(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 709 057**

(51) Int. Cl.:

G01B 5/012 (2006.01)
G01B 7/012 (2006.01)
G01B 3/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2016** **E 16165722 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018** **EP 3236194**

(54) Título: **Dispositivo de medición de coordenadas con un cabezal de medición, así como procedimiento para medir una pieza de trabajo con un dispositivo de medición de coordenadas**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.04.2019

(73) Titular/es:

HEXAGON METROLOGY GMBH (100.0%)
Siegmund-Hiepe-Strasse 2-12
35578 Wetzlar, DE

(72) Inventor/es:

FALL, STEFAN

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 709 057 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medición de coordenadas con un cabezal de medición, así como procedimiento para medir una pieza de trabajo con un dispositivo de medición de coordenadas

La invención se refiere a un dispositivo de medición de coordenadas con un cabezal de medición, así como a un procedimiento para medir una pieza de trabajo con un dispositivo de medición de coordenadas.

En la práctica es conocido que un dispositivo de medición de coordenadas emplea para medir como elemento esencial un cabezal de medición, a través del cual con la ayuda de sondas se realiza el barrido del as superficies de la pieza de trabajo. Durante el proceso de barrido por medio de una fuerza efectiva se produce la deflexión de un cabezal de medición dispuesto en el lápiz táctil.

Según el estado actual de la tecnología (EP 1 672 310 A1) se conocen cabezales de medición del tipo de medición. Se componen de una pieza fija que está conectada a un dispositivo que puede mover y posicionar libremente el cabezal de medición en tres direcciones espaciales dentro de un volumen de medición definido, por lo general, lo que se denomina un dispositivo de medición de coordenadas, así como de tres piezas móviles con respecto a la pieza fija. Las piezas móviles a menudo están formadas como balancines con guías de placa de resorte paralelas, las que permiten una guía exacta en cada dirección espacial, mientras que estas direcciones de movimiento por lo general se disponen de forma ortogonal entre sí y todos los demás grados de libertad son fijos. Las direcciones de movimiento de los tres balancines se disponen cinemáticamente una sobre otra, de modo que la última cadena cinemática dentro de un margen de movimiento en forma de un cubo típicamente de unos pocos milímetros de longitud de borde puede moverse libremente. Además, se prevés elementos de reajuste que colocan los balancines del cabezal de medición en una posición que se encuentra aproximadamente en el centro del margen de movimiento, cuando no hay fuerzas externas que actúen sobre los balancines. Además, se prevén dispositivos de medición que miden la desviación de la posición de reposo de los balancines individuales y, por lo tanto, definen un vector de desviación de la última oscilación cinemática. Los puntos cero de estos dispositivos de medición de posición por lo general definen la mencionada posición de reposo.

En el último balancín por lo general se prevé una interfaz mecánica, que permite un cambio automático de las denominadas combinaciones de sondas. Esta interfaz consiste en una posición definida cinemáticamente, que se fija exactamente cada seis grados de libertad cinemáticos, de modo que durante el reemplazo repetido de la misma combinación de sondas se reproduzca lo más exactamente posible la posición relativa entre el balancín del cabezal de medición y esta combinación de sondas.

Además de estos cabezales de medición, se conoce una segunda categoría de cabezales de medición, a saber, los cabezales de medición de conmutación.

Los denominados cabezales de medición de conmutación son aquellos que, al realizar el barrido de un objeto de medición, disparan un impulso de activación cuando alcanza un valor umbral, que registra los valores de coordenadas vigentes en ese momento. Este tipo de cabezal de medición es conocido, por ejemplo, del documento DE-PS 27 12 181. Presenta un soporte que determina la posición cero del lápiz táctil con una alta precisión y en el que el lápiz táctil se vuelve a desplazar forzosamente después de cada desviación. Para detectar el impulso de activación en el momento de realizar el barrido del objeto de medición, un sensor altamente sensible, por ejemplo, un elemento piezoeléctrico, está conectado al lápiz táctil.

Durante el proceso de barrido, el cabezal de medición se desplaza por medio del dispositivo de medición de coordenadas sobre la pieza de trabajo todo el tiempo necesario hasta que el lápiz táctil toque la pieza de trabajo, que es cuando el sensor dispara el impulso de activación. Esto congela los valores de coordenadas en el momento en que se produce el toque. El cabezal de medición en un primer momento continúa su desplazamiento, mientras que el lápiz táctil se desvía de su posición cero. Esta desviación dispara un impulso a través de medios eléctricos u ópticos, que verifica el impulso de activación, es decir, le transmite al ordenador los valores de las coordenadas detectados por este y, al mismo tiempo, activa el proceso de desaceleración del dispositivo de medición de coordenadas. Con esto, el cabezal de medición se detiene. El movimiento del dispositivo de medición se invierte y desplaza el cabezal de medición de regreso hasta que el lápiz táctil vuelva a la posición cero. El dispositivo de medición está listo entonces para el siguiente proceso de barrido.

En los cabezales de medición se prevé, por ejemplo, una sucesión resistente a torsiones de sistemas de guía lineal libres de juego y fricción, que forman un sistema de coordenadas espaciales entre sí y soportan el lápiz táctil. En los sistemas de guía lineal, que están diseñados preferiblemente como paralelogramos de suspensión, hay instalados transmisores de señal direccionales y sensibles a la posición, que emiten señales ante una desviación del lápiz táctil de una posición cero. Estos transmisores de señal están integrados en un circuito de regulación de posición de tal manera que desde el momento del primer contacto entre la punta de la sonda y el objeto de medición tanto en el control de movimiento del dispositivo de medición de coordenadas como así también al alcanzar un punto de conmutación definido por un pulsador interno, se inicie el registro de los valores medidos.

Este tipo de cabezal de medición es conocido, por ejemplo, del documento DE-PS 22 42 355.El circuito de regulación de posición puede estar diseñado de tal modo que el cabezal de medición regrese a su posición cero o a una posición de inicio después de cada proceso de barrido en el que se alcance una fuerza de medición predeterminada. Además, en este momento, las vibraciones producidas en el proceso de barrido han disminuido.

También es posible diseñar el circuito de regulación de posición de tal manera que no lleve a cabo el retorno a la posición cero y las señales de posición en el ordenador estén vinculadas a las señales de coordenadas del dispositivo de medición de coordenadas. Esto permite el barrido continuo de un objeto de medición a lo largo de una línea predeterminada, es decir, lo que se denomina escaneo. En este caso, las coordenadas reales del objeto de medición son determinadas en cada punto de forma calculada.

En el estado actual de la tecnología (DE 37 25 205 A1) incluye un cabezal de medición para dispositivos de medición de coordenadas, que al mismo tiempo se utiliza para diferentes tareas de medición, es decir, que permite tanto la operación de medición, así como la de conmutación. De acuerdo con este estado actual de la tecnología, se prevé un único cabezal de medición, que presenta un sistema de medición de recorrido para cada una de las tres direcciones de las coordenadas, que genera señales que son proporcionales a la desviación en la dirección de las respectivas coordenadas y en la que en cada sistema de medición de recorrido hay conectado un indicador de cero para detectar la posición cero del sistema, en el que, además, se prevé un sensor que al contacto entre el objeto a medición y el lápiz táctil genera un impulso de activación y en el que se prevé un sistema para cambiar el cabezal de medición entre el modo de operación de conmutación y de medición.

Con este cabezal de medición que corresponde al estado actual de la tecnología se genera una señal de conmutación. Esta señal de conmutación se dispara, por ejemplo, por un fotodiodo. En este caso, tiene lugar un impulso de activación, que vuelve a ser verificado, es decir, el impulso de activación debe encontrarse a un intervalo de tiempo de la señal de conmutación para que se verifique. En este caso, el cabezal de medición se utiliza como un cabezal de conmutación. Si continúa actuando y midiendo, el cabezal de medición se utiliza como un cabezal de medición.

Este cabezal de medición que corresponde al estado actual de la tecnología presenta la desventaja de que con este cabezal de medición se producen gastos adicionales para la programación de los programas de medición y que un único cabezal de medición debe llevar a cabo la conmutación y la medición táctil, lo que está sujeto a un aumento de la susceptibilidad de error.

Además, corresponde al estado actual de la tecnología (US 2005/0126027 A1) un dispositivo de medición de coordenadas con un cabezal de conmutación modular dispuesto en el cabezal de medición. Este cabezal de medición que corresponde al estado actual de la tecnología presenta la desventaja de que la constante total de suspensión no es regulable. De modo que la fuerza de sujeción con este cabezal de medición que corresponde al estado actual de la tecnología no puede variar.

El problema técnico que subyace en la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de medición de coordenadas con el que se pueda trabajar en ambos modos de operación con un cabezal de conmutación y de medición, que además trabaje de un modo muy confiable y sea sencillo con respecto a su programación. Además, debe indicarse un procedimiento para medir una pieza de trabajo con un dispositivo de medición de coordenadas, que también sea sencillo y confiable.

Este problema técnico se resuelve por medio de un dispositivo de medición de coordenadas con las características según la reivindicación 1, así como por medio de un procedimiento con las características según la reivindicación 8.

El dispositivo de medición de coordenadas según la presente invención con un cabezal de medición en el que además del cabezal de medición se prevé un cabezal de conmutación, en el que el cabezal de conmutación está dispuesto de forma desmontable e intercambiable en el cabezal de medición y en el que el cabezal de medición está formado para poder operar en al menos dos estados de operación con diferentes constantes totales, y en el que en un primer estado de operación una constante total de suspensión del cabezal de medición alcance al menos cinco veces una constante total de suspensión del cabezal de conmutación, y en el que en el segundo estado de operación una constante total de suspensión del cabezal de conmutación alcance al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición, se caracteriza porque la constante total de suspensión del cabezal de conmutación y la constante total de suspensión del cabezal de medición pueden ser ajustados de manera variable.

El procedimiento según la presente invención para medir una pieza de trabajo con un dispositivo de medición de coordenadas, que presenta un cabezal de medición, en el que en el cabezal de medición está dispuesto un cabezal de conmutación, en el que en el cabezal de conmutación está dispuesto un lápiz táctil, y en el que se ajusta uno de los siguientes modos de operación:

a) una constante total de suspensión del cabezal de medición alcanza al menos cinco veces una constante total de suspensión del cabezal de conmutación
o

b) una constante total de suspensión del cabezal de conmutación alcanza al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición,
se caracteriza porque la constante total de suspensión del cabezal de conmutación y la constante total de suspensión del cabezal de medición pueden ser ajustados de manera variable.

El dispositivo de medición de coordenadas según la presente invención y el procedimiento según la presente invención resuelven varios problemas por medio de que conmuta una unidad de sensor a elección en una operación de medición de conmutación o de medición, sin cambiar el cabezal de medición. La presente invención resuelve también el problema de que la longitud limitada resultante del principio funcional empleado hasta ahora de la sonda en el cabezal de conmutación es menos problemática. Por medio del dispositivo de medición de coordenadas según la presente invención y el procedimiento según la presente invención, pueden ahorrarse cables de señal adicionales del cabezal de medición, que podrían tener una influencia negativa en el cabezal de medición, por ejemplo, la acción de la fuerza mecánica a través de los cables de señal o interferencia de señales.

El dispositivo de medición de coordenadas según la presente invención presenta la ventaja de que en el cabezal de medición está dispuesto un cabezal de conmutación de forma desmontable e intercambiable. Los cabezales de medición y conmutación pueden ajustarse de tal forma que se utilice el modo de operación "cabezal de conmutación" o el modo de operación "cabezal de medición" para la medición. Esto sucede porque una constante total de suspensión del cabezal de medición alcanza al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de conmutación, es decir, que el cabezal de medición prácticamente presenta un estado de sujeción y el cabezal de conmutación actúa como un interruptor. De este modo se obtiene lo que se denomina operación de medición de conmutación.

También existe la posibilidad de que la constante total de suspensión del cabezal de conmutación alcance al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición. Esto es lo que se denomina operación de medición de medición. El cabezal de medición se opera como un cabezal de medición y el cabezal de conmutación actúa como un interruptor.

En principio, por supuesto que también existe la posibilidad de disponer en el cabezal de medición, como se conoce a partir del estado actual de la tecnología, un interruptor o una combinación de lápiz táctil y operar el dispositivo de medición de coordenadas de acuerdo con el estado actual de la tecnología con un cabezal de medición.

Según la presente invención la constante total de suspensión del cabezal de conmutación y la constante total de suspensión del cabezal de medición pueden ser ajustados.

Esto significa que los modos de operación cabezal de "conmutación" o de "medición» son ajustables. Si la constante total de suspensión del cabezal de conmutación es lo suficientemente grande en comparación con la constante total de suspensión del cabezal de medición, se activa lo que se denomina modo de operación de medición. Los dos cabezales, es decir, el cabezal de conmutación y el cabezal de medición se operan como una unidad de sensor en el modo de medición de medición.

Si la constante total de suspensión del cabezal de medición es grande en comparación con la constante total de suspensión del cabezal de conmutación, entonces tiene lugar una operación en el modo de medición de conmutación. La unidad del sensor que consta del cabezal de conmutación y del cabezal de medición se opera como un cabezal de conmutación con un cabezal de medición sujeto.

Por lo general, la constante total de suspensión del cabezal de medición está formada a partir de una suma de las constantes de resorte individuales de los elementos elásticos dispuestos en el cabezal de medición. La constante total de suspensión del cabezal de conmutación está formada, por lo general, a partir de una suma de las constantes de resorte individuales de los elementos elásticos dispuestos en el cabezal de conmutación.

El cabezal de conmutación y el de medición constan respectivamente, por ejemplo, de sistemas de guía lineal, que forman entre sí un sistema espacial de coordenadas y sujetan el lápiz táctil. Los sistemas de guía lineal consisten preferiblemente en paralelogramos de suspensión. Estos paralelogramos de suspensión presentan respectivamente una constante de suspensión. La constante total de suspensión se compone de la suma de las constantes de suspensión individuales en las respectivas direcciones espaciales.

Las suspensiones en el cabezal de medición o las suspensiones en el cabezal de conmutación se forman respectivamente de manera ventajosa como un sistema de suspensiones independientes para las diferentes direcciones espaciales. De este modo se obtiene un sistema espacial de coordenadas.

Según una forma realización ventajosa de la presente invención, puede disponerse en el cabezal de conmutación un lápiz táctil o una combinación de lápiz táctil. Con este lápiz táctil o una combinación de lápiz táctil se realiza el barrido de la pieza de trabajo a medir.

Según una forma de realización particularmente preferida de la presente invención, se prevé entre el cabezal de medición y el cabezal de conmutación una interfaz mecánica para un soporte reproducible del cabezal de conmutación en el cabezal de medición.

Preferiblemente, en el cabezal de medición se prevén tres soportes y en el cabezal de conmutación tres contra soportes o viceversa, y los soportes y contra soportes presentan un total de seis puntos de soporte.

Por la formación de los soportes con seis puntos de apoyo, se cubren los seis grados posibles de libertad. Los soportes pueden estar formados a partir de dos rodillos cilíndricos y los contra soportes consistir respectivamente en una esfera, de modo que estén garantizados los seis puntos de soporte.

También es posible formar los soportes de tal manera que los contra soportes, que están formados, por ejemplo, como esferas, estén dispuestos respectivamente en un soporte diseñado como un soporte plano, como un soporte en V y como un soporte triple, de modo que haya por otra parte seis puntos de apoyo.

Según otra forma de realización ventajosa de la presente invención, en el cabezal de conmutación para detectar una desviación se prevén al menos un elemento piezoeléctrico, al menos un fotodiodo y/o al menos un contacto eléctrico. A través de estos sensores, cuando el lápiz táctil toca la pieza de trabajo, se dispara una señal de conmutación y se detecta el toque.

El procedimiento según la presente invención presenta la ventaja de que la unidad de sensor, que consiste del cabezal de conmutación y el cabezal de medición, puede ser operada en los dos modos de operación a) operación de medición de conmutación, b) operación de medición de medición.

Para este propósito, una constante total de suspensión del cabezal de medición se ajusta en el estado de sujeción de tal manera que la constante total de suspensión alcance al menos cinco veces una constante total de suspensión del cabezal de conmutación (modo de medición de conmutación). En el otro caso, es decir, en la operación de medición de medición, la constante total de suspensión del cabezal de conmutación está ajustado de tal modo que alcance al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición.

Las constantes totales de suspensión pueden ajustarse de forma variable. Si la constante total de suspensión está ajustada demasiado grande, es decir, en el caso ideal se dirige al infinito, se obtiene la constante de suspensión para la sujeción del cabezal de medición.

Los modos de operación son ventajosamente ajustables y/o intercambiables antes y/o durante la medición.

Los dos modos de operación, "modo de operación de medición" y "modo de operación de conmutación" se ajustan ventajosamente antes de la medición. Si la tarea de medición es cambiada o se es necesario hacerlo durante el proceso de medición, también es posible cambiar el modo de operación durante la medición.

Según una forma de realización ventajosa de la presente invención, la combinación del cabezal de medición y el de conmutación puede operarse como una unidad de sensor en un modo de operación de conmutación o de medición. Para este propósito, como ya se ha indicado, la constante total de suspensión del cabezal de medición se ajusta de tal modo que alcance al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de conmutación, o que la constante total de suspensión del cabezal de conmutación alcance al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición.

En el caso ideal, el cabezal de medición o el cabezal de conmutación está sujeto. La sujeción significa que los sistemas de guía lineal están bloqueados, de modo que ya no es posible la desviación de estos sistemas de guía ya sea en el cabezal de medición o en el cabezal de conmutación.

Según una forma de realización ventajosa de la presente invención, la conmutación se lleva a cabo sobre la constante de suspensión superior con al menos un elemento de ajuste. Por medio de este elemento de ajuste es posible limitar los sistemas de guía lineal en su desviación o en casos extremos evitar una desviación de los sistemas de guía lineal.

Según otra forma de realización de la presente invención, la conmutación se lleva a cabo sobre la constante de suspensión superior por medio del bloqueo de las chapas de resorte. Si se prevén paralelogramos de suspensión en el cabezal de medición o en el cabezal de conmutación, estos pueden bloquearse con respecto a su desviación. Por lo tanto, el cambio tiene lugar sobre la constante de resorte más alta.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenden a partir de los dibujos adjuntos, en los que se representan sólo a modo de ejemplo varias formas de realización de un dispositivo de medición de coordenadas según la presente invención. En los dibujos se ilustra:

La Figura 1, un dispositivo de medición de coordenadas en vista en perspectiva;

la Figura 2, un cabezal de medición que corresponde al estado actual de la tecnología;
la Figura 3, una unidad de sensor según la presente invención (de forma esquemática);
la Figura 4, un diagrama de flujo;
la Figura 5, una interfaz con contra soportes en vista en planta;
la Figura 6, una interfaz con soportes en vista en planta;
la Figura 7, un ejemplo de realización modificado de una interfaz con contra soportes en vista en planta;
la Figura 8, dos balancines del cabezal de medición en vista en perspectiva.

La Figura 1 muestra un dispositivo de medición de coordenadas 1 con una mesa de medición 2 desplazable en la dirección X. Un portal 3, que no está diseñado de forma desplazable, sostiene en un travesaño 4 un carro deslizable 5 en la dirección Y, en el que a su vez se dispone una corredera 6 desplazable en la dirección Z. En la corredera 4, se dispone un cabezal de medición 7, en el que a su vez se dispone un lápiz táctil 8.

La Figura 2 muestra un cabezal de medición 7, como se conoce de acuerdo con el estado actual de la tecnología. El cabezal de medición 7 presenta tres balancines del cabezal de medición 12, 13, 14. Los balancines del cabezal de medición 12, 13, 14 permiten una desviación del cabezal de medición 7 en las direcciones X, Y y Z. Para este propósito, los balancines del cabezal de medición presentan respectivamente una pieza fija 12', 13', 14' y una pieza móvil 12", 13", 14" en relación a estas. Las piezas fijas 12', 13', 14' y las piezas móviles 12", 13", 14" están conectadas respectivamente a través de las chapas de resorte 15, 16, 17 una en relación con la otra de forma desplazable.

En un módulo de la sonda 18, se fija un lápiz táctil (no mostrado). Cada balancín del cabezal de medición presenta respectivamente un sistema de medición de recorrido 19, 20, 21. El cabezal de medición 7 presenta resortes de compensación de peso 22, 23, 24, que están conectados con una tuerca de husillo 25. Para desplazar la tuerca del husillo se impulsa un husillo 26 por un motor 27.

La Figura 3 muestra una unidad de sensor 28, que se forma a partir de un cabezal de medición 29 y un cabezal de conmutación 30. En el cabezal de conmutación 30 está dispuesta el lápiz táctil 8. El cabezal de medición 29 está dispuesta en la corredera 6. La conexión entre el cabezal de medición 29 y la corredera 6 está diseñada como una conexión fija, es decir, el cabezal de medición 29 generalmente no es cambiado. Sin embargo, también cabe la posibilidad de diseñar el cabezal de medición 29 como un cabezal de medición intercambiable.

El cabezal de conmutación 30 está dispuesta de forma desmontable en el cabezal de medición 29. Para este propósito, se prevé lo que se denomina un soporte de tres puntos con un soporte 31 representado en la Figura 3 sólo esquemáticamente. El soporte de tres puntos se describirá posteriormente en más detalle.

El lápiz táctil 8 también está dispuesto con una placa 32 de forma desmontable en el cabezal de conmutación 30. Para este propósito, se prevén soportes 33 representados de forma esquemática, que también se describirán posteriormente en más detalle.

La unidad de sensor 28 representada en la Figura 3 puede operarse en los siguientes dos modos de operación:

En primer lugar, es posible la operación como un cabezal de medición. La constante de suspensión del cabezal de conmutación puede ser grande en comparación con la constante de suspensión del cabezal de medición. Si la constante total de suspensión del cabezal de conmutación es al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición, entonces el cabezal de conmutación debe considerarse como un sistema de sondeo rígido con propiedades de flexión. En este caso, la unidad de sensor 28 se opera en lo que se denomina una operación de medición.

En segundo lugar, el cabezal de medición también puede sujetarse. En este caso, la constante total de suspensión del cabezal de medición es al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de conmutación y el cabezal de medición puede tratarse como un sistema rígido. En este caso, la unidad de sensor 28 se opera en lo que se denomina una operación de conmutación.

Según la Figura 4 se vuelven a representar los dos modos de operación.

Antes de la medición o incluso durante la medición, se verifica si el cabezal de medición 29 está sujeto o si su constante total de suspensión está ajustada de manera que la constante total de suspensión del cabezal de medición sea al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de conmutación. En este caso, la unidad de sensor 28 se opera en lo que se denomina una operación de conmutación. En este caso, es posible una medición rápida en la operación de medición de conmutación.

Si este no es el caso, es decir, si el cabezal de medición 28 no está sujeto o si la constante total de suspensión del cabezal de medición es al menos cinco veces más pequeña que la constante total de suspensión del cabezal de conmutación, la unidad del sensor 28 opera con la denominada función de escaneo, es decir, se lleva a cabo un escaneo de medición punto a punto. Esto resulta en una medición más precisa.

La Figura 5 muestra una interfaz 34, entre el cabezal de medición 29 y un cabezal de conmutación 30. Esta interfaz puede emplearse de la misma forma entre el cabezal de conmutación 30 y el lápiz táctil 8. En el cabezal de medición 29 y de manera similar en el cabezal de conmutación 30, se disponen tres soportes 31 o 33. Los tres soportes 31, 33 presentan cilindros 35. En los cilindros 35 son parte del sistema esferas 36, que se muestran en la Figura 6. Las esferas 36 están dispuestas para la interfaz en el cabezal de conmutación 30, entre el cabezal de medición 29 y el cabezal de conmutación 30. Para la interfaz entre el cabezal de conmutación 30 y el lápiz táctil 8, las esferas están dispuestas en la placa del lápiz táctil 32. En la Figura 5 se prevé un receptáculo 37, por ejemplo, para un dispositivo de sujeción en forma de gancho, no representado.

Por el apoyo de las esferas 36, que se representan en la Figura 6, en los cilindros 35, que se representan en la Figura 5, se forman seis puntos de apoyo definidos para garantizar un soporte altamente preciso que pueda ser reproducido.

Los seis puntos de apoyo también pueden lograrse con la interfaz representada en la Figura 7.

La interfaz 38 presenta un soporte plano 39, un soporte en V 40 y un soporte triple 41. Si se incluyen las esferas 36 en el sistema, como se representa en la Figura 6 con el soporte plano 39, el soporte en V 40 y el soporte triple 41, se dispone del mismo modo de seis puntos de apoyo y se garantiza un posicionamiento altamente preciso que pueda ser reproducido.

La Figura 8 muestra dos balancines del cabezal de medición, con los que se mostraría el principio de la ajustabilidad de la constante total de suspensión del cabezal de conmutación 30 o del cabezal de medición 29. A modo de ejemplo, se representan dos balancines del cabezal de medición 29. El cabezal de medición 29 presenta chapas de resorte de paralelogramo 42, 43, 44, 45. Una placa 46 puede ser desviada a través de las placas de resorte de paralelogramo 42, 43 con respecto a una placa 47 en la dirección X. Una placa 47 está ubicada de forma que pueda ser desviada a través de las placas de resorte de paralelogramo 44, 45 con respecto a una placa 48.

En la placa 46, está dispuesta una placa 49 de forma fija, esta es guiada a través de un campo magnético de un imán 50. El imán 50 está diseñado como un imán de herradura. Por medio del imán 50 y de la placa 42 se produce una amortiguación en la dirección X. Una posibilidad de ajuste para regular la amortiguación por medio de cambiar la profundidad de inserción se da a través de un orificio longitudinal 51. También es posible prever, por ejemplo, un tornillo de ajuste.

La placa 47 está ubicada de forma que pueda ser desviada a través de las placas de resorte de paralelogramo 44, 45 con respecto a la placa 48 en la dirección Y. En esta pieza 47 está dispuesto un imán 52 de forma fija, en cuyo campo magnético está dispuesta una chapa 53, que a su vez está unida de manera firme o ajustable a la placa 48.

El imán 52 y la chapa 53 representan un dispositivo de amortiguación y/o un dispositivo de sujeción para la dirección Y. La pieza representada del cabezal de medición 29 presenta para las direcciones X e Y respectivamente un dispositivo de sujeción 49, 50; 52, 53. Para la dirección Z, no se representa el dispositivo de amortiguación o el dispositivo de sujeción. No obstante, funciona de forma análoga.

Si los imanes 50, 52 son ajustables, entonces es ajustable también la fuerza de sujeción y, por lo tanto, la constante de suspensión del respectivo balancín del cabezal de medición. Las constantes de suspensión individuales de cada balancín del cabezal de medición representan una constante total de suspensión del cabezal de medición 29.

De manera similar, puede ser ajustable la constante total de suspensión del cabezal de conmutación 30 (no representada).

Números de referencia

1	Dispositivo de medición de coordenadas
2	Mesa de medición
3	Portal
4	Travesaño
5	Carro deslizable
6	Corredera
7	Cabezal de medición
8	Lápiz táctil
12	Balancín del cabezal de medición
13	Balancín del cabezal de medición
14	Balancín del cabezal de medición
12’	Pieza fija del balancín del cabezal de medición
13’	Pieza fija del balancín del cabezal de medición
14’	Pieza fija del balancín del cabezal de medición
12"	Pieza móvil del balancín del cabezal de medición

13"	Pieza móvil del balancín del cabezal de medición
14"	Pieza móvil del balancín del cabezal de medición
15	Placa de resorte
16	Placa de resorte
17	Placa de resorte
18	Módulo de la sonda
19	Sistema de medición de recorrido
20	Sistema de medición de recorrido
21	Sistema de medición de recorrido
22	Resorte de compensación de peso
23	Resorte de compensación de peso
24	Resorte de compensación de peso
25	Tuerca de husillo
26	Husillo
27	Motor
28	Unidad del sensor
29	Cabezal de medición
30	Cabezal de conmutación
31	Soporte
32	Placa
33	Soporte
34	Interfaz de sensor
35	Cilindro
36	Esfera
37	Receptáculo
38	Interfaz
39	Soporte plano
40	Soporte en V
41	Soporte triple
42	Placa de resorte de paralelogramo
43	Placa de resorte de paralelogramo
44	Placa de resorte de paralelogramo
45	Placa de resorte de paralelogramo
46	Placa
47	Placa
48	Placa
49	Chapa
50	Imán
51	Orificio longitudinal
52	Imán
53	Chapa

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición de coordenadas con un cabezal de medición en el que además del cabezal de medición (29) se prevé un cabezal de conmutación (30), en el que el cabezal de conmutación (30) está dispuesto de forma desmontable e intercambiable en el cabezal de medición (29) y en el que el cabezal de medición está formado para poder operar en al menos dos estados de operación con diferentes constantes totales, y en el que en un primer estado de operación una constante total de suspensión del cabezal de medición (29) alcance al menos cinco veces una constante total de suspensión del cabezal de conmutación (30) y en el que en el segundo estado de operación una constante total del suspensión del cabezal de conmutación (30) alcance al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición (29),
caracterizado por que la constante total de suspensión del cabezal de conmutación (30) y la constante total de suspensión del cabezal de medición (29) pueden ser ajustados de manera variable.

2. Dispositivo de medición de coordenadas según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la constante total de suspensión del cabezal de medición (29) está formada a partir de una suma de las constantes de suspensión individuales de los elementos elásticos (42, 43, 44, 45) dispuestos en el cabezal de medición (29).

3. Dispositivo de medición de coordenadas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por que** la constante total de suspensión del cabezal de conmutación (30) está formada a partir de una suma de las constantes de suspensión individuales de los elementos elásticos (42, 43, 44, 45) dispuestos en el cabezal de conmutación (30).

4. Dispositivo de medición de coordenadas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las suspensiones (42, 43, 44, 45) en el cabezal de medición (29) o las suspensiones (42, 43, 44, 45) en el cabezal de conmutación (30) se forman respectivamente como un sistema de suspensiones (42, 43, 44, 45) independientes para las diferentes direcciones espaciales (X, Y, Z).

5. Dispositivo de medición de coordenadas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el cabezal de conmutación (30) puede disponerse un lápiz táctil (8) o una combinación de lápiz táctil.

6. Dispositivo de medición de coordenadas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** entre el cabezal de medición (29) y el cabezal de conmutación (30) se prevé una interfaz mecánica (34) para un posicionamiento reproducible del cabezal de conmutación (30) en el cabezal de medición (29).

7. Dispositivo de medición de coordenadas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el cabezal de medición (29) se prevén tres soportes (31) y en el cabezal de conmutación (30) tres contra soportes (36) o viceversa, y que los soportes (31) y contra soportes (36) presentan un total de seis puntos de apoyo.

8. Procedimiento para medir una pieza de trabajo con un dispositivo de medición de coordenadas, que presenta un cabezal de medición, en el que en el cabezal de medición (29) está dispuesto un cabezal de conmutación (30), en el que en el cabezal de conmutación (30) está dispuesto un lápiz táctil (8), y en el que se ajusta uno de los siguientes modos de operación:

a) una constante total de suspensión del cabezal de medición (29) alcanza al menos cinco veces una constante total de suspensión del cabezal de conmutación (30) o
b) una constante total de suspensión del cabezal de conmutación (30) alcanza al menos cinco veces la constante total de suspensión del cabezal de medición (29),

caracterizado por que la constante total de suspensión del cabezal de conmutación (30) y la constante total de suspensión del cabezal de medición (29) pueden ser ajustados de manera variable.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** los modos de operación son ajustables y/o intercambiables antes y/o durante la medición.

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** la combinación del cabezal de medición (29) y el cabezal de conmutación (30) puede operarse como una unidad de sensor (28) en un modo de operación de conmutación o de medición.

11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** la conmutación se lleva a cabo sobre la constante de suspensión superior con al menos un elemento de ajuste.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la conmutación se lleva a cabo sobre otra constante de suspensión por medio del bloqueo de las chapas de resorte (42, 43, 44, 45).

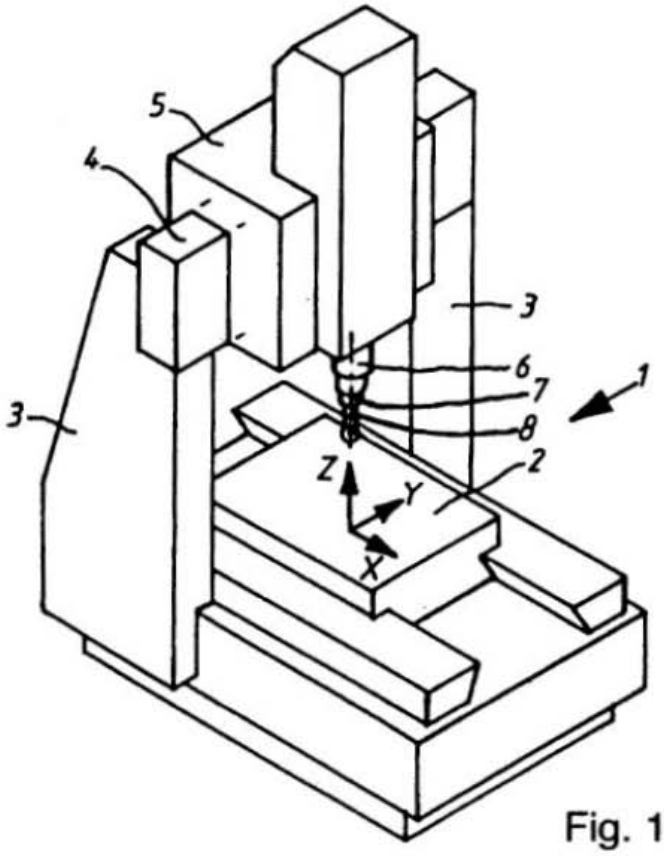

Fig. 1

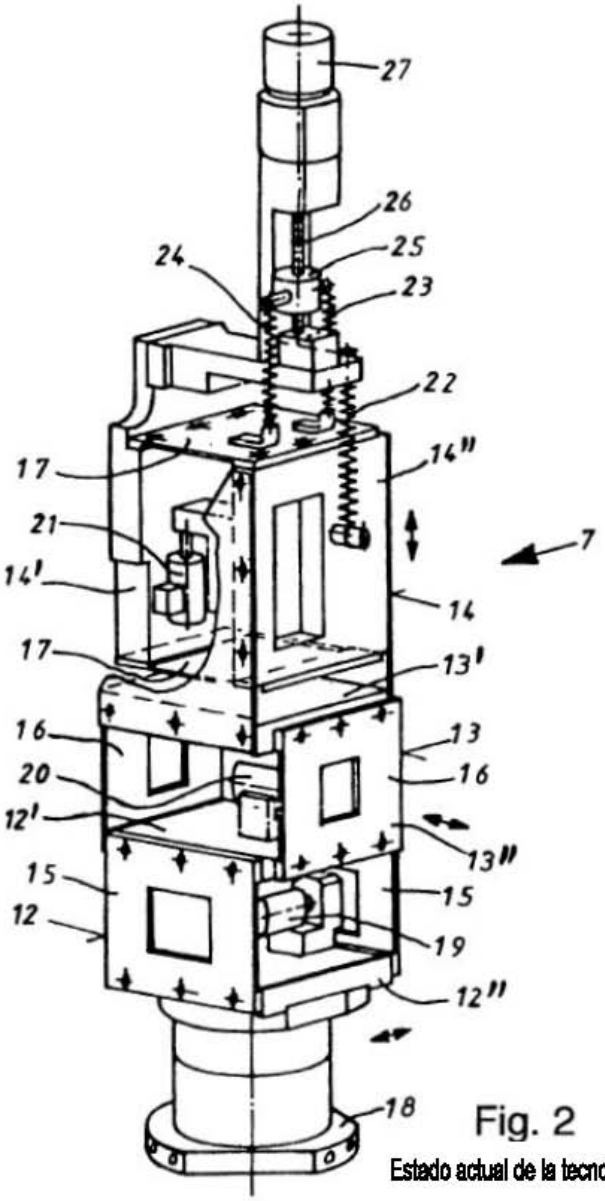

Fig. 2
Estado actual de la tecnología

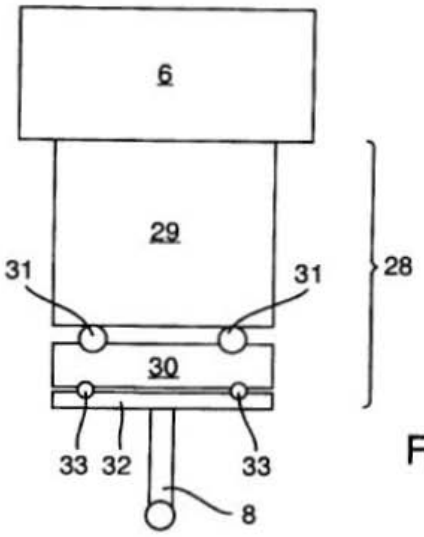
6
29
31
31
28
30
33
32
33
8

Fig. 3

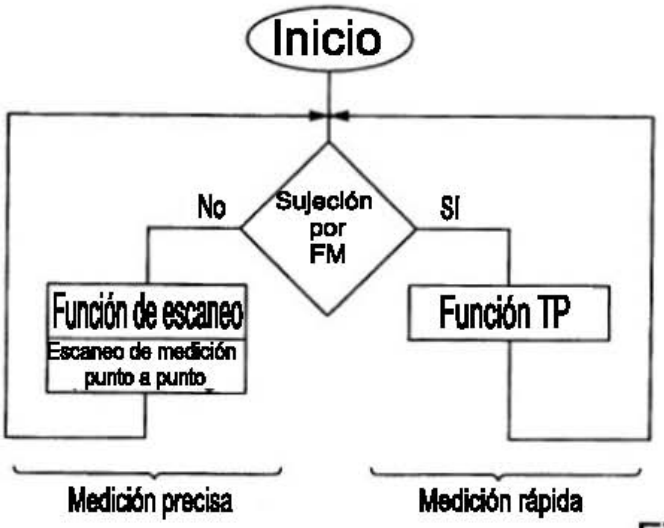
Inicio
No
Sujeción por FM
SI
Función de escaneo
Escaneo de medición punto a punto
Función TP
Medición precisa
Medición rápida

Fig. 4

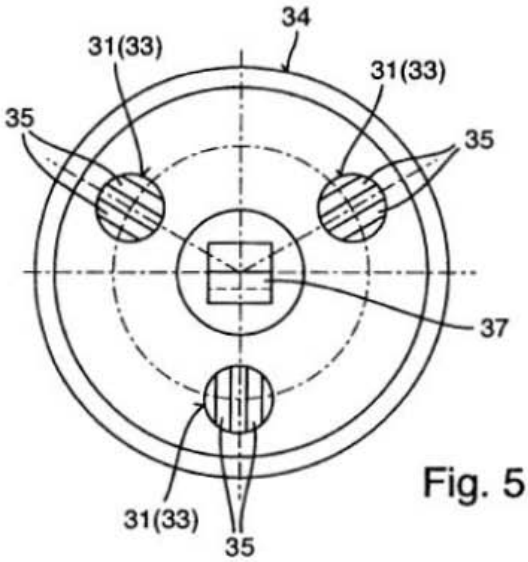

Fig. 5

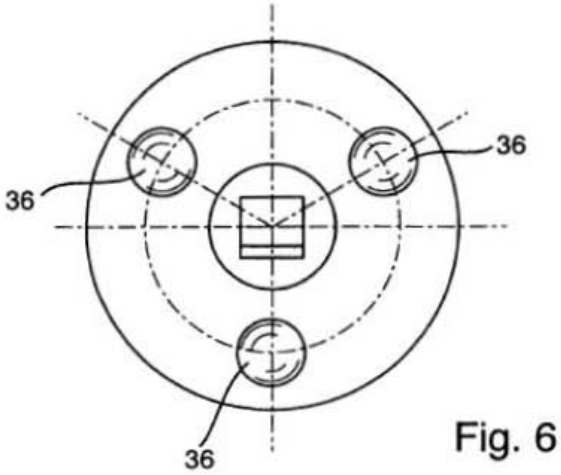

Fig. 6

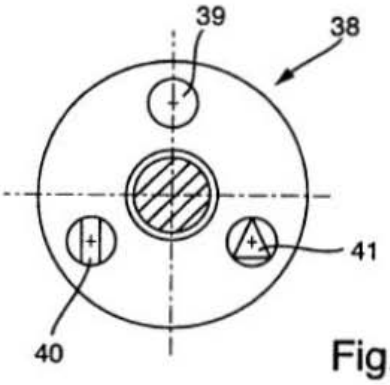

Fig. 7

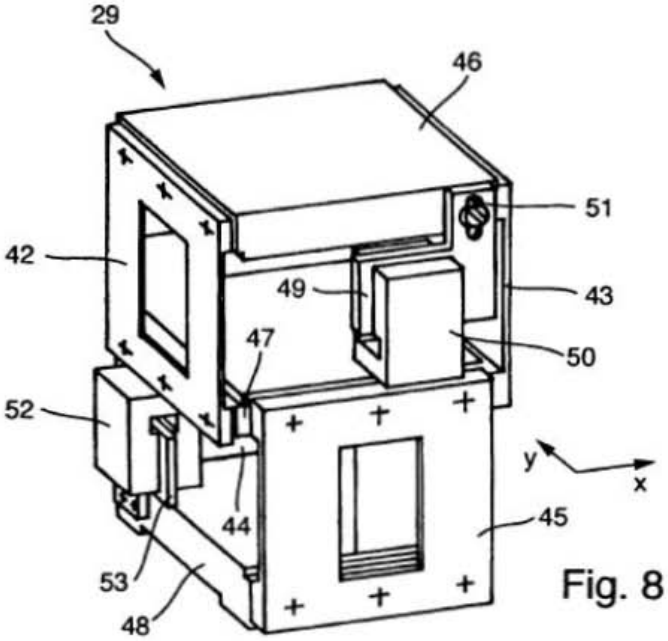

Fig. 8