

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 699**

51 Int. Cl.:

G01B 11/26 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

G01B 5/00 (2006.01)

G01B 11/27 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2017 E 17000548 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3225320**

54 Título: **Dispositivo y método para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla**

30 Prioridad:

02.04.2016 DE 102016003772

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

13.04.2021

73 Titular/es:

**MSG MASCHINENBAU GMBH (100.0%)
Hünegräben 17a
57392 Schmalleberg, DE**

72 Inventor/es:

KAVOUSIAN, ARSHAD

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 818 699 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 y método para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla

5 [0001] La invención se refiere a un dispositivo para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla con un soporte para la pieza de trabajo en forma de varilla y a un método para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla.

10 [0002] La rectitud de las piezas de trabajo en forma de varilla es una característica de calidad que puede ser de importancia decisiva para los requisitos en la pieza de trabajo. En el pasado, la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla, en particular de un tubo enderezado, se medía generalmente mediante medición ocular, por lo que la medición de rectitud se dejaba a la sensación subjetiva de la persona que realizaba la medición. Además, también se conocen métodos en los que la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla se mide mediante escaneo mecánico o colocación de plantillas.

15 [0003] Por DE 10 2011 119 658 B4 se conoce un método y un dispositivo para comprobar tubos en el que la redondez y rectitud de un tubo se realiza mediante una comprobación óptica sin contacto. El dispositivo tiene un dispositivo de soporte para el tubo que comprobar y un portal dispuesto alrededor del dispositivo de soporte. El portal determina un plano de portal que se extiende transversal a la dirección longitudinal del dispositivo de soporte, en donde, sobre la circunferencia del portal, se proporciona una pluralidad de sensores ópticos de redondez distribuidos en un plano transversal a la dirección longitudinal y orientados hacia el centro del portal con los que se pueden realizar registros de medición de segmentos circunferenciales del tubo. Además, el dispositivo tiene medios con los cuales el portal con todos los sensores se puede regular y ajustar en una dirección transversal a la dirección longitudinal del dispositivo de soporte de tal manera que el centro del portal coincida con el eje del tubo para regular y ajustar el portal a un diámetro del tubo que puede estar entre el diámetro más pequeño posible y el diámetro más grande posible. Además, se proporcionan medios para mover, de manera controlada, uno con respecto al otro, el portal con todos los sensores ópticos y el tubo que yace en el dispositivo de soporte en la dirección longitudinal del dispositivo de soporte.

25 [0004] Los dispositivos y métodos conocidos hasta ahora para determinar la rectitud de los tubos son complicados y/o están sujetos a errores debido a interacciones existentes con fuerzas o tensiones externas, ya que las tensiones internas existentes pueden conducir a un falseamiento del resultado de medición al apoyar el tubo en un dispositivo de soporte.

30 [0005] DE 10 2014 104 337 B3 describe un dispositivo para medir una pieza de trabajo. Se describe que la pieza de trabajo se sujeta entre un primer alojamiento de pieza de trabajo y un segundo alojamiento de pieza de trabajo. Se pueden mover varios carros en relación con la pieza de trabajo, en los que se pueden proporcionar puntas de medición con sensores de fuerza para un escaneo táctil.

35 [0006] US 2010/0088043 A1 describe un sistema automatizado para definir las propiedades físicas de un eje. En este caso, el eje se sujeta mediante una disposición de sujeción. Se describe una disposición de manipulación del eje en la que el eje puede rodar para generar datos de medición de un transductor de fuerza.

40 [0007] EP 0 414 036 A2 describe una máquina de enderezado por flexión para material alargado que enderezar con un soporte de prensa con un paso a través del cual el material que enderezar se puede transportar longitudinalmente por secciones. El tramo de enderezamiento está definido mediante contrasoportes de enderezamiento consecutivos en la dirección de transporte del material que enderezar que están dispuestos en el soporte de la prensa desplazados de cuatro en cuatro a 90° en su dirección circunferencial a la misma altura que el material que enderezar. El material que enderezar se sujeta mediante los contrasoportes de enderezamiento. Los contrasoportes de enderezamiento son contrasoportes en relación a los punzones de enderezamiento provistos en el medio entre los contrasoportes de enderezamiento que se pueden accionar mediante unidades hidráulicas de pistón/cilindro. Los punzones de enderezamiento se proporcionan en la misma disposición que los contrasoportes de enderezamiento, también desplazados de cuatro en cuatro a 90° en la dirección circunferencial del material que enderezar. Durante una elevación de uno de los punzones de enderezamiento, el material que enderezar se apoya en los dos contrasoportes de enderezamiento opuestos y se dobla entre ellos. Cuál de los cuatro punzones de enderezamiento se pone en marcha depende de la dirección de la desviación existente de la sección del material que enderezar que se encuentra en el tramo de enderezamiento la cual se detecta mediante aparatos de medición dispuestos cerca de los contrasoportes de enderezamiento y los punzones de enderezamiento. Los aparatos de medición escanean la posición del límite exterior del material que enderezar y, por lo tanto, definen su curvatura entre los estribos de enderezamiento.

[0008] CN 104 588 447 A, US 4 154 073 A y DE 22 07 336 A1 describen cada uno un dispositivo para enderezar una pieza de trabajo alargada.

[0009] La tarea de la presente invención es proporcionar un dispositivo y un método con los que se pueda superar al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente.

[0010] La tarea se logra mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Las formas de realización ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 [0011] La esencia de la invención es proporcionar un soporte para una pieza de trabajo en forma de varilla en el que se puedan detectar influencias del peso propio de la pieza de trabajo en forma de varilla y las fuerzas que actúan desde el exterior. Se ha observado que tener en cuenta las fuerzas ejercidas por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre el soporte conduce a una mejora significativa en la medición de la rectitud. El falseamiento a través de las fuerzas existentes que actúan sobre la pieza de trabajo en forma de varilla desde el exterior se puede reducir porque estas se pueden tener en cuenta. En particular, se tienen en cuenta las tensiones mecánicas de la pieza de trabajo debido al soporte que pueden conducir a una "deformación" de la pieza de trabajo en forma de varilla, y se incluyen sus efectos sobre la rectitud.

15 [0012] Se proporciona un dispositivo para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla que tiene un soporte para la pieza de trabajo en forma de varilla. El soporte comprende una pluralidad de secciones con una superficie de soporte cada una. Se proporciona al menos un sensor de fuerza para definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad.

20 [0013] Se puede proporcionar al menos un aparato óptico para detectar ópticamente la pieza de trabajo en forma de varilla y/o, además o como alternativa, la posición de la pieza de trabajo en forma de varilla en el sitio se puede determinar mediante un escaneo mecánico.

[0014] Se puede proporcionar al menos un sensor de fuerza para cada superficie de soporte. La fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte respectiva se mide por medio del sensor de fuerza.

25 [0015] La dirección sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad puede formar además un ángulo distinto de cero con la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla, es decir, puede ser distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla. Si se selecciona la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla, la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla corresponde esencialmente a la disposición de las secciones del soporte que pueden estar dispuestas en una fila. Las secciones pueden estar dispuestas en una fila, en particular según la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla. Por lo tanto, el término "dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla" puede corresponder esencialmente a la "disposición de las secciones del soporte en una fila" o a la "extensión longitudinal del soporte". El sensor de fuerza puede medir parte de una fuerza que es transversal a la dirección de la gravedad, en donde, además, esta parte puede actuar, en particular, de forma distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.

35 [0016] La medición de la fuerza en las secciones del soporte hace posible proporcionar las secciones a una distancia entre sí, independientemente de la longitud de la pieza de trabajo. Las secciones en las que se realiza una medición de fuerza también pueden servir para soportar la pieza de trabajo en forma de varilla en el extremo. Un dispositivo según la invención puede medir de forma flexible diferentes longitudes de piezas de trabajo en forma de varilla.

40 [0017] Se puede prever que al menos una de las superficies de soporte se pueda mover transversalmente a la dirección de la gravedad, en donde el movimiento en particular tiene al menos una parte que es distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla. La movilidad de la al menos una superficie de soporte puede iniciarse mediante el soporte de la pieza de trabajo en forma de varilla apoyada si esta última tiene, por ejemplo, una deformación plástica que actúa en la dirección correspondiente transversal a la dirección de la gravedad. Un movimiento mencionado anteriormente proporcionado además de la medición de fuerza puede reducir las fuerzas que actúan sobre la superficie de soporte y que son ejercidas por la pieza de trabajo en forma de varilla.

45 [0018] Según la invención, la medición de rectitud o la medida de rectitud se entiende como la comprobación de la rectitud de la pieza de trabajo en forma de varilla. En particular, la medición de la rectitud o la medida de la rectitud puede comprender la determinación del contorno circunferencial de la pieza de trabajo en forma de varilla, de modo que se pueda obtener imágenes desde el exterior de al menos una parte de la pieza de trabajo en forma de varilla. En particular, según la invención, se pueden obtener imágenes tridimensionales de al menos una parte del contorno exterior de la pieza de trabajo en forma de varilla. Se puede prever que la pieza de trabajo en forma de varilla se pueda medir y representar en su totalidad tridimensionalmente desde el exterior. La protocolización es posible. El dispositivo permite crear un protocolo para cada pieza de trabajo en forma de varilla medida. La calidad de la pieza en forma de varilla se puede determinar rápidamente para cada pieza de trabajo.

[0019] Según la invención, por el término "pieza de trabajo en forma de varilla" se entiende una pieza de trabajo de características geométricas muy diferentes. Una pieza de trabajo en forma de varilla puede comprender en particular un perfil, material sólido, perfiles cuadrados, poligonales, redondos, ovalados, abiertos o cerrados, así como combinaciones de las formas mencionadas de piezas de trabajo o, en particular, un tubo.

5 [0020] Según la invención, por secciones de un soporte se entiende áreas que se utilizan para depositar una pieza de trabajo en forma de varilla durante la medición. Las secciones pueden estar dispuestas sustancialmente en una fila. La pieza de trabajo en forma de varilla puede descansar sobre una superficie de soporte de una sección. La superficie de soporte puede estar fija en el sitio. La superficie de soporte puede ser móvil, en particular independientemente de otras áreas del soporte, y en particular puede controlarse mediante fuerza, presión y/o desplazamiento, en particular en la dirección esencialmente de la gravedad. Por ejemplo, se puede controlar una sección para compensar el peso. La superficie de soporte puede estar dispuesta en el extremo de un punzón o en un vástago del pistón que puedan moverse con respecto a un cilindro como una parte móvil. Las secciones con las superficies de soporte, en particular, también pueden moverse en la dirección esencialmente de la gravedad y controlarse mediante fuerza, presión y/o desplazamiento. El control puede ser una regulación. Mediante las secciones móviles con las superficies de soporte se puede reducir una vibración y/o un oscilamiento de la pieza de trabajo en forma de varilla.

[0021] Las secciones pueden disponerse de forma fija entre sí en la dirección longitudinal del alojamiento. Cada una de las secciones adyacentes puede estar sustancialmente a la misma distancia entre sí. Se prefiere una distancia en el intervalo de aproximadamente 0,5 m a aproximadamente 1,7 m.

20 [0022] El término "superficie de soporte" abarca sustancialmente cualquier forma, en particular una superficie sustancialmente plana, en la que la pieza de trabajo en forma de varilla puede descansar en secciones. Otras formas son posibles. Por ejemplo, es posible una forma en U o en V, en donde la pieza de trabajo en forma de varilla pueda descansar entre las patas de la U o de la V. En particular, las patas pueden formar entre sí un ángulo de 90°; u otros ángulos posibles. Puede haber límites para la superficie de soporte extendidos a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla y con una sección que tenga, al menos, una parte elevada en la dirección de la gravedad. En este caso, se puede tener en cuenta que las "varillas rodantes" se pueden medir como piezas de trabajo en forma de varilla que pueden rodar desde la superficie de alojamiento sin una previsión especial de la configuración de la superficie de alojamiento. La superficie de soporte puede diseñarse de tal manera que haya suficiente fricción estática entre la pieza de trabajo en forma de varilla y la superficie de soporte. Para ello, la superficie de soporte se puede proporcionar correspondientemente desbastada y/o con una materia o material correspondiente, en particular un plástico. La superficie de soporte puede tener una normal a la superficie que esté alineada sustancialmente paralela a la dirección de la gravedad. En particular, la superficie de soporte puede ser menor o igual que el diámetro de la pieza de trabajo en forma de varilla. El tamaño de la superficie de soporte se puede seleccionar de modo que no sobresalga de la superficie de soporte más allá del ancho máximo de la pieza de trabajo en forma de varilla.

[0023] El término "gravedad" o "dirección de la gravedad" es la dirección del campo gravitatorio terrestre y coincide esencialmente con la dirección de la aceleración gravitacional o dirección de la plomada. Las desviaciones causadas, por ejemplo, por la fuerza de Coriolis, se incluyen dentro del alcance de la tolerancia.

40 [0024] El término "transversal" como indicación de dirección o indicación geométrica con respecto a otra dirección comprende el ángulo recto, pero también desviaciones de este. La indicación "transversal" comprende un ángulo formado con la dirección de referencia en el intervalo de aproximadamente 5° a 175°, preferiblemente entre aproximadamente 20° y aproximadamente 160°, más preferiblemente entre aproximadamente 35° y aproximadamente 145°, en particular preferiblemente entre aproximadamente 50° y aproximadamente 130°, muy especialmente preferiblemente entre aproximadamente 65° y aproximadamente 115°, mucho más especialmente preferiblemente entre aproximadamente 70° y aproximadamente 110°. El movimiento transversal a la dirección de la gravedad puede tener lugar a lo largo de una primera dirección, en donde una segunda componente adicional no se excluye en otra dirección transversal a la dirección de la gravedad y transversal a la primera dirección. Según la invención, se puede medir una fuerza con una componente que se alinee transversalmente a la dirección de la gravedad y, en particular, que sea distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla. La medición de la fuerza para una parte que actúa esencialmente horizontal u horizontalmente es posible, en donde esta parte no (solo) actúa en la dirección de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.

55 [0025] En una forma de realización particularmente preferida, el al menos un sensor de fuerza para definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte también está diseñado para definir una fuerza que actúa sustancialmente en la dirección de la gravedad. Por ello, el resultado de la medición puede mejorarse y el dispositivo puede diseñarse de forma sencilla. También se puede prever que haya otro sensor de fuerza con el que se pueda definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte en una dirección esencialmente en la dirección de la gravedad. También es posible que hayan dos sensores de fuerza y que ambos midan respectivamente partes de la fuerza en las direcciones mencionadas, y por medio de la disposición conocida de cómo estén dispuestos los sensores de fuerza con respecto a la superficie

de soporte, las fuerzas se determinen, en particular matemáticamente, teniendo en cuenta los ángulos en los que los sensores de fuerza midan o estén dispuestos.

[0026] En la descripción, definir o determinar una fuerza por medio de un sensor de fuerza en una dirección indicada incluye también la posibilidad de que el sensor de fuerza también detecte una fuerza en otra dirección o que la señal obtenida por el sensor de fuerza pueda tener una parte (adicional) correspondiente. La definición o determinación se puede llevar a cabo mediante una pluralidad de sensores de fuerza o señales correspondientes para determinar la fuerza en una dirección indicada.

[0027] En una forma de realización preferida, la superficie de soporte puede estar montada de forma inclinable. En particular, la superficie de soporte puede estar montada de tal manera que haya un cojinete cardánico o un cojinete articulado. La superficie de soporte se puede diseñar como un área final de un apoyo pendular que puede estar montada de manera articulada en el extremo. La superficie de soporte está orientada hacia arriba para sostener la pieza de trabajo en forma de varilla y tiene un cojinete articulado en la dirección de la gravedad o en un ángulo con respecto a la gravedad. La superficie de soporte puede estar montada adicional o alternativamente de forma desplazable. El cojinete desplazable puede desplazarse en particular en dos direcciones mutuamente ortogonales. Ambas direcciones también pueden formar entre sí un ángulo distinto a 90°. La capacidad de desplazamiento de la superficie de soporte puede tener lugar a lo largo de un plano. La capacidad de desplazamiento de la superficie de soporte también puede tener lugar de tal manera que la superficie de soporte se realice a lo largo de un segmento esférico. En el movimiento y montaje de la superficie de soporte, se puede preferir una reducción de las fuerzas de fricción, en las que, por ejemplo, se proporcione una guía lineal, en particular con un soporte de aire comprimido. Además o como alternativa, también se puede prever el uso de un campo magnético en la guía lineal. Además o como alternativa, se puede utilizar un rodamiento de rodillos para reducir la fuerza de fricción.

[0028] En una forma de realización particularmente preferida, el dispositivo está diseñado de tal manera que (a) el movimiento de la superficie de soporte y/o la fuerza sobre esta se detecte sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad y/o (b) el movimiento de la superficie de soporte y/o la fuerza sobre esta se detecte en la dirección sustancialmente de la gravedad y/o la dirección en la que se puede mover la superficie de soporte. El movimiento se puede detectar mediante un aparato óptico. La acción de la fuerza puede tener lugar, por ejemplo, mediante uno o más sensores de fuerza en la sección con la superficie de soporte. Se puede utilizar una célula de carga como forma especial de un sensor de fuerza o transductor de fuerza. Debido al hecho de que se puede detectar el movimiento de la superficie de soporte, se puede determinar, en particular matemáticamente, una deformación que pueda ser causada, por ejemplo, por la geometría de la pieza de trabajo en forma de varilla y/o el material para, por ejemplo, compensar las influencias de las fuerzas de acción externa y la gravedad. También existe la posibilidad de registrar una curva característica para definir las propiedades del material, como por ejemplo del módulo de elasticidad.

[0029] Según la invención, el dispositivo está diseñado de manera que (a) la fuerza sobre la superficie de soporte se detecte sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad y en particular de forma distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla, y (b) la fuerza sobre la superficie de soporte se pueda detectar en la dirección sustancialmente de la gravedad. La acción de la fuerza puede tener lugar, por ejemplo, mediante uno o más sensores de fuerza en la sección con la superficie de soporte. Se puede utilizar una célula de carga como forma especial de un sensor de fuerza o transductor de fuerza. Debido al hecho de que se puede detectar la fuerza que actúa sobre la superficie de soporte desde la pieza de trabajo en forma de varilla, se puede determinar, en particular matemáticamente, una deformación que pueda ser causada, por ejemplo, por la geometría de la pieza de trabajo en forma de varilla y/o el material para, por ejemplo, compensar o tener en cuenta las influencias de las fuerzas de acción externa y la gravitación.

[0030] Según la invención, el término "sensor de fuerza" comprende un sensor que puede detectar una acción de una fuerza sobre la superficie de soporte, en particular la acción de una fuerza sobre la superficie de soporte en una dirección sustancialmente de la dirección de gravedad y/o de la dirección en la que se puede mover la superficie de soporte, por ejemplo para compensar la fuerza del peso de la pieza de trabajo en forma de varilla. En particular, el sensor de fuerza puede definir una parte de una fuerza que actúa sobre la superficie de soporte desde la pieza de trabajo en forma de varilla. La parte puede actuar transversalmente a la dirección de la gravedad y, en particular, de forma distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla. El sensor de fuerza se puede diseñar con diferentes sensores. El sensor de fuerza se puede seleccionar del grupo de galgas extensométricas; transductores de fuerza del cuerpo de resorte, en particular cuerpos de resorte en forma de S, en los que se puede realizar una medición de flexión en la banda central; transductores de fuerza piezoeléctricos; transductores de fuerza electromagnéticos y/o transductores de fuerza resistivos.

[0031] Por medio de uno o más sensores de fuerza, que se proporcionan en particular en cada sección del soporte, es posible también detectar fuerzas de fricción durante el movimiento de la superficie de soporte. Se puede determinar una fuerza que actúe sobre la superficie de soporte. Si una superficie de soporte se extiende contra la pieza de trabajo en forma de varilla a una presión preestablecida, la fuerza que actúa sobre un sensor de fuerza debe ser matemáticamente fácil de calcular si el sistema se comportara de forma ideal. Sin embargo, dado que puede producirse fricción, por ejemplo, entre un vástago del pistón y un cilindro (en particular, el llamado "efecto de

5 sacudidas stick-slip" como efecto de adherencia-deslizamiento), puede ocurrir que el sistema no se comporte de forma ideal a una presión preestablecida, es decir, que por ejemplo el vástago del pistón se adhiera al menos parcialmente al cilindro. Al medir los sensores de fuerza, el efecto de la fricción se puede detectar y tener en cuenta matemáticamente al comparar la fuerza (deseada) ideal con la fuerza medida con el sensor de fuerza. Teniendo en cuenta la fuerza determinada en el sensor de fuerza, es posible controlar los soportes sin tener que regularlos. En particular, todas las secciones del soporte se pueden controlar con la misma fuerza o la misma presión, lo que puede producirse teniendo en cuenta la masa o densidad de la pieza de trabajo en forma de varilla y el módulo de elasticidad del material de la pieza de trabajo.

10 [0032] También es posible que la superficie de soporte se extienda en la dirección de la pieza de trabajo en forma de varilla (esencialmente en la dirección de la gravedad) de modo que se pueda medir una contrafuerza.

[0033] En una forma de realización preferida, la al menos una de las secciones es extensible a una presión predeterminada sustancialmente en la dirección opuesta a la gravedad. Por ello, se puede compensar el peso propio de la pieza de trabajo en forma de varilla que actúa sobre la sección.

15 [0034] Además o como alternativa, es posible que al menos una de las secciones pueda recorrer, sustancialmente en contra de la dirección de la gravedad, una trayectoria que sea ajustable o pueda preestablecerse. Por ello, el peso propio de la pieza de trabajo en forma de varilla que descansa sobre la sección puede contrarrestarse o evitar sus influencias.

20 [0035] En una forma de realización particularmente preferida, cada una de las secciones sobre las que descansa, al menos parcialmente, la pieza de trabajo en forma de varilla es deslizante con sustancialmente la misma presión preestablecida y/o sustancialmente la misma trayectoria sustancialmente en la dirección contraria a la gravedad. Por ello, el peso propio se puede compensar en toda la longitud de la pieza de trabajo en forma de varilla que descansa sobre el soporte.

25 [0036] En una forma de realización particularmente preferida, los soportes no son móviles y se detectan las fuerzas que actúan entre la pieza de trabajo en forma de varilla colocada sobre la superficie de soporte y la superficie de soporte, donde se pueden detectar al menos dos partes. Una parte en la dirección de la gravedad y una parte en la dirección transversal a la gravedad, que en particular puede ser además distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.

30 [0037] En una forma de realización particularmente preferida, se proporcionan dos secciones de extremo del soporte que permiten fijar la pieza de trabajo en forma de varilla. Según la invención, se entiende por fijación que la pieza de trabajo en forma de varilla está inmóvil transversalmente a la dirección esencialmente de la gravedad. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante una superficie de soporte con la forma correspondiente. Para ello, la superficie de soporte de las secciones de extremo puede comprender en particular una forma en U o en V, lo que posibilita que, transversalmente a la dirección esencialmente de la gravedad y transversalmente a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla, se formen superficies de contacto que estén orientadas de forma opuesta y con las que la pieza de trabajo en forma de varilla esté en contacto. Según la invención, el término "orientado de forma opuesta" abarca superficies o secciones parciales de superficies cuyas normales a la superficie discurren paralelas o formen un ángulo de $\leq 90^\circ$. Las fuerzas que actúan entre la pieza de trabajo en forma de varilla y la superficie de soporte también se pueden determinar en las secciones de extremo del soporte, en donde se pueden detectar dos partes: una parte en la dirección de la gravedad y una parte en una dirección transversal a la gravedad, que además también puede ser distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.

45 [0038] En una forma de realización particularmente preferida, las secciones de extremo del soporte así como las otras secciones se pueden controlar o mover en una dirección sustancialmente de gravedad, en particular por medio de una unidad de vástago de pistón-cilindro. Con particular preferencia, las secciones de extremo no tienen una movilidad particular en la dirección transversal a la dirección de gravedad. Las secciones de extremo se pueden proporcionar con un sensor de fuerza descrito anteriormente con el que se puede determinar una fuerza que actúe sobre la superficie de soporte. Las secciones de extremo también pueden estar fijas en el sitio.

[0039] Si se utiliza una indicación numérica en la descripción y/o las reivindicaciones, esta indicación numérica comprende no solo el valor puro sino también una indicación de rango de un intervalo con valores límite que dan como resultado $\pm 10\%$ o $\pm 10^\circ$ del valor puro.

50 [0040] Un aparato óptico para detectar ópticamente la pieza de trabajo en forma de varilla puede comprender una cámara. Además, el aparato óptico puede comprender iluminación que puede iluminar el soporte mediante al menos uno o más medios de iluminación, que en particular pueden estar diseñados como leds. Es posible, por ejemplo, que la cámara y los medios de iluminación o la pluralidad de medios de iluminación estén presentes en una unidad que esté alineada a la pieza de trabajo en forma de varilla o al soporte. El aparato óptico se puede sujetar a un elemento de soporte del dispositivo que sostiene el aparato óptico. El control de los medios de iluminación puede realizarse de

forma continua o discontinua, por ejemplo mediante un breve control de los medios de iluminación. El dispositivo puede tener una fijación para el aparato óptico y/o los medios de iluminación. La fijación puede asegurar que el aparato óptico y/o los medios de iluminación permanezcan, después de haber realizado una calibración, a la distancia y con la alineación utilizadas en la calibración para sostener la pieza de trabajo en forma de varilla.

5 [0041] En una forma de realización preferida, en el área del soporte, en particular debajo del soporte, se proporciona un reflector con el que la detección óptica de la pieza de trabajo en forma de varilla se puede mejorar mediante un aparato óptico. En particular, el reflector puede estar diseñado como una superficie reflectante que refleje la luz
10 incidente en la superficie de nuevo sobre sí misma. La superficie reflectante se puede proporcionar con esferas de vidrio que actúen catadióptricamente. En una forma de realización particularmente preferida, puede haber una pluralidad de reflectores.

[0042] También se puede prever que el aparato óptico detecte una retroiluminación.

[0043] La invención también proporciona un método para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla, en donde la pieza de trabajo se coloca sobre un soporte que tiene una superficie de soporte. Según la
15 invención, se mide la fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad.

[0044] A continuación se describe la invención con mayor detalle haciendo referencia a los ejemplos de realización representados en los dibujos.

[0045] En los dibujos muestran:

20 Figura 1 un dispositivo para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla en una representación isométrica;

Figura 2 una vista detallada de una sección con una superficie de soporte según una forma de realización en una representación parcialmente seccionada; y

Figura 3 una vista detallada de una sección con una superficie de soporte según otra forma de realización en una representación parcialmente seccionada.

25 [0046] La Figura 1 muestra una representación isométrica de un dispositivo según la invención de forma oblicua desde el lateral. Hay un soporte para una pieza de trabajo en forma de varilla que no se muestra. La pieza de trabajo en forma de varilla se puede colocar alineada a la extensión longitudinal de una barra 1 a la que están sujetas las secciones 2, 3, 4. La pieza de trabajo en forma de varilla puede estar alineada a lo largo de la dirección de las secciones 2, 3, 4. Las secciones 2, 3, 4 del soporte tienen superficies de soporte 5, 6, 7 que pueden entrar en
30 contacto con la pieza de trabajo en forma de varilla. Las secciones 2 y 4 se disponen de tal modo y se proporcionan a tal distancia entre sí que, en cada caso, un área de extremo de la pieza de trabajo en forma de varilla descansa sobre la sección 2 o 4. Sin embargo, la pieza de trabajo que medir también puede ser más corta, de modo que la pieza de trabajo solo pueda descansar sobre las secciones 2 y 3 o 3 y 4.

35 [0047] Las superficies de soporte 5, 6, 7 de las secciones 2, 3, 4 son sustancialmente planas, pero también pueden tener forma de V. Las secciones 2, 3, 4 se pueden mover en altura de una manera regulada por presión, desplazamiento y/o fuerza. Por lo tanto, las superficies de soporte 5, 6, 7 de las secciones 2, 3, 4 se pueden mover en una dirección esencialmente paralela a la dirección de gravedad. La regulación del movimiento en la dirección sustancialmente paralela a la dirección de la gravedad puede realizarse en función del peso propio de la pieza de trabajo en forma de varilla. En particular, sobre la base de una distribución en masa de la pieza de trabajo en forma de varilla, es decir, un conocimiento de la densidad de la pieza de trabajo en forma de varilla y del tamaño de las superficies de soporte 5, 6, 7 se puede ajustar aquí una presión con la que las secciones 2, 3, 4 se pueden extender
40 en una dirección sustancialmente paralela a la dirección de la gravedad.

45 [0048] Además del posible movimiento en una dirección sustancialmente paralela a la dirección de la gravedad, las superficies de soporte 5, 6, 7 de las secciones 2, 3, 4 también pueden moverse según una componente transversal a la dirección de la gravedad.

[0049] En los soportes 2, 3, 4 se dispone al menos un sensor de fuerza 8, 9 (Figuras 2 y 3) con el que, en cada caso, se puede definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte 5, 6, 7 en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad. El al menos un sensor de fuerza 8, 9 se puede proporcionar, en particular, para definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte 5, 6, 7 en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de gravedad y distinta a la
50 dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.

[0050] Además, con el sensor de fuerza 8, 9 se puede medir también una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte 5, 6, 7 en dirección de la gravedad. La dirección de la gravedad se

indica esencialmente en la dirección a través de la flecha doble 10 vertical de la Figura 1. La movilidad transversal a la dirección de la gravedad se indica como una flecha doble 11 (Figuras 2 y 3).

5 [0051] Debajo del soporte para la pieza de trabajo en forma de varilla se disponen reflectores 12 que reflejan la luz que es emitida en particular por un aparato óptico 13 de vuelta al aparato óptico 13. Hay una pluralidad de aparatos ópticos 13 que tiene al menos un medio de iluminación y una cámara. Mediante la iluminación y la detección en diferentes ángulos, se puede definir una imagen tridimensional de la pieza de trabajo en forma de varilla a partir de las imágenes individuales de las cámaras del aparato óptico 13. Los aparatos ópticos 13 están fijados en una estructura 14 que tiene elementos de soporte para los aparatos ópticos 13.

10 [0052] La Figura 2 muestra la sección 3 del soporte en una representación parcialmente seccionada, por ejemplo para una de las secciones 2, 3, 4. La superficie de soporte 6 está acoplada al sensor de fuerza 8 de tal manera que se puede medir una fuerza que actúa sobre la superficie de soporte 6 desde la pieza de trabajo. Con el sensor de fuerza 8 se pueden medir componentes de la fuerza que (a) actúan en la dirección de la gravedad y (b) en una dirección transversal a la dirección de la gravedad. Además, la componente en la dirección transversal a la dirección de la gravedad puede ser, en particular, distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo.

15 [0053] La superficie de soporte 6 además está dispuesta en un vástago de pistón 15 o sujeta a este, en donde es posible una movilidad lateral entre el vástago de pistón 15 y la superficie de soporte 6 mediante una guía de riel 16.

[0054] El vástago de pistón 15 es deslizable en un cilindro 17. Para presurizar el cilindro 17 con aire comprimido, el cilindro 17 tiene una entrada de cilindro con una válvula de regulación de presión y una salida de cilindro, en donde la salida del cilindro también tiene un estrangulador.

20 [0055] El cilindro 17 con el vástago de pistón 15 se sujeta a una pieza guía 19. La pieza guía 19 tiene ranuras de guía longitudinales 20 en forma de brechas a través de las cuales se pueden extender tornillos de sujeción 18 mediante los cuales es posible una sujeción con una altura preestablecida, como indica la flecha doble 21.

25 [0056] La Figura 3 muestra una forma de realización alternativa con una superficie de soporte 6 en forma de V. Se proporcionan dos sensores de fuerza 8, 9 con los que se puede medir una fuerza que actúa sobre la superficie de soporte 6 desde la pieza de trabajo. Con los sensores de fuerza 8, 9 se pueden medir componentes de la fuerza que (a) actúan en la dirección de la gravedad y (b) en una dirección transversal a la dirección de la gravedad. Además, la componente en la dirección transversal a la dirección de la gravedad puede, en particular, alinearse de forma distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo. Las formas de realización mostradas en las Figuras 2 y 3 para el diseño de la superficie de soporte 6 se pueden combinar libremente. No existen prejuicios ni opiniones contradictorias. En particular, se pueden utilizar sensores de fuerza 8, 9 en cualquier disposición y diseño con los que se puedan medir fuerzas que tengan componentes que actúen (a) en la dirección de la gravedad y (b) en una dirección transversal a la dirección de la gravedad. Además, la componente en la dirección transversal a la dirección de la gravedad puede, en particular, alinearse de forma distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo. Puede tenerse en cuenta la detección de las fuerzas tanto en la dirección de la gravedad como también en la dirección transversal a la gravedad y proporcionar un resultado mejorado en la medición de la rectitud.

30

35

[0057] Un método según la invención puede llevarse a cabo en particular con el dispositivo mostrado en la Figura 1 y las secciones del soporte representadas en las Figuras 2 y/o 3 con las superficies de soporte correspondientes. La pieza de trabajo en forma de varilla se puede colocar primero en un soporte adicional. El soporte adicional, en particular, puede tener también secciones que comprendan una superficie de soporte respectiva. El soporte adicional puede servir, en particular, para proteger las superficies de soporte que se pueden mover libremente en la dirección esencialmente transversal a la gravedad o para reducir la carga.

40

[0058] Las secciones del soporte adicional pueden estar orientadas en particular en la misma dirección que el soporte que comprende las secciones mencionadas anteriormente que tienen una superficie de soporte que se puede mover libremente. Las secciones del soporte adicional se pueden retraer y las secciones del soporte que se puede mover libremente se pueden mover en la dirección de la pieza de trabajo en forma de varilla, de modo que las secciones del soporte adicional puedan perder el contacto con la pieza de trabajo en forma de varilla y las secciones del soporte que se pueden mover libremente puedan entrar en contacto con la pieza de trabajo en forma de varilla.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla con un soporte para la pieza de trabajo en forma de varilla y un aparato para detectar ópticamente y/o escanear mecánicamente la pieza de trabajo en forma de varilla, caracterizado por que el soporte tiene una pluralidad de secciones (2, 3, 4) cada una con una superficie de soporte (5, 6, 7), en donde se proporciona al menos un sensor de fuerza (8, 9) acoplado a una superficie de soporte (5, 6, 7) para definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte (5, 6, 7) en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de gravedad.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1 caracterizado por que el al menos un sensor de fuerza (8, 9) se proporciona para definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte (5, 6, 7) en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de gravedad y que es distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2 caracterizado por que el al menos un sensor de fuerza (8, 9) está diseñado además para definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte (5, 6, 7) en una dirección sustancialmente en la dirección de la gravedad, y/o hay otro sensor de fuerza adicional (8, 9) con el que se puede definir una fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte (5, 6, 7) en una dirección sustancialmente en la dirección de la gravedad.
- 20 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por que al menos una superficie de soporte (5, 6, 7) se puede mover transversalmente a la dirección de gravedad, en particular con una componente que es a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por que la superficie de soporte (5, 6, 7) está montada de forma inclinable y/o desplazable.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizado por que el movimiento de la superficie de soporte (5, 6, 7) se detecta transversalmente a la dirección de la gravedad.
- 25 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que al menos una de las secciones (2, 3, 4) se puede extender sustancialmente en la dirección contraria a la gravedad con una presión predeterminada.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizado por que se proporcionan dos secciones (2, 3, 4) de extremo que permiten una fijación de la pieza de trabajo en forma de varilla.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por que se proporciona al menos un aparato óptico (13) para detectar ópticamente la pieza de trabajo en forma de varilla.
- 30 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizado por que se proporciona un reflector (12) en la región del soporte.
- 35 11. Método para medir la rectitud de una pieza de trabajo en forma de varilla, en donde la pieza de trabajo se coloca sobre un soporte con una pluralidad de secciones con una superficie de soporte (5, 6, 7) cada una y la pieza de trabajo se detecta ópticamente y/o escanea mecánicamente, caracterizado por que la fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte (5, 6, 7) se mide en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de la gravedad mediante un sensor de fuerza (8) acoplado a una superficie de soporte (5, 6, 7).
- 40 12. Método según la reivindicación 11 caracterizado por que la fuerza se mide en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de gravedad y que es distinta a la dirección longitudinal de la pieza de trabajo en forma de varilla.
13. Método según la reivindicación 11 o 12 caracterizado por que, además, la fuerza ejercida por la pieza de trabajo en forma de varilla sobre la superficie de soporte (5, 6, 7) se mide en una dirección sustancialmente en la dirección de la gravedad.
- 45 14. Método según la reivindicación 13 caracterizado por que al menos una sección (2, 3, 4) del soporte se mueve con su superficie de soporte (5, 6, 7) respectiva libremente transversal a la fuerza de gravedad terrestre.
15. Método según la reivindicación 13 o 14 caracterizado por que la superficie de apoyo (5, 6, 7) se mueve regulada por la presión o regulada por la trayectoria.

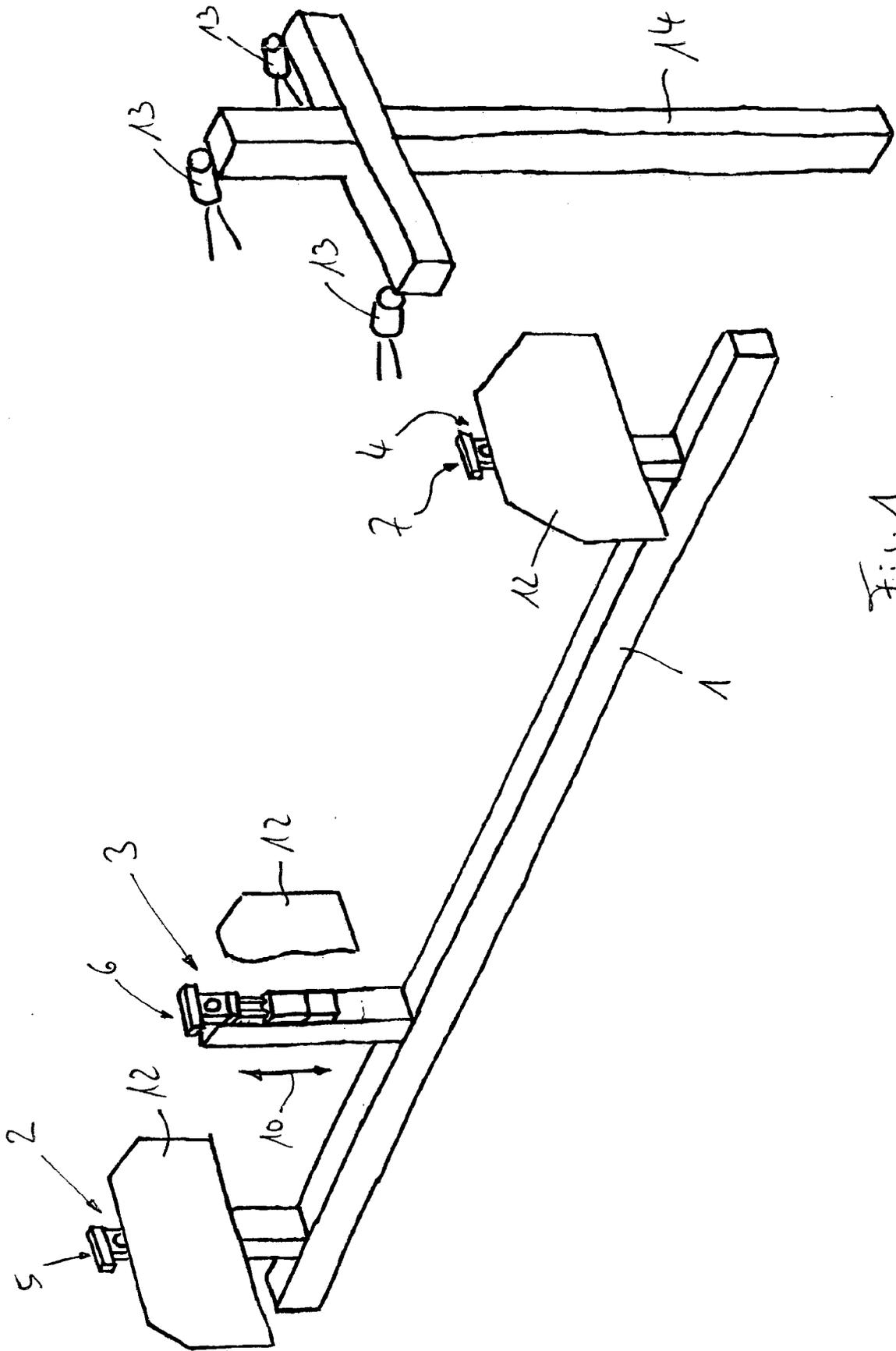


Fig. 1

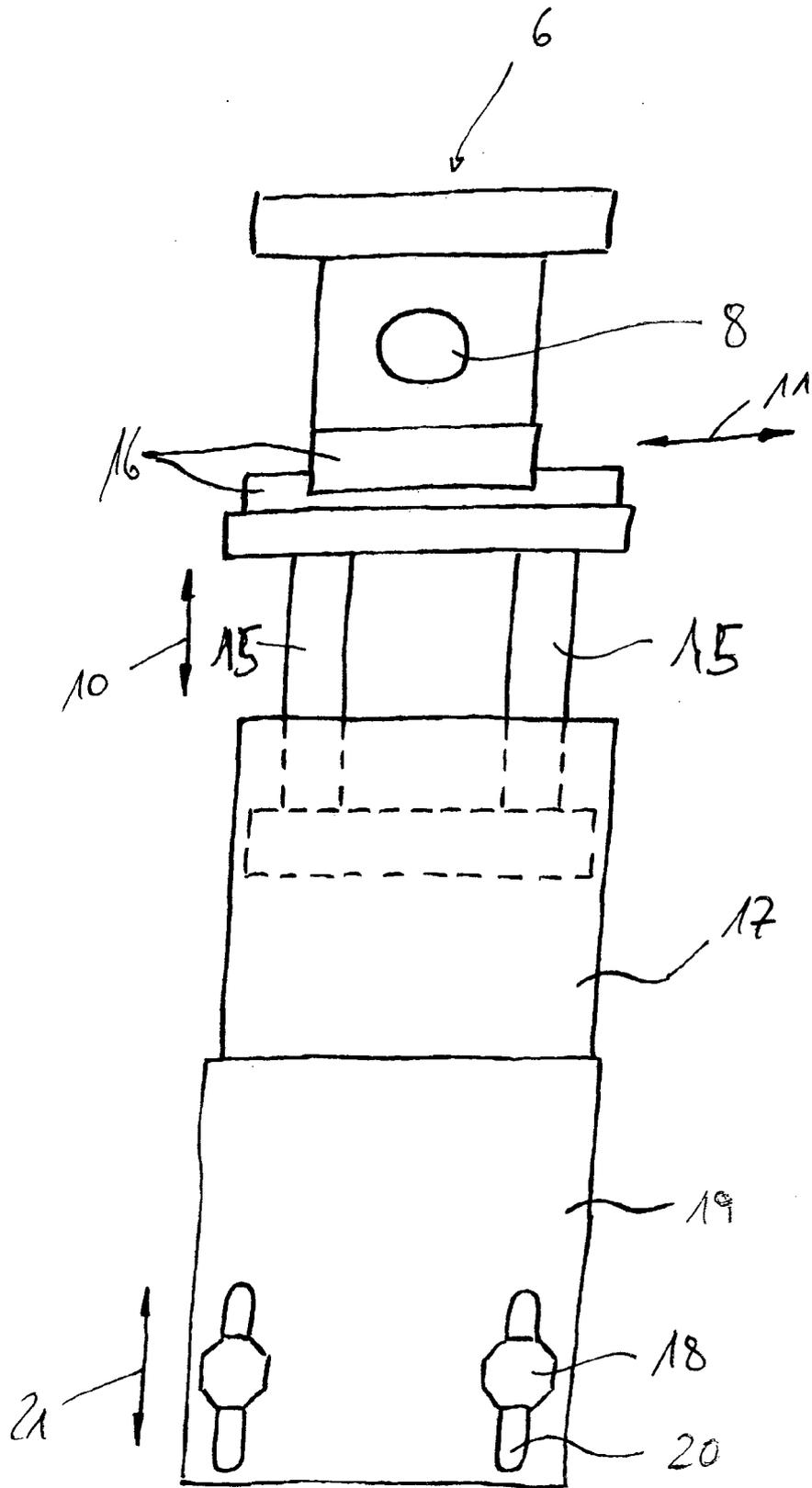


Fig. 2

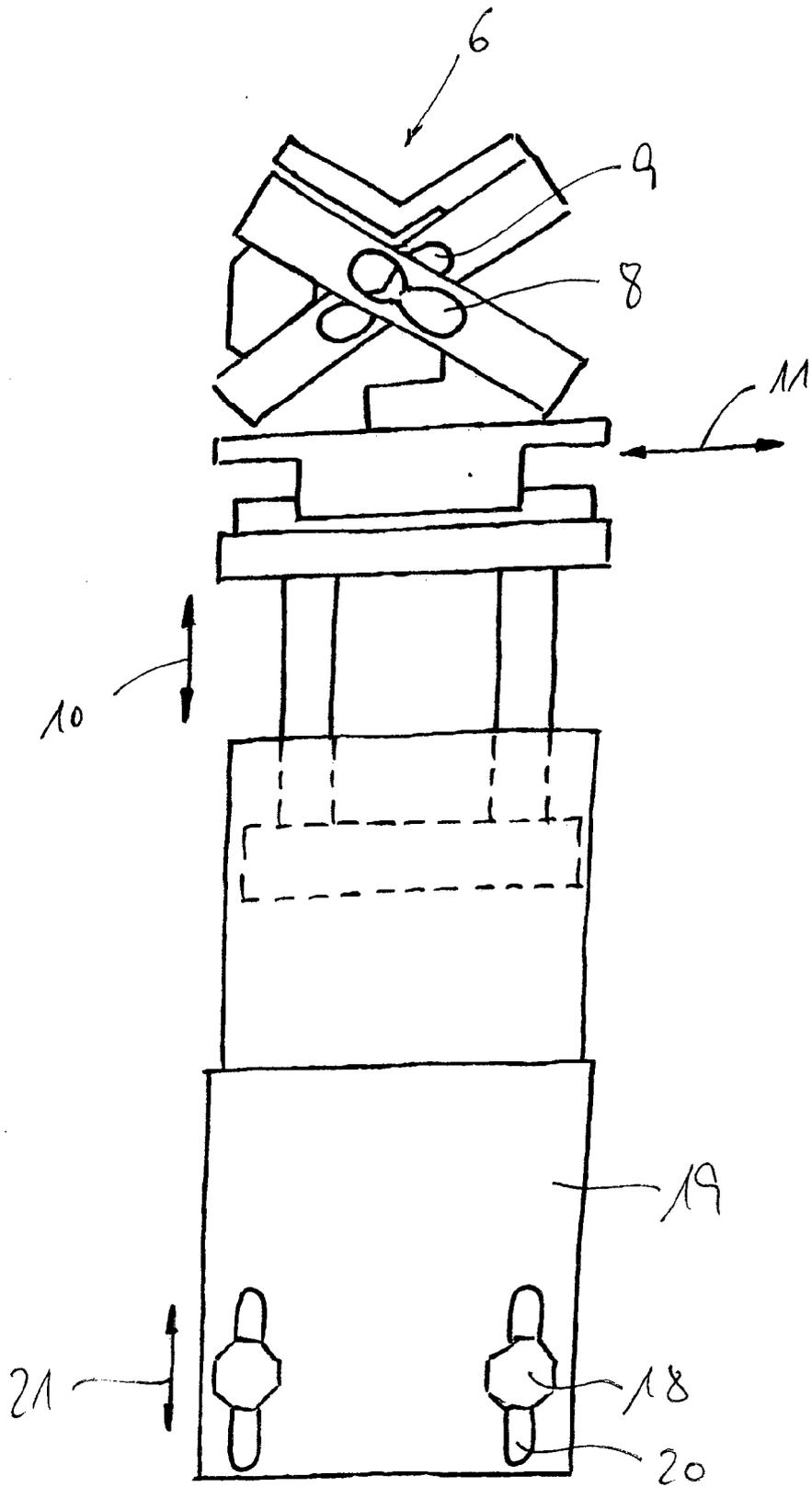


Fig. 3