. Además, el procedimiento descrito en el documento EP 1 431 729 A1 se limita a herramientas rotacionalmente simétricas, como en el ejemplo del capilar del dispositivo de conexión de cables. Sin embargo, dado que en la mayoría de los casos las herramientas presentan asimetrías que sobresalen en el haz de luz y, por tanto, influyen negativamente en la medición de la amplitud de vibración, este procedimiento sigue siendo menos adecuado para este tipo de herramientas.

Compendio de la invención

35 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo con los que se pueda medir la amplitud de vibración de una herramienta vibratoria.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento según la reivindicación 1 y un dispositivo según la reivindicación 8.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a ejemplos de realización ventajosos del procedimiento según la invención y del dispositivo según la invención.

40 El procedimiento según la invención para determinar una amplitud de vibración se lleva a cabo según las etapas del procedimiento descritas en la reivindicación 1.

De esta manera se posibilita una medición específica de la amplitud de vibración real de una vibración de herramienta, por ejemplo en el rango de frecuencia ultrasónico, en la propia máquina herramienta. Como barrera de luz se puede utilizar un láser de medición de herramientas convencional, que a menudo ya está presente en la máquina herramienta.

45 Por lo tanto, el procedimiento según la invención se puede llevar a cabo de forma económica y sin modificaciones estructurales en la máquina herramienta, ya que se puede llevar a cabo con el equipamiento existente de la máquina herramienta sin instalaciones adicionales en el interior de la máquina. Además, la medición de la amplitud de vibración se realiza sin contacto mediante la barrera de luz, de modo que la herramienta no puede sufrir daños.

50 El procedimiento se complementa preferiblemente con la siguiente etapa: hacer rotar la herramienta alrededor de un eje perpendicular al haz de luz, en particular durante la medición de la amplitud de vibración o durante la excitación de la vibración de la herramienta cuando la herramienta está bajo el haz de luz.

- 5 En particular, el procedimiento comprende preferiblemente el alojamiento de la herramienta o de un portaherramientas que sujeta la herramienta en un husillo de trabajo de la máquina herramienta y el accionamiento de una rotación de la herramienta por medio del husillo de trabajo, en particular durante la etapa de determinación de la amplitud de vibración de la herramienta a partir de una modulación o variación de la señal de receptor, causada por la vibración de la herramienta, cuando la herramienta está situada en el haz de luz.
- 10 La ventaja consiste en particular en que, debido a la rotación, por ejemplo accionada por el husillo de trabajo de la máquina herramienta, incluso las herramientas con una estructura rotacionalmente no simétrica, vistas en sentido perpendicular al eje de rotación, parecen una herramienta rotacionalmente simétrica. Esto puede utilizarse a su vez de forma especialmente ventajosa para medir la amplitud de la vibración de la herramienta, ya que, de este modo, el lado de la herramienta opuesto a un husillo que acciona la herramienta forma al menos una superficie anular o anillo circular alrededor del eje de rotación de la herramienta. Esta superficie o anillo se puede utilizar a su vez para ensombrecer el haz de luz, lo que resulta difícil con una herramienta rotacionalmente no simétrica sin rotación.
- 15 Según la invención, la herramienta presenta al menos un filo (por ejemplo, un filo de fresado de una herramienta de fresado) que sobresale del resto de la herramienta en la dirección de la vibración de la herramienta.
- 20 La ventaja consiste en que la geometría de la herramienta puede estar diseñada en cualquier dirección de vibración, ya que cualquier asimetría se puede compensar mediante la rotación de la herramienta.
- Según la invención, el filo de la herramienta sobresale también del resto de la herramienta perpendicularmente a la dirección de vibración de la herramienta.
- 25 También en este caso, la ventaja consiste en que la geometría de la herramienta, especialmente en el caso de geometrías de herramienta rotacionalmente no simétricas o no continuamente rotacionalmente simétricas, ya no tiene ninguna influencia significativa en la disposición de medición ni en la fiabilidad de la medición de la amplitud de vibración de la herramienta, ya que, mediante la puesta en rotación de la herramienta, en este caso también se pueden compensar posibles asimetrías.
- 30 Esto tiene además la ventaja de que la amplitud de vibración se puede medir directamente al sujetar la herramienta o el portaherramientas en el husillo de trabajo de la máquina herramienta, que también se utiliza para el mecanizado posterior de piezas de trabajo, en caso dado directamente antes del mecanizado de la pieza de trabajo.
- Preferiblemente, antes de poner la herramienta en vibración, la posición de la punta de herramienta en el haz de luz se varía de tal modo que la intensidad de la señal de receptor cambia en función de la posición de la punta de herramienta.
- 35 Esto tiene la ventaja de que ni la geometría ni el material de la herramienta influyen en la funcionalidad ni en la precisión del procedimiento, ya que para la medición de la amplitud sólo es decisivo el grado de ensombrecimiento del haz de luz por parte de la herramienta.
- Preferiblemente, la posición de la punta de herramienta en un área dentro del haz de luz se varía paso a paso a lo largo de una dirección perpendicular al haz de luz y en cada paso se asigna una intensidad de señal correspondiente de la señal de receptor a la posición de la punta de herramienta.
- 40 De esta manera, el sistema se calibra para una medición de amplitud absoluta. Durante la calibración se determina la relación funcional entre la posición de la punta de herramienta y la intensidad de la señal de receptor, de modo que la posición correspondiente de la punta de herramienta se puede determinar posteriormente a partir de una intensidad de señal medida de la señal de receptor.
- 45 Preferiblemente, la amplitud de vibración de la herramienta se determina a partir de una diferencia entre la intensidad de señal máxima y la intensidad de señal mínima de la señal de receptor.
- Después de la calibración se pueden determinar una primera posición de la punta de herramienta para una herramienta vibratoria a partir de la intensidad de señal máxima y una segunda posición de la punta de herramienta a partir de la intensidad de señal mínima. La diferencia entre estas dos posiciones proporciona la amplitud de la vibración de la herramienta.
- Preferiblemente, la dirección perpendicular al haz de luz corresponde a una dirección de un eje de herramienta.
- De esta manera se puede determinar la amplitud de vibración de una herramienta que vibra en dirección axial.
- Alternativamente, la dirección perpendicular al haz de luz corresponde preferiblemente a una dirección perpendicular al eje de herramienta.
- 50 De esta manera se puede determinar la amplitud de vibración para una herramienta que vibra en una dirección perpendicular al eje de herramienta. Por tanto, el procedimiento según la invención permite caracterizar la vibración de la herramienta en varias direcciones.

Preferiblemente, la señal de receptor es una señal de voltaje analógica generada por el receptor y proporcional a la intensidad de la luz detectada por el receptor.

Esto tiene la ventaja de que los cálculos necesarios se pueden realizar de forma rápida y sencilla debido a la relación lineal entre la intensidad de la luz y el voltaje.

- 5 Preferiblemente se hace que la herramienta vibre de tal manera que la punta de herramienta vibre dentro del haz de luz.

10 Por ejemplo, para medir la amplitud de vibración, la punta de herramienta vibratoria se sitúa en la barrera de luz de tal modo que la punta de herramienta esté situada aproximadamente a la misma distancia del transmisor y el receptor y se encuentre aproximadamente en el centro del diámetro del haz de luz. El diámetro del haz de luz se elige tan ancho que la punta de herramienta vibre completamente dentro del haz de luz. De esta forma, la modulación de la señal de receptor refleja directamente la vibración de la herramienta.

15 El procedimiento según la invención comprende preferiblemente las siguientes etapas: generar una señal de sensor a partir de la vibración de la herramienta dispuesta en un portaherramientas mediante un dispositivo sensor dispuesto en el portaherramientas; determinar una frecuencia de vibración de la herramienta a partir de la señal de sensor en función de la amplitud de vibración de la herramienta; determinar la amplitud de vibración de la herramienta a partir de la señal de sensor.

Esto tiene la ventaja de que, una vez calibrada una determinada herramienta con ayuda de la barrera de luz, la barrera de luz ya no es necesaria para la medición de la amplitud y se puede retirar, ya que la amplitud de vibración de la herramienta vibratoria se puede determinar directamente a partir de la señal de sensor.

- 20 Preferiblemente, la frecuencia de la vibración de la herramienta se varía paso a paso y en cada paso se asigna una amplitud de vibración correspondiente a la herramienta de la frecuencia de vibración.

25 En otras palabras, se realiza una calibración en dos etapas de tal modo que primero se determina una relación funcional entre la posición de la punta de herramienta y la intensidad de la señal de receptor, de manera que se puede determinar la amplitud de vibración de una herramienta vibratoria a partir de los valores mínimo y máximo de la señal de receptor. A continuación se determina una relación funcional entre la amplitud de vibración y la frecuencia de vibración, de modo que a partir de una frecuencia de vibración medida se puede deducir la amplitud de vibración para la herramienta vibratoria.

El dispositivo según la invención para determinar una amplitud de vibración de una herramienta se describe en la reivindicación 8.

- 30 De esta manera se posibilita una medición específica de la herramienta de la amplitud de vibración real de una vibración de herramienta en el rango de frecuencia ultrasónico en la propia máquina herramienta. Como barrera de luz se puede utilizar un láser de medición de herramientas convencional, que a menudo ya está presente en la máquina herramienta. Por lo tanto, el dispositivo según la invención se puede instalar de forma económica y sin modificaciones estructurales en la máquina herramienta, ya que se puede llevar a cabo con el equipamiento existente de la máquina herramienta sin instalaciones adicionales en el interior de la máquina. Además, la medición de la amplitud de vibración se realiza sin contacto mediante la barrera de luz, de modo que la herramienta no puede sufrir daños.

Preferiblemente, el dispositivo para posicionar la punta de herramienta está configurado para variar la posición de la punta de herramienta en el haz de luz de tal modo que la intensidad de la señal de receptor varíe dependiendo de la posición de la punta de herramienta.

- 40 Esto tiene la ventaja de que ni la geometría ni el material de la herramienta influyen en la funcionalidad ni en la precisión del dispositivo, ya que para la medición de la amplitud sólo es decisivo el grado de ensombrecimiento del haz de luz por parte de la herramienta.

45 El dispositivo presenta preferiblemente un dispositivo para asignar la intensidad de la señal de receptor a la posición de la punta de herramienta, estando configurado el dispositivo para posicionar la punta de herramienta para variar la posición de la punta de herramienta en un área dentro del haz de luz paso a paso a lo largo de una dirección perpendicular al haz de luz, y el dispositivo para asignar la intensidad de la señal de receptor a la posición de la punta de herramienta está diseñado para asignar en cada paso una intensidad de señal correspondiente de la señal de receptor a la posición de la punta de herramienta.

- 50 De esta manera, el sistema se calibra para una medición de amplitud absoluta utilizando el dispositivo según la invención. Durante la calibración se determina la relación funcional entre la posición de la punta de herramienta y la intensidad de la señal de receptor, de modo que la posición correspondiente de la punta de herramienta se puede determinar posteriormente a partir de una intensidad de señal medida de la señal de receptor.

Preferiblemente, el dispositivo para determinar la amplitud de vibración de la herramienta está configurado para determinar la amplitud de vibración de la herramienta a partir de una diferencia entre la intensidad de señal máxima y la intensidad de señal mínima de la señal de receptor.

5 Después de la calibración, con el dispositivo para una herramienta vibratoria se pueden determinar una primera posición de la punta de herramienta a partir de la intensidad de señal máxima y una segunda posición de la punta de herramienta a partir de la intensidad de señal mínima. La diferencia entre estas dos posiciones proporciona la amplitud de la vibración de la herramienta.

Preferiblemente, la dirección perpendicular al haz de luz corresponde a una dirección de un eje de herramienta.

De esta manera se puede determinar la amplitud de vibración de una herramienta que vibra en dirección axial.

10 Alternativamente, la dirección perpendicular al haz de luz corresponde preferiblemente a una dirección perpendicular al eje de herramienta.

De este modo se puede determinar la amplitud de vibración para una herramienta que vibra en una dirección perpendicular al eje de herramienta. Por tanto, el dispositivo según la invención permite caracterizar la vibración de la herramienta en varias direcciones.

15 Preferiblemente, el receptor de la barrera de luz está configurado para generar la señal de receptor como una señal de voltaje analógica proporcional a la intensidad de la luz detectada por el receptor.

Esto tiene la ventaja de que los cálculos necesarios se pueden realizar de forma rápida y sencilla debido a la relación lineal entre la intensidad de la luz y el voltaje.

20 Preferiblemente, el dispositivo para hacer que la herramienta vibre está configurado para hacer que la herramienta vibre de tal modo que la punta de herramienta vibre dentro del haz de luz.

25 Por ejemplo, para medir la amplitud de vibración, la punta de herramienta vibratoria se sitúa en la barrera de luz de tal modo que la punta de herramienta esté situada aproximadamente a la misma distancia del transmisor y el receptor y se encuentre aproximadamente en el centro del diámetro del haz de luz. El diámetro del haz de luz se elige tan ancho que la punta de herramienta vibre completamente dentro del haz de luz. De esta forma, la modulación de la señal de receptor refleja directamente la vibración de la herramienta.

30 Preferiblemente, el dispositivo según la invención presenta además: un portaherramientas para alojar la herramienta; un dispositivo sensor dispuesto en el portaherramientas para generar una señal de sensor a partir de la vibración de la herramienta; un dispositivo para determinar una frecuencia de vibración de la herramienta a partir de la señal de sensor en función de la amplitud de vibración de la herramienta; y un dispositivo para determinar la amplitud de vibración de la herramienta a partir de la señal de sensor.

Esto tiene la ventaja de que, una vez calibrada una determinada herramienta con la barrera de luz, la barrera de luz ya no es necesaria para la medición de la amplitud y se puede retirar, ya que la amplitud de vibración de la herramienta vibratoria se puede determinar directamente a partir de la señal de sensor.

35 Preferiblemente, el dispositivo presenta además: un dispositivo para variar paso a paso la frecuencia de vibración de la herramienta, y un dispositivo para asignar la amplitud de vibración de la herramienta a la frecuencia de vibración, en donde el dispositivo para asignar la amplitud de vibración de la herramienta a la frecuencia de vibración está configurado para asignar en cada paso una amplitud de vibración correspondiente de la herramienta a la frecuencia de vibración.

40 En otras palabras, el dispositivo según la invención posibilita una calibración en dos etapas, de modo que primero se determina una relación funcional entre la posición de la punta de herramienta y la intensidad de la señal de receptor, de forma que la amplitud de vibración para una herramienta vibratoria se puede deducir a partir de los valores mínimo y máximo de la señal de receptor. A continuación se determina una relación funcional entre la amplitud de vibración y la frecuencia de vibración, de modo que a partir de una frecuencia de vibración medida se puede deducir la amplitud de vibración para la herramienta vibratoria.

45 Una máquina herramienta según la invención presenta el dispositivo según la invención y está configurada para determinar la amplitud de la vibración de la herramienta según el procedimiento según la invención.

Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 muestra una sección de un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención.

50 La Fig. 2 muestra esquemáticamente una sección de un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de un portaherramientas para su uso en el procedimiento según la invención.

La Fig. 4 muestra esquemáticamente un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención.

Descripción detallada de las figuras y ejemplos de realización preferidos de la presente invención

La presente invención se describe y explica detalladamente a continuación mediante ejemplos de realización y figuras ejemplares.

5 La Fig. 1 muestra una sección de un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención. Se muestra una barrera 2 de luz con un transmisor 21 que genera un haz 23 de luz (no visible en la Fig. 1) y un receptor 22 que detecta la intensidad de luz del haz 23 de luz. Como barrera 2 de luz se puede utilizar, por ejemplo, un sistema para la detección de rotura de herramientas sin contacto de RENISHAW o un sistema láser BLUM para el control de herramientas y el control de roturas, en el que el transmisor 21 emite un haz láser 23 agrupado y el receptor 22 está orientado de modo que el haz láser 23 incide sobre el receptor 22. Esta barrera 2 de luz láser se monta con ayuda de un sistema de soporte o de montaje en la zona de mecanizado de una máquina herramienta 1 dentro del rango de desplazamiento de los ejes de la herramienta 3. La barrera 2 de luz se puede montar sobre o junto a la mesa de la máquina. El receptor 22 genera una señal de receptor que es proporcional a la intensidad de la luz detectada y que es emitida por el receptor 22 como una señal de voltaje analógica.

15 Además, la máquina herramienta 1 presenta un husillo 50 (por ejemplo, un husillo de trabajo portaherramientas), en el que se aloja la herramienta 3 a través del portaherramientas 11. El husillo 50 también está configurado para hacer rotar el portaherramientas 11 y la herramienta 3. Mientras el husillo 50 acciona la herramienta 3 en rotación, la medición de la amplitud de vibración tiene lugar, por ejemplo, mediante el haz 23 de luz emitido por el transmisor 21 y la intensidad de luz del haz 23 de luz ensombrecido por la herramienta 3, detectada por el receptor 22.

20 En detalle, la detección de la amplitud de vibración de la herramienta 3 se lleva a cabo, por ejemplo, de la siguiente manera: El portaherramientas 11 se coloca de modo que la punta 31 de la herramienta 3, que está alojada en el portaherramientas 11, se encuentre entre el transmisor 21 y el receptor 22 se encuentran en el haz 23 de luz de la barrera de luz 2 y, por lo tanto, ensombrezca el haz 23 de luz. Cuando la herramienta 3 se somete a una vibración ultrasónica, el grado de ensombrecimiento cambia debido a la punta 31 de herramienta que vibra en el haz 23 de luz. Esto conduce a una modulación de la señal de receptor, a partir de la cual se puede determinar la amplitud de vibración de la herramienta.

Este principio básico de la invención se explica en detalle con referencia a la Fig. 2. Primero se calibra el sistema. Para ello, la punta 31 de la herramienta 3 no vibratoria se sitúa cerca del haz 23 de luz en la zona de la cintura del haz. El diámetro del haz 23 de luz es menor en la cintura del haz. El eje 32 de herramienta está orientado en dirección perpendicular al haz 23 de luz. Luego, la punta 31 de herramienta se desplaza a través del haz 23 de luz en la dirección a lo largo del eje 32 de herramienta en pasos de, por ejemplo, 1 μm usando los ejes desplazables de la máquina herramienta 1. Como resultado de ello, el haz 23 de luz se ensombrece cada vez más. En cada paso, el receptor 22 mide la intensidad de la luz, la convierte en la señal de receptor y el valor del voltaje se asigna a la posición actual de la herramienta. De este modo se obtiene una función de la posición de la herramienta en función del voltaje. El diámetro de la cintura del haz es tan grande que se requieren varios pasos de posicionamiento para pasar de la intensidad de luz total al ensombrecimiento completo y es significativamente mayor que la amplitud de vibración máxima esperada de la punta 31 de herramienta.

Después de la calibración, la amplitud de vibración se puede determinar de la siguiente manera: la punta 31 de herramienta se coloca aproximadamente en el centro con respecto a la cintura del haz y con respecto al transmisor 21 y el receptor 22 en el haz 23 de luz y se excita para producir una vibración ultrasónica. La punta 31 de la herramienta vibratoria provoca así una modulación de la señal de receptor que es proporcional a la intensidad de la luz. La amplitud de vibración se determina a partir del valor pico a pico de la señal de receptor utilizando la función previamente determinada de la posición de la herramienta en función del voltaje.

La calibración también se puede realizar de tal modo que la punta 31 de herramienta no se mueva a lo largo del eje 32 de herramienta, sino en una dirección perpendicular al eje 32 de herramienta y perpendicular al haz 23 de luz. Esta calibración se utiliza para determinar la amplitud de la vibración de la herramienta en la dirección perpendicular al eje 32 de herramienta.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de un portaherramientas 11 para su uso en el procedimiento según la invención, con el que se puede medir la amplitud de vibración de la herramienta 3 después de la calibración incluso sin la barrera 2 de luz. Para ello, el sistema se calibra de la siguiente manera.

En primer lugar, tal como se describe con referencia a la Fig. 2, la función de la posición de la herramienta se determina en función del voltaje de la señal de receptor.

El portaherramientas 11 está equipado con un dispositivo sensor 12, que genera una señal de sensor a partir de la vibración de la herramienta que contiene información sobre la frecuencia de vibración de la herramienta. La señal de sensor se puede evaluar fuera del portaherramientas 11 mediante un dispositivo de análisis (no mostrado).

5 La herramienta 3 se somete ahora a vibración ultrasónica. Esto puede tener lugar de tal modo que un generador (no mostrado) excita un elemento piezoeléctrico 13 en el portaherramientas 11 para producir una vibración mecánica, que se transmite a la herramienta 3. La frecuencia de la vibración se puede determinar a partir de la señal de sensor generada por el dispositivo sensor 12; la amplitud se puede determinar a partir de la señal de receptor generada por el receptor 12 de la barrera 2 de luz.

A continuación se varía paso a paso la frecuencia de vibración de la herramienta 3, por ejemplo variando la frecuencia de excitación del generador. En cada paso se miden la frecuencia de vibración y la amplitud de vibración, y la frecuencia de vibración se asigna a la amplitud de vibración respectiva. De este modo se obtiene una función de la amplitud de vibración en función de la frecuencia de vibración. Ahora se puede retirar la barrera 2 de luz.

10 Después de calibrar el sistema, la amplitud de vibración de una herramienta 3 se puede determinar sin ayuda de la barrera 2 de luz. Para ello se hace vibrar la herramienta 3 y se determina la frecuencia de vibración a partir de la señal de sensor. La amplitud de vibración asociada se puede determinar a partir de la función previamente determinada de la amplitud de vibración en función de la frecuencia de vibración.

15 La Fig. 4 muestra esquemáticamente un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención. El dispositivo 41 para posicionar la punta 31 de herramienta puede estar configurado, por ejemplo, en forma de ejes desplazables, que pueden desplazarse individualmente mediante el control CNC de la máquina herramienta 1 y así llevar el portaherramientas 11, que está alojado en uno de los ejes, con la herramienta 3 hasta la posición deseada. El dispositivo 13 para hacer vibrar la herramienta 3 puede corresponder al elemento piezoeléctrico 13 en la Fig. 3 en el portaherramientas 11. El dispositivo 46 para variar la frecuencia de vibración de la herramienta 3 puede estar diseñado como un generador que excita el elemento piezoeléctrico 13 a la vibración ultrasónica con una determinada frecuencia de excitación, pudiendo variarse esta frecuencia de excitación.

20 El dispositivo 42 para determinar la amplitud de vibración a partir de la señal de receptor, el dispositivo 43 para asignar la intensidad de señal a la posición de la punta de herramienta, el dispositivo 44 para determinar la frecuencia de vibración, el dispositivo 45 para determinar la amplitud de vibración a partir de la señal de sensor, el dispositivo 46 para variar la frecuencia de vibración y el dispositivo 47 para asignar la amplitud de vibración a la frecuencia de vibración pueden formar parte de la electrónica de la máquina herramienta 1.

25 El dispositivo 43 para asignar la intensidad de señal a la posición de la punta de herramienta puede estar conectado al receptor 22 de la barrera 2 de luz para recibir la señal de receptor 22. Además, el dispositivo 43 para asignar la intensidad de señal a la posición de la punta de herramienta puede transmitir la información de calibración al dispositivo 42 para determinar la amplitud de vibración a partir de la señal de receptor, que también recibe una señal 22 de receptor.

30 El dispositivo 44 para determinar la frecuencia de vibración puede estar conectado al dispositivo sensor 12 en el portaherramientas 11 para recibir la señal de sensor del dispositivo sensor 12. Además, el dispositivo 44 para determinar la frecuencia de vibración puede transmitir datos sobre la frecuencia de vibración al dispositivo 47 para asignar la amplitud de vibración a la frecuencia de vibración, que a su vez recibe información sobre la amplitud de vibración del dispositivo 42 para determinar la amplitud de vibración a partir de la señal de receptor.

35 El dispositivo 47 para asignar la amplitud de vibración a la frecuencia de vibración transmite la información de calibración al dispositivo 45 para determinar la amplitud de vibración a partir de la señal de sensor, que recibe además la señal de sensor del dispositivo sensor 12.

40 Varios o todos los dispositivos 42 a 45 y 47 también se pueden combinar en un solo dispositivo.

La presente invención no se limita a los ejemplos de realización anteriormente descritos, sino que más bien los aspectos individuales o características individuales de los ejemplos de realización anteriormente descritos pueden combinarse para proporcionar otros ejemplos de realización de la presente invención siempre que estos ejemplos de realización estén dentro del alcance de la invención, que está definido por las reivindicaciones.

45 **Lista de símbolos de referencia**

- 1 Máquina herramienta
- 11 Portaherramientas
- 12 Dispositivo sensor
- 13 Elemento piezoeléctrico
- 50
- 2 Barrera de luz
- 21 Emisor

ES 2 982 113 T3

- 22 Receptor
- 23 Haz de luz

- 3 Herramienta
- 5 31 Punta de herramienta
- 32 Eje de herramienta

- 41 Dispositivo para posicionar la punta de herramienta
- 42 Dispositivo para determinar la amplitud de vibración de la señal de receptor
- 10 43 Dispositivo para asociar la intensidad de la señal con la posición de la punta de herramienta
- 44 Dispositivo para determinar la frecuencia de vibración
- 45 Dispositivo para determinar la amplitud de vibración a partir de la señal de sensor
- 46 Dispositivo para variar la frecuencia de vibración
- 47 Dispositivo para asignar la amplitud de vibración a la frecuencia de vibración
- 15
- 50 Husillo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar una amplitud de vibración de una herramienta (3) que está alojada en un portaherramientas (11) de una máquina herramienta (1), que comprende las etapas consistentes en:
- 5 generar un haz (23) de luz de una barrera (2) de luz con un transmisor (21) para generar el haz (23) de luz y un receptor (22) para detectar una intensidad de luz del haz (23) de luz;
- generar una señal de receptor sobre la base de la intensidad de luz del haz (23) de luz detectada por el receptor (22) de la barrera (2) de luz;
- posicionar una punta (31) de herramienta de la herramienta (3) en el haz (23) de luz;
- 10 hacer vibrar la herramienta (3) mediante un elemento piezoeléctrico (13) dispuesto en el portaherramientas (11) para poner la herramienta (3) en vibración y un generador (46) que excita el elemento piezoeléctrico (13) con una frecuencia de excitación específica a la vibración ultrasónica; y
- determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a partir de una modulación de la señal de receptor provocada por la vibración de la herramienta (3), en donde
- 15 la herramienta (3) presenta al menos un filo que sobresale del resto de la herramienta (3) en la dirección de la vibración de la herramienta (3), y el filo de la herramienta (3) sobresale del resto de la herramienta (3) perpendicularmente a la dirección de vibración de la herramienta (3).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el procedimiento comprende además la siguiente etapa:
- poner la herramienta (3) en rotación alrededor de un eje transversal o perpendicular al haz (23) de luz durante la etapa de determinación de la amplitud de vibración de la herramienta (3).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en donde
- antes de poner la herramienta (3) en vibración, se varía la posición de la punta (31) de herramienta en el haz (23) de luz de tal modo que la intensidad de la señal de receptor cambia en función de la posición de la punta (31) de herramienta, y
- 25 la posición de la punta (31) de herramienta en un área dentro del haz (23) de luz se varía paso a paso a lo largo de una dirección perpendicular al haz (23) de luz, y en cada paso se asigna una intensidad de señal correspondiente de la señal de receptor a la posición de la punta (31) de herramienta.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde
- la amplitud de vibración de la herramienta (3) se determina a partir de una diferencia entre la intensidad de señal máxima y la intensidad de señal mínima de la señal de receptor.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, en donde
- la dirección perpendicular al haz (23) de luz corresponde a una dirección de un eje (32) de herramienta, o
- la dirección perpendicular al haz (23) de luz corresponde a una dirección perpendicular a un eje (32) de herramienta.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde
- 35 la señal de receptor es una señal de voltaje analógica generada por el receptor (22) y proporcional a la intensidad de la luz detectada por el receptor (22), y
- la herramienta (3) se pone en vibración de tal modo que la punta (31) de herramienta vibra dentro del haz (23) de luz.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende las siguientes etapas:
- generar una señal de sensor a partir de la vibración de la herramienta (3) dispuesta en un portaherramientas (11) mediante un dispositivo sensor (12) dispuesto en el portaherramientas (11);
- 40 determinar una frecuencia de vibración de la herramienta (3) a partir de la señal de sensor en función de la amplitud de vibración de la herramienta (3);
- determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a partir de la señal de sensor, en donde
- 45 la frecuencia de vibración de la herramienta (3) se varía paso a paso, y a la frecuencia de vibración se le asigna en cada paso una amplitud de vibración correspondiente de la herramienta (3).

8. Dispositivo para determinar una amplitud de vibración de una herramienta (3) que está alojada en un portaherramientas (11) de una máquina herramienta (1), que comprende
- 5 una barrera (2) de luz con un transmisor (21) para generar un haz (23) de luz y un receptor (22) para detectar una intensidad de luz del haz (23) de luz y para generar una señal de receptor sobre la base de la intensidad de luz detectada;
- un dispositivo (41) para posicionar una punta (31) de herramienta de la herramienta (3) en el haz (23) de luz;
- un elemento piezoeléctrico (13) dispuesto en el portaherramientas (11) para poner la herramienta (3) en vibración;
- un generador (46) para variar paso a paso la frecuencia de vibración de la herramienta (3), que excita el elemento piezoeléctrico (13) con una frecuencia de excitación específica para la vibración ultrasónica; y
- 10 un dispositivo (42) para determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a partir de una modulación de la señal de receptor provocada por la vibración de la herramienta (3), en donde
- la herramienta (3) presenta al menos un filo que sobresale del resto de la herramienta (3) en la dirección de la vibración de la herramienta (3), y el filo de la herramienta (3) sobresale del resto de la herramienta (3) perpendicularmente a la dirección de vibración de la herramienta (3).
- 15 9. Dispositivo según la reivindicación 8, en donde
- el dispositivo (41) para posicionar la punta (31) de herramienta está diseñado para variar la posición de la punta (31) de herramienta en el haz (23) de luz de tal modo que la intensidad de la señal de receptor cambia en función de la posición de la punta (31) de herramienta,
- en donde el dispositivo comprende además:
- 20 un dispositivo (43) para asignar la intensidad de la señal de receptor a la posición de la punta (31) de herramienta, en donde
- el dispositivo (41) para posicionar la punta (31) de herramienta está diseñado para variar la posición de la punta (31) de herramienta en un área dentro del haz (23) de luz paso a paso a lo largo de una dirección perpendicular al haz (23) de luz, y
- 25 el dispositivo (43) para asignar la intensidad de la señal de receptor a la posición de la punta (31) de herramienta está diseñado para asignar en cada paso una intensidad de señal correspondiente de la señal de receptor a la posición de la punta (31) de herramienta.
10. Dispositivo según la reivindicación 8 o 9, en donde
- 30 el dispositivo (42) para determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) está diseñado para determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a partir de una diferencia entre la intensidad de señal máxima y la intensidad de señal mínima de la señal de receptor.
11. Dispositivo según la reivindicación 9 o 10, en donde
- la dirección perpendicular al haz (23) de luz corresponde a una dirección de un eje (32) de herramienta, o
- la dirección perpendicular al haz (23) de luz corresponde a una dirección perpendicular a un eje (32) de herramienta.
- 35 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 11, en donde
- el receptor (22) de la barrera (2) de luz está diseñado para generar la señal de receptor como una señal de voltaje analógica proporcional a la intensidad de la luz detectada por el receptor (22), y
- el dispositivo (13) para poner la herramienta (3) en vibración está diseñado para poner la herramienta (3) en vibración de tal modo que la punta (31) de herramienta vibre dentro del haz (23) de luz.
- 40 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 12, que presenta
- un portaherramientas (11) para alojar la herramienta (3);
- un dispositivo sensor (12) dispuesto en el portaherramientas (11) para generar una señal de sensor a partir de la vibración de la herramienta (3);
- 45 un dispositivo (44) para determinar una frecuencia de vibración de la herramienta (3) a partir de la señal de sensor en función de la amplitud de vibración de la herramienta (3);

un dispositivo (45) para determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a partir de la señal de sensor; y
un dispositivo (47) para asignar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a la frecuencia de vibración, en donde
el dispositivo (47) para asignar la amplitud de vibración de la herramienta (3) a la frecuencia de vibración está diseñado
para asignar en cada paso una amplitud de vibración correspondiente de la herramienta (3) a la frecuencia de
vibración.

5

14. Máquina herramienta (1), que comprende

el dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 13, en donde

la máquina herramienta (1) está diseñada para determinar la amplitud de vibración de la herramienta (3) según el
procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.

10

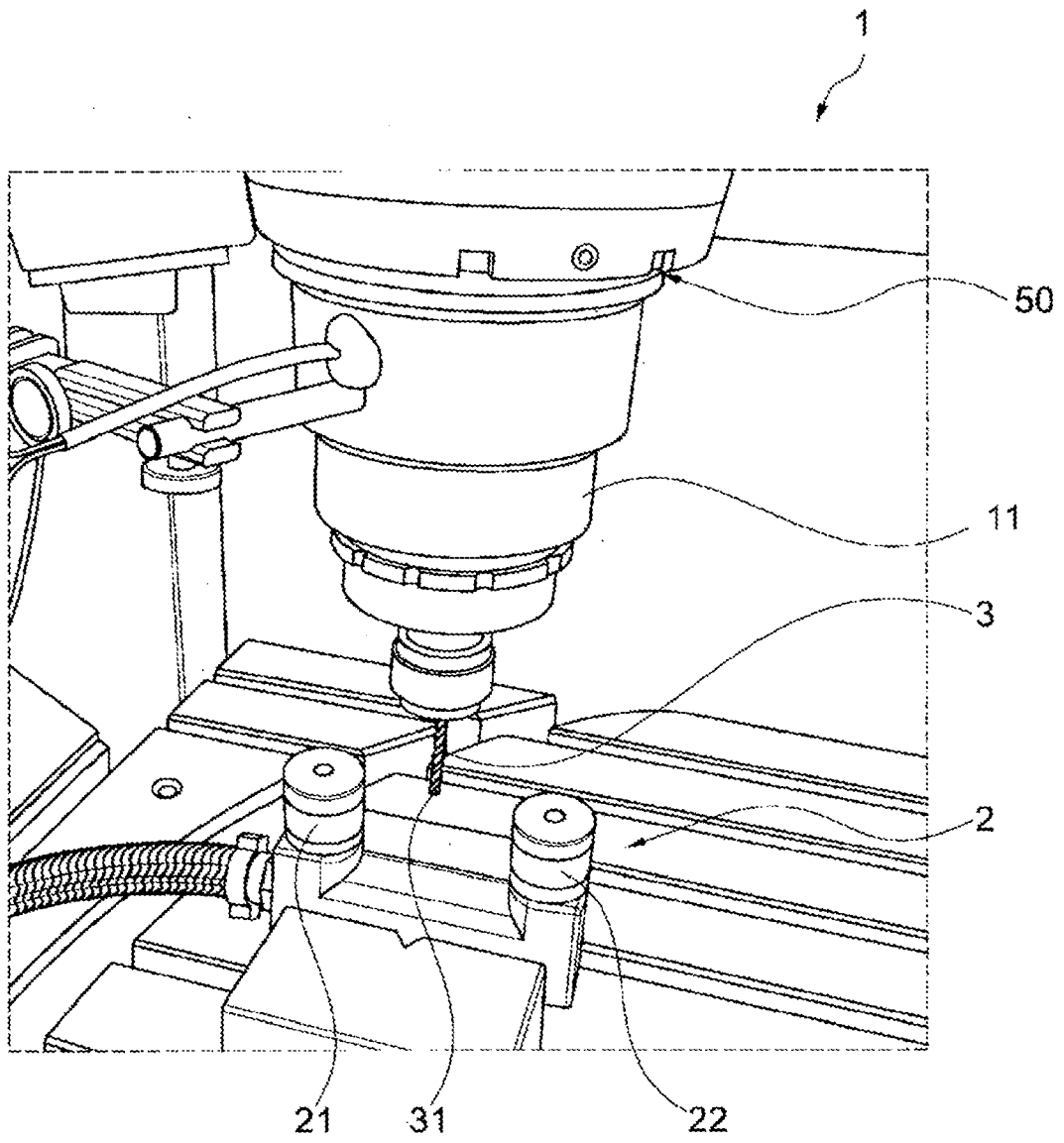


Fig. 1

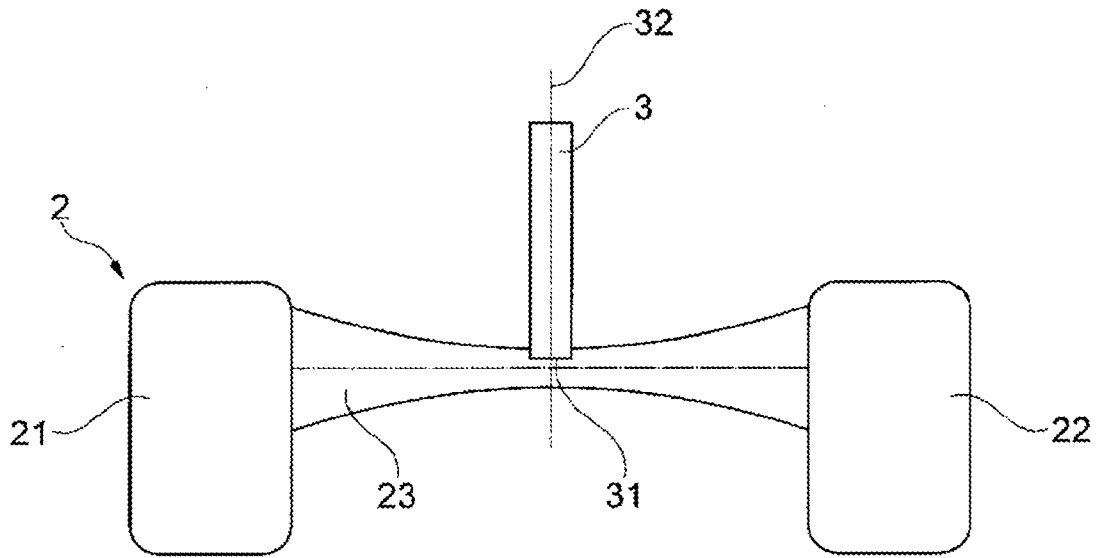


Fig. 2

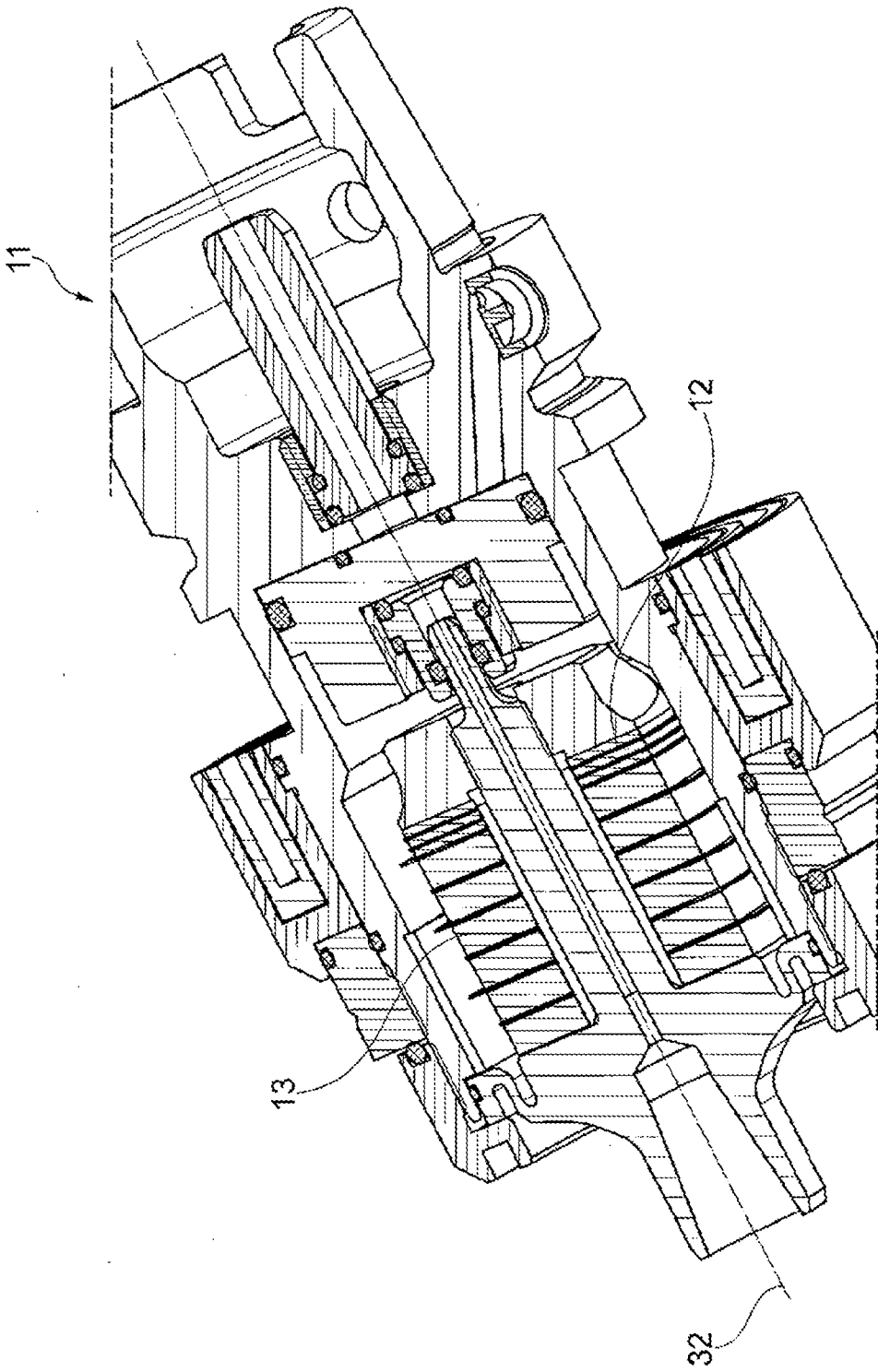


Fig. 3

