

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 585 589**

(51) Int. Cl.:  
**G05B 19/401** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2011 E 11004257 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2390737**

---

(54) Título: **Procedimiento para la medición de máquinas**

(30) Prioridad:

**28.05.2010 DE 102010021839**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.10.2016**

(73) Titular/es:

**DÖRRIES SCHARMANN TECHNOLOGIE GMBH (100.0%)  
Hugo-Junkers-Strasse 12/32  
41236 Mönchengladbach, DE**

(72) Inventor/es:

**KAHLE, LÜDER;  
LOOSE, REINHOLD;  
MIRBACH, HERMANN J. y  
TROUP, THOMAS**

(74) Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 585 589 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 para la medición de máquinas

La presente invención se refiere a un procedimiento para la medición de máquinas de una máquina de procesamiento NC según la reivindicación 1, a un sistema para la medición de máquinas según la reivindicación 9 así como a la utilización del sistema anterior para la medición de piezas de trabajo según la reivindicación 15.

En los últimos años se han incrementado constantemente los requerimientos de exactitud en máquina de procesamiento. Ante estos antecedentes, la medición de máquinas tiene actualmente una gran importancia. Esto se refiere tanto a la medición de máquinas durante la instalación de la máquina de procesamiento así como a la supervisión regular de la exactitud de la máquina durante toda la duración de vida de la máquina de procesamiento.

10 Para la medición de máquinas se conocen numerosos procedimientos (Manual "Werkzeugmaschinen – Messtechnischen Untersuchung und Beurteilung", Manfred Weck, 6<sup>a</sup> edición, 2001, Springer-Verlag, Capítulo 3 "Geometrisches und kinematisches Verhalten von Werkzeugmaschinen").

Los procedimientos conocidos se basan en una parte esencial en la utilización de interferómetros láser para la transmisión de desviaciones de la posición, desviaciones de la linealidad, desviaciones angulares o similares.

15 Otro procedimiento conocido para la medición de máquinas (WO 2009/030585 A1) muestra una máquina de procesamiento vertical con un generador de rayo láser instalado permanente, cuyo rayo de medición se propaga a través de la unidad de husillo. A tal fin, el husillo está configurado como husillo hueco, de manera que el rayo de medición para la medición de la máquina puede pasar a través del husillo.

20 Separados del generador de rayo están previstos detectores del rayo, que están fijados en la bancada de la máquina o bien en la mesa de la máquina.

Tanto el generador del rayo como también los detectores del rayo están instalados permanentes en la máquina de procesamiento. Esto abre, en principio, la posibilidad de una medición automática de la máquina, sin que deban instalarse estructuras de medición manual de ningún tipo.

25 El procedimiento conocido está previsto para una máquina vertical triaxial, de manera que el rayo de medición está siempre en la vertical. Para realizar mediciones en la horizontal, hay que trabajar con un espejo de desviación, que se puede cambiar a través de la interfaz de la herramienta. Aquí se muestra que el procedimiento conocido está limitado con respecto a las tareas de medición realizable. Por ejemplo, una medición volumétrica con la medición diagonal habitual solamente se puede realizar a través de detectores adicionales de rayo. Esto conduce a una disposición intensiva de costes y de mantenimiento.

30 Por último, en el procedimiento conocido es un inconveniente que el generador de rayo láser instalado permanente está expuesto siempre a las condiciones marginales a veces severas en el espacio de trabajo. Vibraciones, contaminaciones y humedad permiten esperar también aquí un gasto de mantenimiento alto.

35 Se conoce a partir de la publicación EP 1 092 125 B1 una técnica de medición de vector para un aparato de medición de coordenadas, que posibilita que se determinen los componentes de errores de movimiento de manera más exacta y eficiente y que se puede emplear también para una máquina herramienta. A tal fin se conduce un rayo de energía reflejable en una dirección, que no está paralela a la dirección de movimiento del cuerpo a lo largo de las trayectorias, que presentan los puntos de medición. Un reflector refleja la energía de retorno hacia un dispositivo de medición, que mide la distancia entre el dispositivo y el reflector en estos puntos de medición diferentes. En este caso, el dispositivo láser utilizado para ello puede ser soportado por el husillo de la máquina herramienta. El inconveniente decisivo de esta solución consiste en que el husillo de la herramienta permanece en la máquina y el husillo de la máquina herramienta recibe el dispositivo láser. De esta manera, se suman los errores individuales, por una parte, del alojamiento del husillo en la máquina y del alojamiento del dispositivo láser en lugar de la herramienta en el husillo. Esto repercute, en general, negativamente sobre la rigidez y la robustez así como sobre el resultado de la medición.

40 45 Además, se conoce a partir del documento EP 0 504 691 A1 una estación de medición y de procesamiento, con la que se puede realizar una medición y procesamiento alternativo de contornos en piezas de trabajo. En esta solución, en una máquina de medición de coordenadas se emplean, adicionalmente a las cabezas de medición, cabezas fresadoras articuladas.

A tal fin se utiliza una pínola, que puede recibir diferentes cabezas. La pínola se puede equipar con cabezas exploradoras sustituibles, así como con una herramienta.

50 En la publicación US 2005/0712506A1 se describe una solución para la transmisión de energía o datos dentro de una máquina, por ejemplo de una máquina herramienta, siendo transmitidos la energía y los datos a un componente alojado en un husillo. En este caso, el husillo permanece igualmente en la máquina y presenta una o varias

interfaces, que permiten una sustitución de los componentes. El componente alojado en el husillo puede ser una herramienta o un diodo láser. Las soluciones mencionadas anteriormente no están previstas ni son adecuada para la medición de máquinas.

5 Para completar hay que hacer referencia todavía a que para la medición de máquinas se conocen también los llamados "seguidores láser". Tal seguidor láser está equipado con un interferómetro láser, que está dispuesto sobre un soporte. El soporte presenta para el posicionamiento del interferómetro-láser dos ejes de articulación-NC dispuestos ortogonales entre sí. A través de una disposición de sensor adecuada, el interferómetro láser puede seguir a un reflector, que está insertado en el alojamiento de una máquina de procesamiento. A partir de las 10 distancia medidas y de los ángulos de articulación ajustados respectivos se puede determinar muy exactamente la posición absoluta de la cabeza de la máquina. Es desfavorable el gasto constructivo alto con respecto a los dos ejes de articulación-NC adicionales.

La invención tiene el problema de configurar y desarrollar el procedimiento conocido de tal manera que se pueda realizar una alta flexibilidad en la medición de máquinas con alta robustez y costes reducidos.

El problema anterior se soluciona por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

15 El procedimiento propuesto está diseñado sobre una máquina de procesamiento-NC con una cabeza de máquina, a la que está asociada una interfaz mecánica así como una interfaz eléctrica de cambio de husillo para el alojamiento de un husillo de motor.

Ahora se ha conocido que la utilización de la interfaz de cambio de husillo para la colocación del interferómetro láser implica una serie de ventajas en parte inesperadas.

20 Según la propuesta, se cambia el interferómetro láser sobre la interfaz de cambio de husillo presente de todos modos, cuando debe realizarse la medición de la máquina.

Durante la utilización de la interfaz de cambio de husillo para el cambio del interferómetro láser es ventajoso el hecho de que la interfaz de cambio de husillo no sólo es una interfaz mecánica, sino también una interfaz eléctrica. De esta manera, la parte eléctrica de la interfaz puede encontrar aplicación con preferencia también para el 25 interferómetro láser.

30 Con el cambio del interferómetro láser sobre la interfaz de cambio de husillo se pueden utilizar todos los grados de libertad de movimientos de la máquina de procesamiento para la alineación del interferómetro láser para las mediciones de interferencia láser. El concepto "alineación el interferómetro láser" representa en este caso la alineación del rayo de medición del interferómetro láser. En configuración especialmente preferida, la alineación en el sentido anterior no sólo comprende un desplazamiento paralelo del rayo de medición, sino también una modificación de la posición angular del rayo de medición en el espacio (reivindicación 2).

35 Especialmente con la disposición según la propuesta del interferómetro láser se implica la posibilidad de alinear el interferómetro láser – en cada caso también – con un eje de articulación-NC o con dos o más ejes de articulación-NC de la cabeza de la máquina en el sentido anterior (reivindicación 3). En este caso es interesante el hecho de que con la utilización de tales ejes de articulación-NC se puede prescindir totalmente de espejos de desviación.

La solución propuesta posibilita la realización de un número casi ilimitado de tareas de medición con estructura sencilla y, por lo tanto, robusta a través de la doble utilización de componentes ya existentes como la interfaz de cambio de husillo y naturalmente la de los ejes de la máquina.

40 Una tarea de medición realizable con el procedimiento propuesto es objeto de la reivindicación 5. Comprende una medición volumétrica basada en la medición de diagonales del espacio según ISO 230-6.

45 Otra tarea de medición ventajosa es objeto de la reivindicación 6. Aquí la máquina de mecanización trabaja en cierta manera a modo de un seguidor láser, de manera que la alineación del interferómetro láser se corrige sobre una óptica de medición basada en sensor, aquí especialmente sobre un reflector. Especialmente ventajoso es aquí el hecho de que los ejes de la máquina de todos modos presentes se aprovechan para la alineación progresiva del interferómetro láser. Esta nueva utilización doble de componentes conduce evidentemente a una eficiencia de costes especialmente alta.

50 Los otros ejemplos de realización preferidos según las reivindicaciones 7 y 8 se refieren a la configuración de la máquina de procesamiento con una estación de aparcamiento, de manera que el cambio del interferómetro láser se puede realizar automáticamente a modo de un cambio de husillo. De esta manera es posible, en principio, una realización totalmente automática de la medición de la máquina.

Según otra enseñanza según la reivindicación 9, que tiene importancia propia, se reivindica un sistema para la medición de máquinas de una máquina de procesamiento-NC.

En el sistema propuesto se trata de una máquina de procesamiento indicada anteriormente, en cuya interfaz de cambio de husillo se ha cambiado el interferómetro láser, como se ha explicado anteriormente. Finalmente en este caso se trata de una máquina de procesamiento, que ha sido convertida a través de cambio del interferómetro láser y la conversión del procedimiento propuesto arriba en una máquina de medición.

- 5 Se remite en toda su extensión a todas las explicaciones del procedimiento propuesto arriba, que son adecuadas para describir el sistema propuesto.

Según otra enseñanza según la reivindicación 15, que tiene también importancia propia, se reivindica la utilización del sistema propuesto arriba para la medición de piezas de trabajo.

- 10 Aquí es esencial el reconocimiento de que la máquina de procesamiento se puede utilizar con el interferómetro láser cambiado en la interfaz de cambio de husillo, para medir la geometría de piezas de trabajo no procesadas o ya procesadas. A tal fin es necesario posicionar la al menos una óptica de medición, aquí especialmente al menos un reflector, en los lugares relevantes en la pieza de trabajo. De esta manera, se consigue una utilización doble especialmente amplia de componentes, en particular el interferómetro láser así como de los ejes de la máquina, lo que conduce como resultado a una disposición muy especialmente económica.

- 15 A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de un dibujo que representa solamente ejemplos de realización. En el dibujo:

La figura 1 muestra una máquina de procesamiento de cinco ejes en tipo de construcción de pórtico para la realización de un procedimiento propuesto con direcciones de medición representadas esquemáticamente para la medición lineal y diagonal.

- 20 La figura 2 muestra la máquina de procesamiento según la figura 1 con representación esquemática de posiciones de medición para una medición de seguimiento.

La figura 3 muestra la máquina de procesamiento según la figura 1 durante la medición de una pieza de trabajo y

La figura 4 muestra el interferómetro láser de un sistema propuesto para la medición de máquinas en una representación muy esquemática.

- 25 La máquina de procesamiento representada en el dibujo está configurada de manera que forma como tal un sistema para la medición de máquinas.

- 30 En cuanto a su estructura básica, la máquina de procesamiento es una máquina vertical de cinco ejes del tipo de construcción de pórtico. En el ejemplo de realización preferido, la máquina de procesamiento presenta un pórtico estacionario 1 y un soporte transversal 2 desplazable. En principio, se pueden aplicar otros numerosos tipos de construcción de máquinas herramientas para la aplicación del procedimiento propuesto.

La máquina de procesamiento está configurada como máquina de procesamiento-NC. De manera correspondiente, dispone de un control-NC, que colabora con los registradores de recorrido correspondientes en los ejes respectivos.

- 35 Para la realización de un movimiento de cinco ejes, la máquina de procesamiento presentes tres ejes lineales-NC 4, 5, 6 así como dos ejes de articulación-NC 7, 8. En este caso, los dos ejes de articulación-NC 7, 8 dispuestos aquí ortogonalmente entre sí están asociados a la cabeza de la máquina 3, que está configurada aquí y con preferencia como cabeza de horquilla.

Además, en el dibujo se representa una mesa de máquina estacionaria 9. También es concebible que la mesa de máquina 9 sea regulable con motor y prepare una parte de la capacidad de desplazamiento lineal o de la capacidad de articulación.

- 40 La cabeza de la máquina 3 está configurada con una interfaz de cambio de husillo eléctrica 10 indicada sólo en el dibujo para el alojamiento de un husillo de motor no representado, lo que tiene una importancia especial en este caso. Esto se explica más adelante.

- 45 Para la medición de la máquina está previsto un interferómetro láser 11 con generador de rayos 12 y detector de rayos 13. Tales interferómetros láser se conocen en principio. Con ellos se pueden detectar muy exactamente modificaciones de la distancia. El principio de esta medición de la distancia se basa siempre en la interferencia de un rayo de medición reflejado en el objeto de medición con un rayo de medición de referencia. La aplicación más conocida de interferómetro láser de este tipo es el interferómetro de Michelson, en el que en el objeto de medición está dispuesto un llamado retro-reflector. Este retro-reflector se ocupa de que los rayos emitidos y reflejados sean desplazados paralelos entre sí y solamente lleguen a interferencia en el interferómetro a través de una óptica. Pero también es concebible que el rayo de medición sea reflejado en el objeto de medición en sí mismo.

50 La solución propuesta es aplicable con todos los tipos de interferómetros láser. Aquí y con preferencia, el generador

de rayos 12 y el detector de rayos 13 están alojados en una carcasa común 14, que está configurada, además, con preferencia esencialmente idéntica a la carcasa del husillo de motor.

5 Para la medición de máquinas por medio del interferómetro láser 11 están previstas una serie de ópticas de medición 15, aquí reflectores 15. Según el cometido de medición se pueden prever un número y una disposición diferentes de reflectores 15.

En la configuración representada en la figura 1, están previstos en total cinco reflectores 15a-15e, que están dispuestos en el borde del espacio de trabajo de la máquina de procesamiento.

En el ejemplo de realización representado en la figura 2, la tarea de medición es tal que se puede prescindir del reflector 15e.

10 Para el caso de una medición automática de máquinas está previsto de manera más ventajosa que los reflectores 15 estén dispuestos fijamente en la máquina de procesamiento. Dado el caso, se puede prever entonces una cubierta o similar para el reflector 15 respectivo, que se puede retirar de manera correspondiente para la medición de máquinas.

15 Ahora es interesante que el interferómetro láser 11 presente una interfaz 16 sólo indicada también en el dibujo, que corresponde a la interfaz de cambio de husillo 10, en la que en las figuras 1 a 3 el interferómetro láser 11 está cambiado sobre la interfaz de cambio de husillo 10 ya por el husillo del motor y se puede alinear por medio de los ejes de la máquina 4-8 para las mediciones de interferencia láser.

20 La alineación del interferómetro láser 11 en el sentido anterior comprende en este caso con preferencia no sólo desplazamientos paralelos del rayo de medición, sino también modificaciones de la posición angular del rayo de medición en el espacio, como se ha explicado en la parte general de la descripción.

Una mirada sobre el dibujo revela que en virtud de los cinco ejes y especialmente de la configuración de la cabeza de la máquina 3 con dos ejes de articulación-NC 7, 8 resultan nuevos grados de libertad para la aplicación de medición. Esto se ha explicado en la parte general de la descripción.

25 Ventajas similares se pueden conseguir cuando la cabeza de la máquina 3 solamente presenta un único eje de articulación-NC 7, 8, que está realizado con preferencia por medio de una cabeza de horquilla. En este caso, el eje de articulación 7, 8 está diseñado con preferencia de tal manera que a través de su activación es posible una alineación del interferómetro láser 11 en el sentido anterior.

Pero en principio el procedimiento propuesto se puede aplicar también con ventaja en una máquina 3 de procesamiento que no presenta ningún eje de articulación-NC en la cabeza de la máquina.

30 Para conseguir los grados de libertad descritos más arriba en el diseño de las tareas de medición también en las dos últimas configuraciones mencionadas, está previsto con preferencia que la al menos una óptica de medición 15 esté dispuesta en una mesa de máquina, que es pivotable en un eje de articulación o en dos ejes de articulación.

35 Para el procedimiento propuesto es ahora esencial el hecho de que para la medición de máquinas el interferómetro láser 11 sea cambiado sobre la interfaz de cambio de husillo 10 por el husillo del motor y sea alineado por medio de los ejes de la máquina 4-8 para las mediciones de interferencia láser. El cambio del interferómetro láser 11 se realiza con preferencia automáticamente a modo de un cambio de husillo, como se explica todavía igualmente. Pero en principio, el cambio del interferómetro 11 se puede realizar también manualmente.

40 En el transcurso de la medición de máquinas se calculan aquí muy en general parámetros de corrección, que son alimentados al sistema de posicionamiento de la máquina de procesamiento. Esto se puede realizar de diferentes maneras. En una configuración especialmente preferida, está previsto que los parámetros de corrección sean calculados por los ejes de la máquina y se integren en el valor de medición del registrador del recorrido asociado al eje respectivo de la máquina. Pero también es concebible que los parámetros de corrección sean alimentados al control de la máquina y sean tenidos en cuenta allí de manera correspondiente en el transcurso de la planificación de la trayectoria o similar.

45 50 La figura 1 muestra esquemáticamente la realización de una tarea de medición, que comprende mediciones diagonales según ISO 230-6. Aquí se parte de que la máquina de procesamiento presente tres ejes de máquina lineales 4, 5, 6 dispuestos ortogonales entre sí, lo que es el caso claramente en la máquina de procesamiento representada. Ahora es esencial que para la medición de máquinas de manera predeterminada una parte de las mediciones de interferencia láser sea realizada en el espacio de trabajo a lo largo de los tres ejes lineales 4, 5, 6 y una parte de las mediciones de interferencia láser sea realizada diagonalmente a través del espacio de trabajo.

En particular, en primer lugar está previsto que el interferómetro láser 11 sea alineado sobre uno de los reflectores 15 y a continuación recorra una trayectoria de medición lineal 17 manteniendo esta alineación. En este caso, la trayectoria de medición está prevista, en particular programada, de tal manera que se mantiene inalterada la

alineación del interferómetro láser 11 sobre un reflector 15, sin que sea necesario un seguimiento asistido por sensor.

De acuerdo con la configuración de detalle, puede estar previsto que la marcha sobre la trayectoria de medición 17 para la medición de la distancia se mantenga al menos una vez, con preferencia cíclicamente. Pero también es concebible que las mediciones de la distancia se realicen dinámicamente, es decir, durante el recorrido de la trayectoria de medición 17. Los parámetros de corrección se pueden calcular aquí a partir de los valores de posición-NC y de los valores de la distancia medidos por interferómetro. Con "valor de posición-NC" se entiende, respectivamente, el valor de posición, que está presente en el control-NC como base para el control de los ejes respectivos de la máquina 4-8.

10 A partir de la representación según la figura 1 resulta que en cada caso están previstas tres trayectorias de medición 17 a lo largo de los tres ejes lineales 4, 5, 6 y cuatro trayectoria de medición diagonales 17 (D1-D4).

La figura 2 muestra esquemáticamente la realización de otra tarea de medición. En esta otra tarea de medición se posiciona la cabeza de la máquina 3 sobre un número de posiciones predeterminadas en el espacio de trabajo, que se indican en la figura 2 por medio de un volumen representado con líneas de trazos.

15 Como punto de referencia sirve aquí con preferencia el punto de referencia de la herramienta. Aquí es esencial que esté previsto un sensor no representado para la detección de la desviación el interferómetro láser 11 sobre la óptica de medición 15 respectiva, aquí sobre el reflector 15 respectivo. Tales sensores se conocen a partir del campo de los seguidores láser. De manera más ventajosa, aquí encuentra aplicación un sensor óptico de posición (PSD, Detector Sensible a la Posición), con el que se puede calcular la posición bidimensional de un punto de luz sobre una plaqüita de sensor.

20 Según la propuesta, está previsto que la alineación del interferómetro láser 11 sea corregida, respectivamente, sobre la base de los valores de medición del sensor por medio de los ejes de la máquina 4-8. Durante el posicionamiento de la cabeza de la máquina 3 se corrige la configuración de los ejes de la máquina 4-8 también de tal manera que el interferómetro láser 11 permanece alineado sobre el reflector 15 respectivo. Los parámetros de corrección se pueden calcular entonces a partir de los valores de posición-NC y los valores de la distancia medidos por interferómetro y/o a partir del proceso de corrección.

25 Ya se ha indicado que no es posible sin más una medición automática de máquinas con el procedimiento propuesto. En configuración especialmente preferida está prevista a tal fin una estación de aparcamiento no representada, de manera que el interferómetro láser 11 es extraído fuera de la estación de aparcamiento antes de la medición de la máquina y es sustituido en la cabeza de la máquina 3 y en la que el interferómetro láser 11 se inserta de nuevo en la estación de aparcamiento al término de la medición de la máquina. En configuración especialmente preferida, la sustitución de realiza automáticamente a modo de un cambio de husillo.

30 Se entiende que antes de la sustitución del interferómetro láser 11 debe sustituirse el husillo del motor. A tal fin, está prevista con preferencia una segunda estación de aparcamiento que corresponde al husillo del motor. A la vista del hecho de que el husillo de motor y el interferómetro láser 11 presentan con preferencia interfaces idénticas, al menos en partes, ambas estaciones de aparcamiento pueden estar configuradas incluso idénticas.

35 En configuración especialmente preferida, la estación de aparcamiento presenta una interfaz de cambio eléctrica y mecánica para el interferómetro láser 11. Con preferencia está previsto que antes del comienzo de la medición de máquinas, el interferómetro láser 11 que se encuentra todavía en la estación de aparcamiento sea precalentado a través de la parte eléctrica de la interfaz de cambio. De esta manera se puede realizar el precalentamiento del interferómetro láser 11 por ejemplo ya en un instante, en el que se procesa todavía un encargo de procesamiento por la máquina de procesamiento.

40 De acuerdo con otra enseñanza, que tiene igualmente importancia propia, se reivindica un sistema para la medición de máquinas. En este caso es esencial que un interferómetro láser 11 sea insertado de la manera indicada anteriormente en la interfaz de cambio de husillo 10 y se pueda alinear por medio de los ejes de la máquina 4-8 para las mediciones de interferencia láser. A este respecto se remite en primer lugar a las explicaciones anteriores con respecto al procedimiento propuesto.

45 Se ha comprobado que es especialmente ventajoso que la máquina de procesamiento esté realizada en tipo de construcción de pórtico, de manera que el interferómetro láser 11 se puede alinear para la medición de la máquina por medio de los al menos cinco ejes de la máquina 4-8. Pero en principio, también encuentran aplicación otros tipos de máquina.

50 En este caso es interesante también la configuración de la interfaz de cambio de husillo 10 o bien de las interfaces 16 correspondientes del husillo del motor y del interferómetro láser 11. Según la propuesta está previsto que la parte eléctrica de la interfaz de cambio de husillo 10, que sirve para la alimentación eléctrica y/o el control y/o la supervisión del husillo del motor, durante la medición de la máquina sirva también cuando se cambia el

interferómetro láser 11 para el suministro eléctrico y/o la activación y/o la supervisión del interferómetro láser 11. La parte eléctrica de la interfaz de cambio de husillo 10 se utiliza dos veces de manera correspondiente, lo que es especialmente ventajoso desde puntos de vista de costes.

5 Lo mismo se aplica para la parte mecánica de la interfaz de cambio de husillo 10. En este caso, la parte mecánica de la interfaz de cambio de husillo 10, que sirve para la fijación mecánica del husillo de motor, durante la medición de la máquina, es decir, cuando el interferómetro láser 11 está cambiado, está prevista para la fijación mecánica del interferómetro láser 11. De manera correspondiente, también la parte mecánica de la interfaz de cambio de husillo 10 se utiliza dos veces de manera más ventajosa.

10 La figura 4 muestra la alineación del rayo de medición del interferómetro láser 11 sobre el eje geométrico del husillo 18, que se indica igualmente en la figura 4. Pero, en principio, también es concebible que el rayo de medición esté alineado perpendicularmente al eje geométrico del husillo 18. En la máquina de procesamiento vertical representada, la última variante mencionada es ventajosa, puesto que las tareas de medición representadas en las figuras 1 y 2 se pueden realizar en ocho configuraciones, en las que los ejes de articulación-NC 7, 8 solamente deben articularse en una medida insignificante desde su posición media.

15 De acuerdo con otra configuración, que adquiere igualmente importancia propia, se reivindica la utilización del sistema descrito anteriormente para la medición de piezas de trabajo. Se ha reconocido que la propia máquina de mecanización se puede utilizar con medidas sencillas como máquina de medición para la medición de piezas de trabajo.

20 De acuerdo con otra enseñanza es esencial al menos una óptica de medición 19, aquí al menos un reflector 19, esté posicionado en la pieza de trabajo 20, siendo realizadas para la medición de la pieza de trabajo mediciones de interferencia alineadas siempre sobre una óptica de medición 19, en particular mediciones de la distancia y siendo cambiado para la medición de la pieza de trabajo el interferómetro láser 11 sobre la interfaz de cambio de husillo 10 por el husillo del motor y siendo alineado por medio de los ejes de la máquina 4-8 para las mediciones de interferencia láser (figura 3). Los datos geométricos de interés de la pieza de trabajo se pueden derivar de los 25 valores de la distancia medidos por interferómetro así como a partir de los valores de posición-NC.

En configuración especialmente preferida, la máquina de procesamiento trabaja durante la medición de la pieza de trabajo a modo de un seguidor láser. De manera correspondiente, también aquí está previsto en primer lugar que la cabeza de la máquina 3 sea posicionada sobre un número de posiciones predeterminadas en el espacio de trabajo.

30 Además, también aquí está previsto un sensor descrito más arriba para la detección de la desviación en la alineación del interferómetro láser 11 sobre la óptica de medición 19 respectiva, aquí sobre el reflector 19 respectivo, en la pieza de trabajo 20, siendo corregida, respectivamente, la alineación del interferómetro láser 11 sobre la base de los valores de medición del sensor por medio de los ejes de la máquina 4-8. Los parámetros de la pieza de trabajo se pueden calcular entonces con preferencia a partir de los valores de la distancia medidos por interferómetro así como a partir de los valores de posición-NC y/o a partir del proceso de corrección.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la medición de máquinas de una máquina de procesamiento-NC, en el que están previstos un interferómetro láser (11) con generador de rayos (12) y detector de rayos (13) así como al menos una óptica de medición (15) configurada especialmente como reflector y que colabora con el interferómetro láser (11) y en el que para medición de máquinas se realizan siempre mediciones de interferencia láser alineadas sobre una óptica de medición (15), especialmente mediciones de la distancia, caracterizado
- por que la máquina de procesamiento presenta una cabeza de máquina (3) configurada especialmente como cabeza de horquilla, en la que a la cabeza de máquina (3) está asociada una interfaz de cambio de husillo (10) mecánica así como eléctrica para el alojamiento de un husillo de motor,
  - por que el interferómetro láser (11) para la medición de máquinas es cambiado por el husillo de motor sobre una interfaz (16), que corresponde a la interfaz de cambio de husillo (10), en la cabeza de la máquina (3) y
  - por que el interferómetro láser (11) cambiado por el husillo de motor es alineado sobre la interfaz de cambio de husillo (10) asociada a la cabeza de la máquina (3) y por medio de los ejes de máquinas (4-8) para las mediciones interferencia láser.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que durante la alineación del interferómetro láser (11) se regula por medio de los ejes de la máquina (4-8) en cualquier caso también la posición angular del rayo de medición asociado al interferómetro láser (11) en el espacio.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la cabeza de la máquina (3) presenta al menos un eje de articulación-NC (7, 8), que se controla para la alineación del interferómetro láser (11) o por que la cabeza de la máquina (3) presenta dos ejes de articulación-NC (7, 8) dispuestos especialmente ortogonales entre sí, que son activados para la alineación del interferómetro láser (11).
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el transcurso de la medición de la máquina se calculan parámetros de corrección, que son alimentados al sistema de posicionamiento de la máquina de procesamiento.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la máquina de procesamiento presenta tres ejes lineales de la máquina (4-6) dispuestos ortogonales entre sí y por que para la medición de la máquina se realizan de manera predeterminada una parte de las mediciones de interferencia láser en el espacio de trabajo a lo largo de los tres ejes lineales (4-6) y una parte de las mediciones de interferencia láser diagonalmente a través del espacio de trabajo, con preferencia por que los parámetros de corrección se calculan a partir de los valores de posición-NC y los valores de distancia medidos por interferómetro.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para la medición de máquinas se posiciona la cabeza de la máquina (3) sobre un número de posiciones predeterminadas en el espacio de trabajo, por que está previsto un sensor para la detección de la desviación en la dirección del interferómetro láser (11) sobre la óptica de medición (15) respectiva y por que la alineación del interferómetro láser (11) se corrige, respectivamente, sobre la base de los valores de medición de sensor por medio de los ejes de la máquina, con preferencia por que los parámetros de corrección se calculan a partir de los valores de posición-NC y los valores de la distancia medidos con interferómetro y/o a partir del proceso de corrección.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está prevista una estación de aparcamiento y por que el interferómetro láser (11) se extrae fuera de la estación de aparcamiento antes de la medición de las máquinas y se cambia en la cabeza de la máquina (3) y por que el interferómetro láser (11) se inserta en la estación de aparcamiento al término de la medición de la máquina, con preferencia por que el cambio se realiza automáticamente a modo de un cambio de husillo.
- 8.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que la estación de aparcamiento presenta una interfaz de cambio eléctrica y mecánica para el interferómetro láser (11) y por que antes del comienzo de la medición de la máquina se precalienta el interferómetro láser (11) que se encuentra todavía en la estación de aparcamiento sobre la parte eléctrica de la interfaz de cambio.
- 9.-Sistema para la medición de máquinas de una máquina de procesamiento-NC, en particular para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que están previstos un interferómetro láser (11) con generador de rayos (12) y detector de rayos (13) así como al menos una óptica de medición (15) configurada especialmente como reflector y que colabora con el interferómetro láser (11) y en el que para la medición de la máquina se pueden realizar siempre mediciones de interferencia láser alineadas siempre sobre una óptica de medición (15), en particular mediciones de la distancia, caracterizado
- por que la máquina de procesamiento presenta una cabeza de máquina (3) configurada especialmente

como cabeza de horquilla, en la que a la cabeza de máquina (3) está asociada una interfaz de cambio de husillo (10) mecánica así como eléctrica para el alojamiento de un husillo de motor,

- por que para la medición de máquinas se cambia el interferómetro láser (11) sobre una interfaz de cambio de husillo (10) por el husillo de motor en la cabeza de la máquina (3), y

- 5 - por que el interferómetro láser (11) presenta una interfaz que se corresponde con la interfaz de cambio de husillo (10) y se puede alinear por medio de los ejes de la máquina (4-8) para las mediciones de interferencia láser.

10.- Sistema según la reivindicación 9, caracterizado por que la cabeza de la máquina (3) presenta al menos un eje de articulación-NC (7, 8), que es controlable para la alineación del interferómetro láser (11) o por que la cabeza de la máquina (3) presenta dos ejes de articulación-NC (7, 8) dispuestos especialmente ortogonales entre sí, que son controlables para la alineación del interferómetro láser (11).

11.- Sistema según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado por que la máquina de procesamiento está realizada al menos de cinco ejes del tipo de construcción de pórtico y por que el interferómetro láser (11) para la medición de máquinas se puede posicionar por medio de los al menos cinco ejes de máquina (4-8).

15 12.- Sistema según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que la parte eléctrica de la interfaz de cambio de husillo (10), que sirve para el suministro eléctrico y/o la activación y/o la supervisión del husillo del motor, sirve durante la medición de la máquina para el suministro eléctrico y/o la activación y/o la supervisión del interferómetro láser (11).

20 13.- Sistema según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por que la parte mecánica de la interfaz de cambio de husillo (10), que sirve para la fijación mecánica del husillo del motor, sirve durante la medición de la máquina para la fijación mecánica del interferómetro láser (11).

14.- Sistema según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que el rayo de medición del interferómetro láser (11) está alineado sobre el eje geométrico del husillo (18) o por que el rayo de medición del interferómetro láser (11) está alienado perpendicularmente al eje geométrico del husillo (18).

25 15.- Utilización del sistema según una de las reivindicaciones 9 a 14 para la medición de piezas de trabajo, en la que la al menos una óptica de medición (19), especialmente el al menos un reflector (19), se posiciona en la pieza de trabajo (20), en la que para la medición de la pieza de trabajo se realizan mediciones de interferencia láser alineadas siempre sobre una óptica de medición (19), especialmente mediciones de la distancia y en la que para la medición de la pieza de trabajo se cambia el interferómetro láser (11) sobre la interfaz de cambio de husillo (10) por el husillo 30 el motor y se posiciona por medio de los ejes de la máquina (4-8) para las mediciones de interferencia láser.

35 16.- Utilización según la reivindicación 15, caracterizada por que para la medición de la pieza de trabajo se posiciona la cabeza de la máquina (3) sobre un número de posiciones predeterminadas en el espacio de trabajo, por que está previsto un sensor para la detección de la desviación en la alineación del interferómetro láser (11) sobre la óptica de medición (19) respectiva en la pieza de trabajo (20) y por que la alineación del interferómetro láser (11) se corrige, respectivamente, sobre los valores de medición de sensor por medio de los ejes de la máquina (4-8), con preferencia por que los parámetros de las piezas de trabajo se calculan a partir de los valores de posición-NC y los valores de la distancia medidos por interferómetro y/o a partir del proceso de corrección.

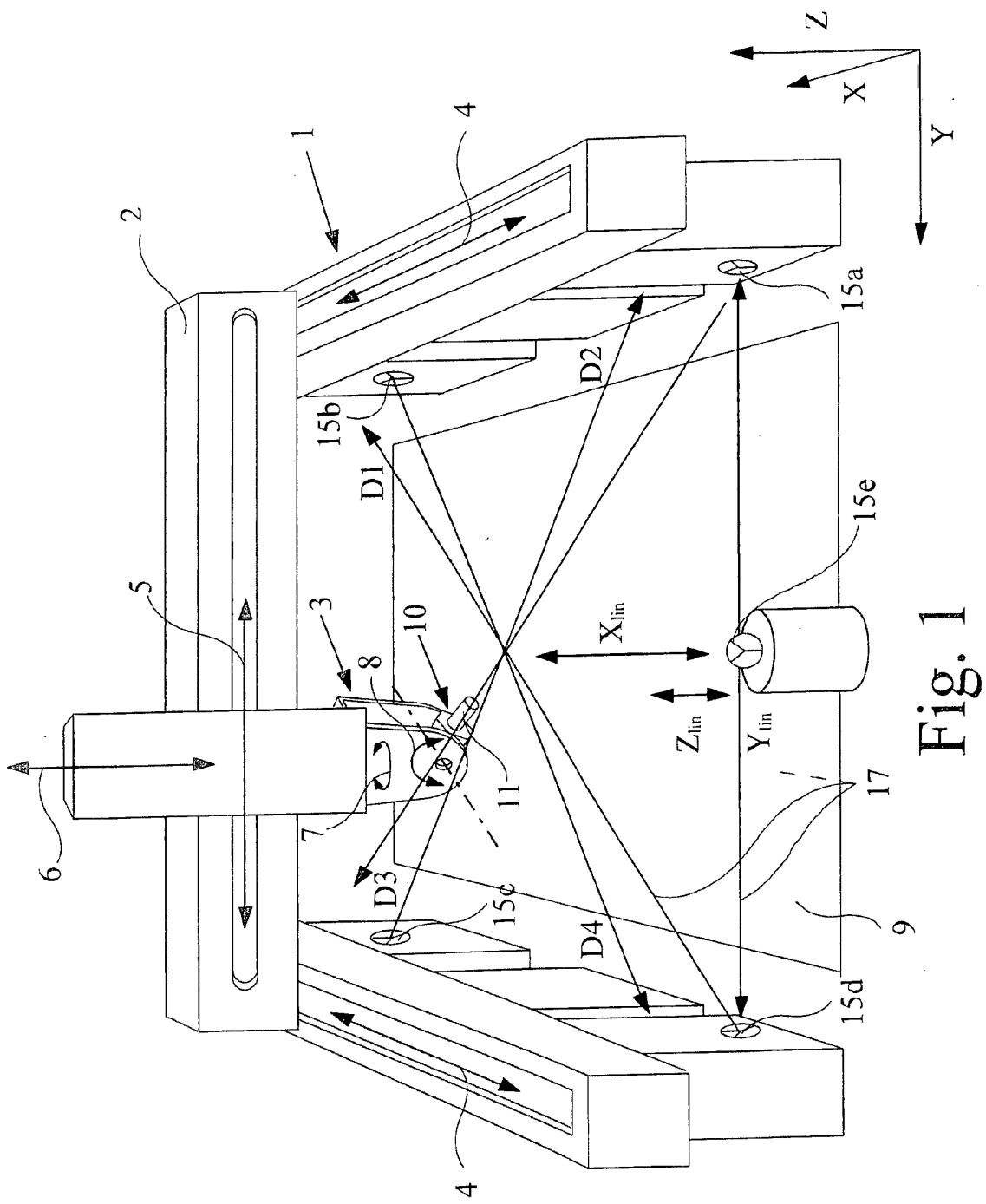


Fig. 1

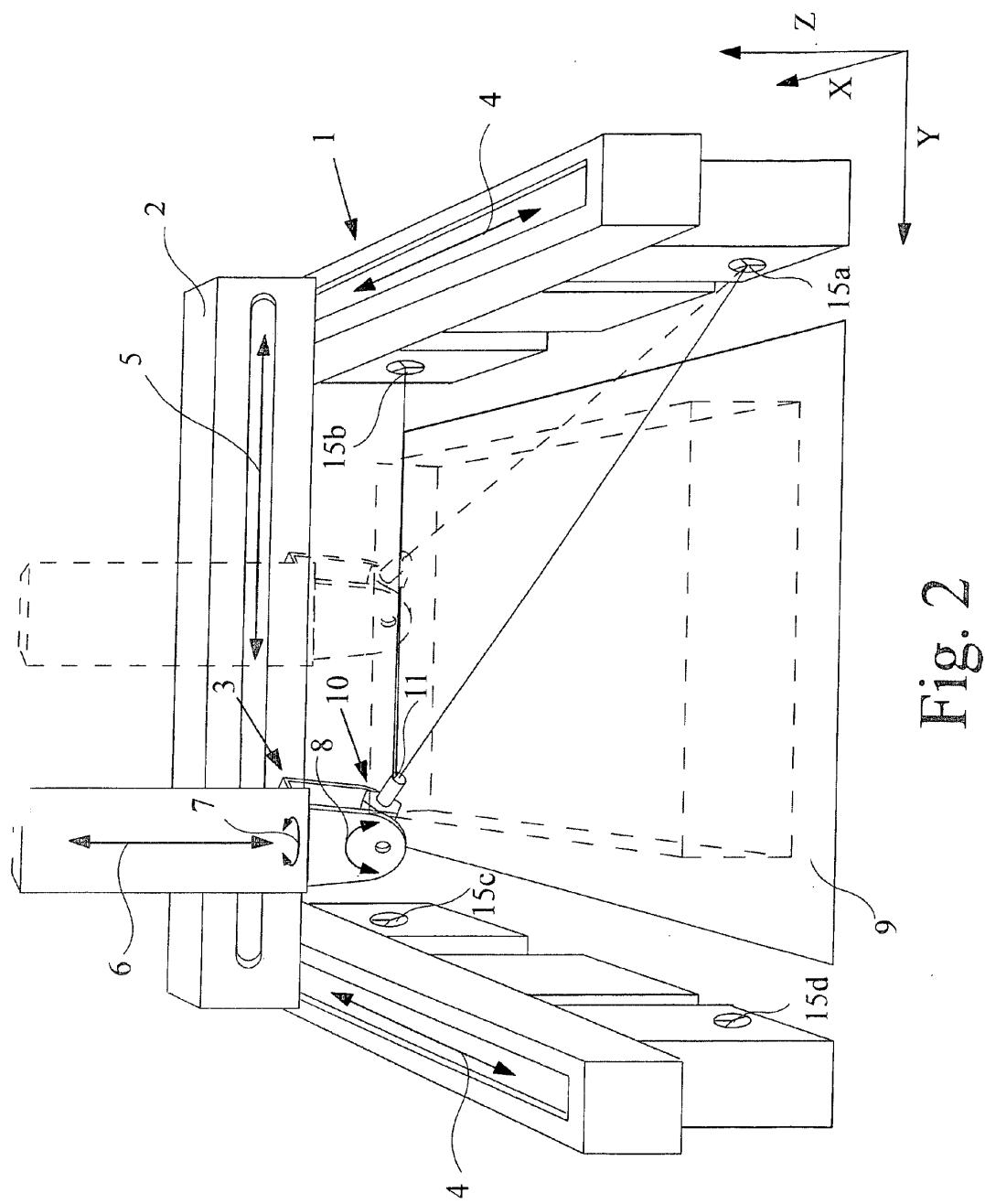


Fig. 2

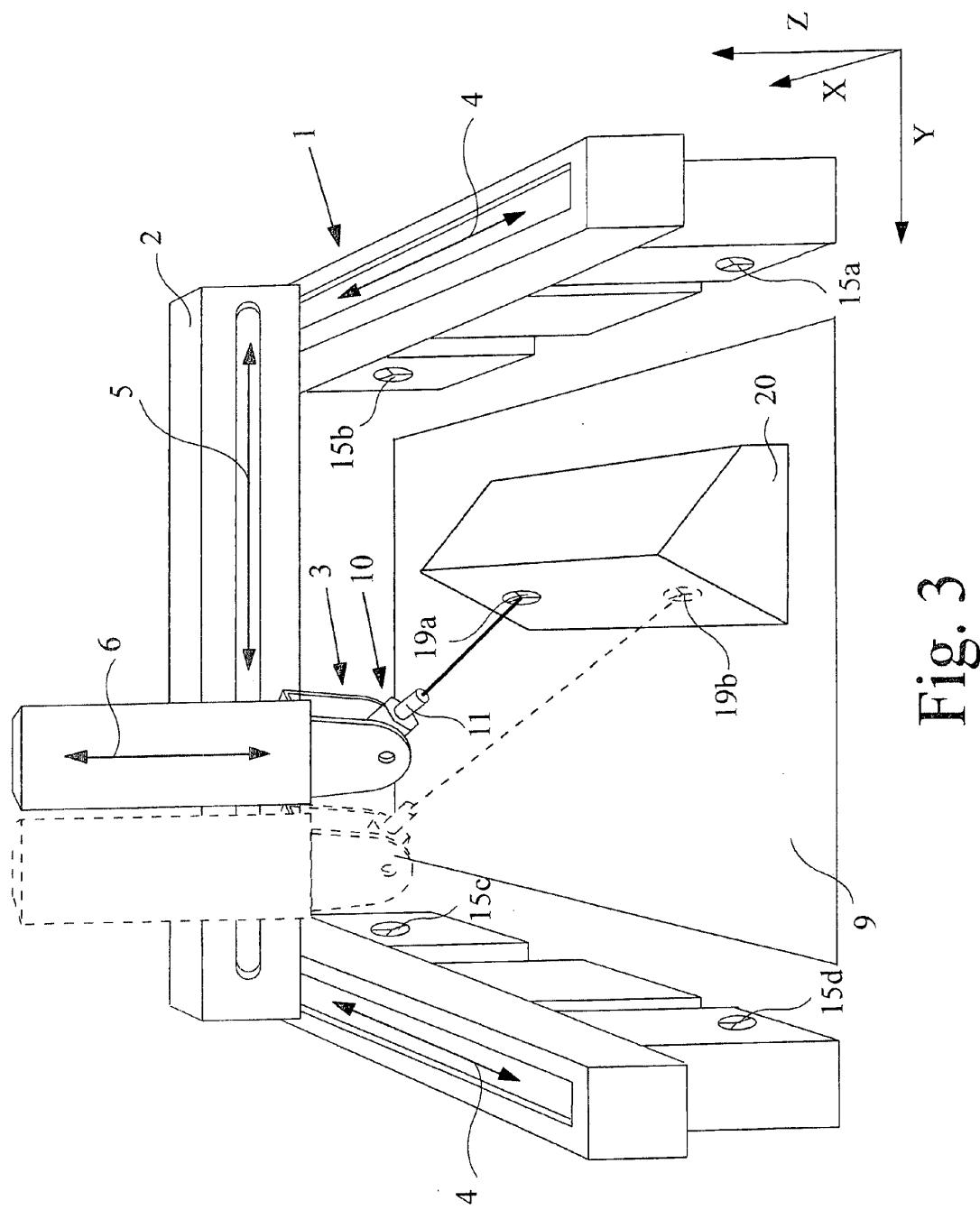


Fig. 3

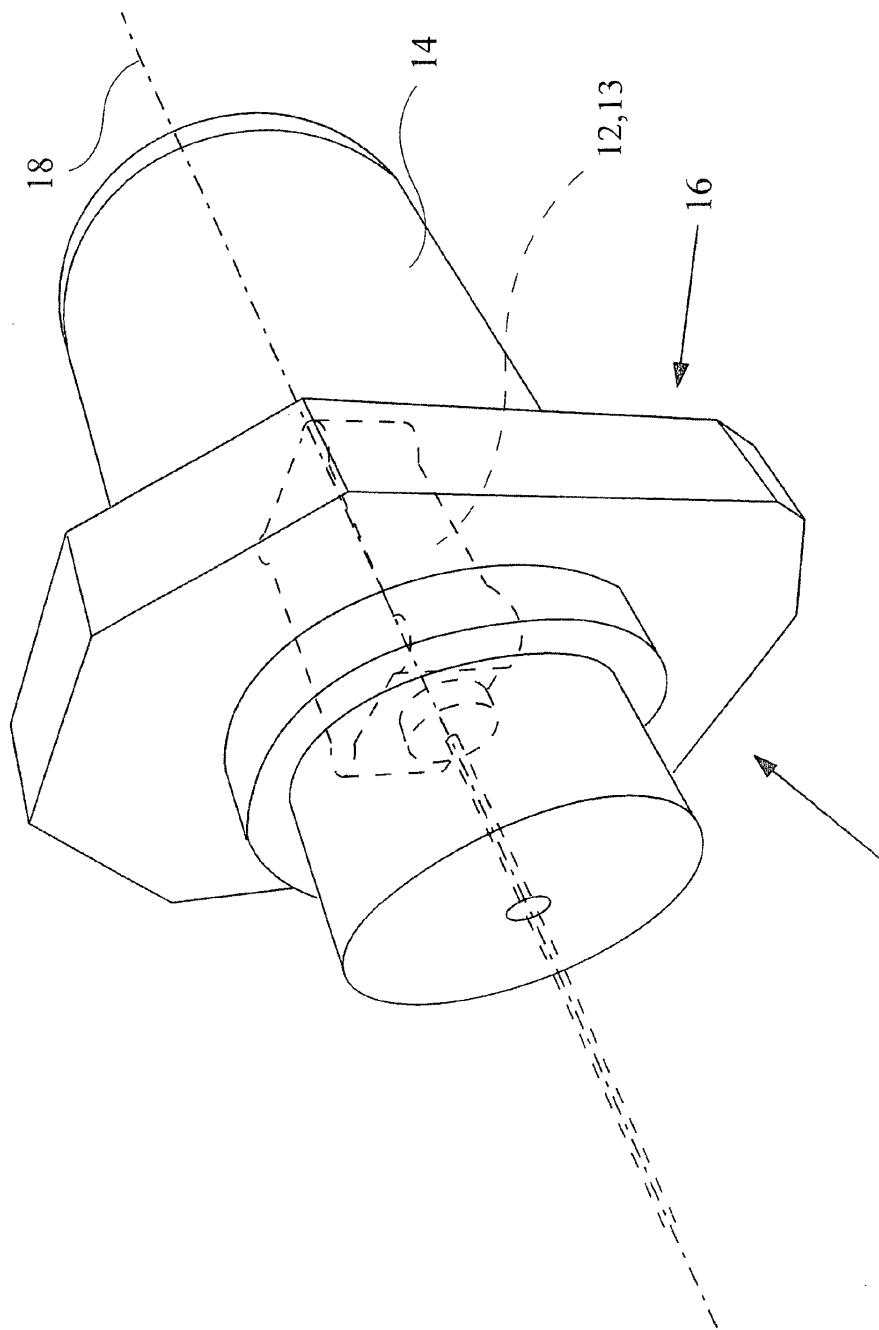


Fig. 4