



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 279 808**

(51) Int. Cl.:
G01V 7/12 (2006.01)
G01B 7/16 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **01926229 .4**
(86) Fecha de presentación : **03.05.2001**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1336121**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **20.08.2003**

(54) Título: **Dispositivo de medición de micromovimientos y método para la conversión de un proceso de movimiento en una señal eléctrica.**

(30) Prioridad: **24.11.2000 LV 000159**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.09.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.09.2007

(73) Titular/es: **A-Metrics L.L.C.**
7804 Fairview Road, Suite 317
Charlotte, North Carolina 28226, US

(72) Inventor/es: **Bekers, Leonids;**
Lubgins, Bonifatijs;
Finkelshteins, Jehezkelis;
Nurovs, Juris y
Piorunkis, Alexandrs

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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 micromovimientos y método para la conversión de un proceso de movimiento en una señal eléctrica.

La invención se refiere al campo de la instrumentación, en particular, a la medición de un micromovimiento, y puede ser usada para la medición, detección y registro de desplazamientos e infraprocedimientos de naturaleza ingenieril y biónica, por ejemplo, para detectar tendencias barométricas, térmicas e higrométricas en meteorología, para registrar desplazamientos de las estructuras de ingeniería, para pruebas de estanqueidad de ensayos de pequeñas y grandes instalaciones, en sistemas de seguridad, así como para el registro sísmico, ondas de infrasonidos y gravitatorias. En biónica, el dispositivo propuesto puede ser usado como una parte de sensibilidad táctil, en prótesis biónicas, robots biónicos y robots de zoo.

Para resolver los problemas anteriores los sistemas de medición deberán tener la máxima sensibilidad posible máxima (en unidades Angstrom - Å), un amplio margen dinámico y baja inercia.

En la actualidad, la máxima sensibilidad y un amplio margen dinámico son proporcionados por interferómetros de rayos X que incorporan el método espectrométrico de medición. No obstante, en los casos en que se extienden fuera de la metrología y de investigaciones de la estructura cristalina de los materiales, su uso no encuentra aplicación debido a la alta inercia del elemento sensible, y al engorroso diseño, complejidad y alto precio del aparato.

Los transductores de capacitancia e inductancia han hallado amplia aplicación para medir pequeños movimientos. La limitación de su uso se atribuye al hecho de que la elevación de la sensibilidad de estos transductores necesariamente conduce al estrechamiento del margen dinámico debido a la no linealidad de la característica de medición analógica. La sección de la porción particular de la característica determina el margen dinámico del transductor

(véase por ejemplo, А.М. Туричин y otros, "Электрические измерения неэлектрических Величин", Jl., Энергия", 1975, págs. 96-98).

Se conocen dispositivos para medir pequeños movimientos que están basados en la cuantificación artificial de movimientos lineales o angulares por medio de elementos (rejillas) de medición de cuantificación distribuidos. Un codificador de incrementos puede ser citado como un ejemplo

(К. Бриндли, "Измерительные преобразователи: Справочное пособие", Traducido del inglés, М., Энергоатомизлат, 1991, págs. 62-63).

La resolución de ese tipo de codificador depende del número de segmentos sensibles sobre el disco o banda del transductor, que determina el límite mecánico de su sensibilidad (no más de 0,01 micrómetros).

La decisión más cercana aceptada como prototipo es un sensor de micromovimientos según el certificado N° 947626 de autor de la USSR, en el que fue incorporado un método de medición que usa efectos de cuantificación naturales. Este dispositivo contiene el transductor compuesto de elementos sensibles y de medición que convierte los movimientos monótonos en una señal eléctrica modulada en triángulo. El elemento sensible se fija sobre la membrana elástica e interacciona con una fuente del micromovimiento (objeto ensayado) ya que el elemento de medición móvil cargado por un resorte es un núcleo de un electroimán que fija el elemento de medición en la posición de contacto con el elemento sensible, cuando se aplica la corriente de excitación desde el acondicionador de la señal.

En el estado inicial el contacto eléctrico entre los elementos sensibles y de medición crea un circuito eléctrico cerrado a través del cual circula la corriente eléctrica; como un resultado, en la salida del acondicionador de señal aparece la corriente de excitación que activa el electroimán y fija el elemento de medición. Cuando el objeto ensayado se desvía, el elemento sensible se mueve en la dirección de rotura del contacto entre elementos de medición y sensibles debido a la acción de la fuerza de medición creada por la membrana. En el instante de romper el circuito electrónico el acondicionador de señal elimina la corriente de excitación del devanado del electroimán de fijación, y el elemento de medición bajo la acción del resorte se mueve en la dirección del elemento sensible hasta que el contacto entre los elementos sensible y de medición se recupera y el elemento de medición se fija en una nueva posición.

La rotura y recuperación del contacto forma los bordes delantero y trasero de la señal de impulso que es equivalente al movimiento único del elemento de medición, realizando por tanto la conversión del movimiento monótono en la señal eléctrica modulada en triángulo mediante el uso del efecto de histéresis de la cuantificación natural. El mo-

ES 2 279 808 T3

vimiento cuantificado está caracterizado por el valor determinado por los dos estados del contacto eléctrico (cerrado-abierto).

El inconveniente del dispositivo conocido está determinado por el hecho de que en el instante en que se establece el contacto entre los elementos de medición y sensibles, la fuerza de presión del resorte que mueve los elementos de medición es transmitida a través del elemento sensible sobre el objeto ensayado, en el que la microdeformación elástica surge como un resultado de esta fuerza de contacto. El valor de esta microdeformación restringe la sensibilidad alcanzable final al nivel de 0,2 micrómetros. En adición, cuando el contacto eléctrico se rompe, surge un puente electroerosivo. Esta corriente de puente es detectada por el acondicionador de la señal como la presencia del contacto, y el impulso de medición surge solamente después de la rotura del puente. Por tanto, la longitud de cada micromovimiento del elemento de medición no puede ser menor que la longitud del puente electroerosivo y el valor de la microdeformación considerados juntos. Adicionalmente, la formación del puente electroerosivo conduce a la violación de la geometría de los elementos de contacto que ocasiona la inestabilidad de las características metrológicas.

El objeto de la invención propuesta es elevar la sensibilidad del dispositivo en un margen dinámico de vacío eliminando las microdeformaciones elásticas en el circuito dimensional "transductor-objeto" y eliminar también los procedimientos electroerosivos en las superficies de trabajo de los elementos sensibles y de medición.

Según la presente invención se proporciona un dispositivo de medición de micromovimientos como se establece en la porción de caracterización de las reivindicaciones independientes.

El margen dinámico máximo de micromovimientos que ha de ser medido puede ser proporcionado mediante la colocación del electroimán de tracción sobre la membrana conectada al elemento sensible.

Para excluir la formación de óxido, agua y otras películas similares en las superficies de trabajo de los elementos sensibles y de medición el dispositivo reivindicado se sitúa en un alojamiento hermético relleno con un medio inerte.

El método de conversión de los micromovimientos en señales eléctricas que se usa en el dispositivo que se reivindica excluye la formación de los puentes electroerosivos en el margen de funcionamiento. Este método se basa en el hecho de que la fijación del elemento de medición se proporciona cuando la corriente de la emisión electrónica del campo surge entre los elementos de medición y sensibles y el elemento de medición es liberado o desplazado cuando la corriente de la emisión electrónica de campo cambia bruscamente.

El diagrama principal del dispositivo se proporciona en la figura.

El dispositivo de medición de micromovimientos se compone del elemento sensible 1, el elemento 2 de medición con la arandela 3, y el electroimán 4 de fijación. El elemento 2 de medición está conectado al acondicionador 6 de la señal que contiene la fuente 7 de tensión de funcionamiento y el limitador 8 de corriente. La salida del acondicionador 8 de la señal está conectada a la entrada del amplificador 9, cuya salida está conectada al devanado del electroimán 5 de atracción. El electroimán 5 de atracción está situado sobre la membrana 10, que junto con el alojamiento 11 forman la cámara hermética 12 rellena con un medio protector. La señal pulsatoria de salida va desde el amplificador 9 al indicador 13. El objeto 14 ensayado condicional está conectado al elemento sensible.

El dispositivo funciona del modo siguiente.

Cuando el elemento sensible 1 se mueve bajo la acción de la fuerza elástica de la membrana 10 seguida por el objeto ensayado 14, el cambio abrupto de la conducción eléctrica se produce en el circuito de medición "la fuente 7 de la tensión de funcionamiento, el limitador 8 de corriente, el elemento 2 de medición, el elemento sensible 1, la membrana 10, y tierra". En el instante del cambio súbito de la corriente de emisión electrónica de campo el amplificador 9 controlado por el acondicionador 6 de la señal elimina una corriente diferente excitación del electroimán 4 de fijación, y simultáneamente aplica una corriente de excitación sobre el devanado del electroimán 5 de tracción. Bajo la acción de la fuerza atractiva del electroimán 5 de atracción que es aplicada a la arandela 3, el elemento 2 de medición liberado de la fuerza de fijación del electroimán 4 se mueve en la dirección del elemento sensible 1. Este movimiento se produce hasta que la corriente de emisión del campo electrónico se eleva entre el elemento sensible y el elemento 2 de medición en el circuito de medición anterior, es decir a la distancia que está determinada por la expresión:

$$\lambda = U/E$$

donde:

λ es un valor de la separación entre el elemento 2 de medición y el elemento 1 sensible en el que la corriente de emisión de campo electrónico crece;

U el valor escogido de la tensión de funcionamiento; y

E la intensidad de la emisión de campo electrónico que es igual a $\sim 10^9$ Voltios/metro.

ES 2 279 808 T3

En el valor escogido de la tensión 0,05 voltios de funcionamiento la distancia a la cual se producirá la emisión de campo electrónico de la corriente es igual a $5 \cdot 10^{-11}$ m o 0,5 Å.

En el instante en el que la corriente de emisión se eleva el electroimán 4 y el 5 controlado por el amplificador 9 cambian su estado: la corriente de excitación es eliminada del electroimán 5 de tracción, y el elemento 2 de medición se fija en una nueva posición debida a la atracción del electroimán 4 de fijación. El movimiento continuado del elemento sensible 1 sometido a la fuerza elástica de la membrana 10 seguido por el objeto 14 ensayado de movimiento conduce a la interrupción súbita de la corriente de emisión de campo electrónico (a la distancia entre el elemento 2 de medición y el elemento sensible 1 igual a $\lambda + \Delta$, donde Δ es un valor de la histéresis de la emisión de campo electrónico) y el procedimiento se repite en la secuencia anterior.

Cada ciclo recurrente en el movimiento del elemento sensible 1 forma ambos bordes delantero y trasero de los impulsos que son equivalentes a un movimiento único del elemento 2 de medición. Los impulsos que se producen van del amplificador 9 al indicador 13 y son registrados.

El "valor" de un impulso está determinado por la histéresis combinada, que es dependiente de la debilidad del elemento 2 de medición y el tiempo de reacción del electroimán 5 de tracción y el electroimán 4 de fijación y también del valor de la histéresis de la emisión de campo electrónico.

La posición del electroimán 5 de tracción sobre la membrana 10 proporciona el funcionamiento del dispositivo en toda la longitud de movimiento de la medición 2 que está determinada por la desviación permitida de la membrana 10. Se explica por el hecho de que mientras el elemento 1 magnético se desplaza la separación se mantiene constante en este caso.

La posición del elemento 2 de medición y del elemento sensible 1 en la cámara hermética 12 confirmadas por el alojamiento 11 y la membrana 10 y rellena de un medio inerte excluye la formación en las superficies de trabajo del óxido y de otras películas que impiden la existencia de la corriente de emisión de campo electrónica.

La decisión propuesta tiene las características siguientes:

- la conversión de los micromovimientos monótonos en una señal eléctrica de impulsos modulados en forma triangular se produce sin dar lugar a microdeformaciones en el circuito dimensional "transductor-objeto". Como es evidente en lo expuesto, se proporciona del modo siguiente: la transferencia del circuito de medición desde un estado estable en otro se produce en la ausencia del contacto eléctrico directo entre el elemento 2 de medición y el elemento 1 sensible y, por lo tanto, sin que se produzca una deformación elástica;

- la sensibilidad del circuito de medición se establece mediante el valor escogido de la tensión de funcionamiento.

El complejo total de las características reivindicadas y el método proporcionan la conversión de micromovimientos en la señal eléctrica de impulsos modulados de forma triangular con la sensibilidad del dispositivo en un margen de unidades de angstroms.

Ejemplo de realización

La medición del movimiento de la barra metálica se hizo de acuerdo con el procedimiento determinado por el GOST 8.491-83 (Norma de todos los Estados de la Unión GOST de la primitiva USSR). Esta permitió excluir algunas perturbaciones conectadas con el movimiento no uniforme en el caso de usar un par de tornillos (según el procedimiento de GOST). La cabeza ("opticator" o medidor óptico de micromovimientos) del resorte de medición del Tipo 0111 fue usado como un aparato de referencia. Cuando se extendió la barra 1 micrómetro (que fue registrado por el "opticator") el acondicionador de señales del transductor reivindicado genera una secuencia de $2 \cdot 10^4$ impulsos registrados por el frecuencímetro ЧЗ-34А (cuando usa superficies de oro para la medición y elementos sensibles y cuando el valor de la tensión de funcionamiento en el circuito de medición es igual a 0,05 Voltios). Esto significa que el primer impulso corresponde a $1/2 \cdot 10^{-10}$ metros, es decir 0,5 Å - es el valor que define la sensibilidad del dispositivo reivindicado.

El dispositivo propuesto puede ser incorporado en una versión de dos canales, si surge la necesidad, para medir movimientos de signo variable.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de medición de micromovimientos para medir los micromovimientos de un objeto de ensayo, que comprende:

un circuito de medición que comprende un acondicionador (6) de la señal, un elemento (2) de medición, un elemento sensible (1) y una membrana (10) conectada a tierra;

estando destinada la membrana a interactuar con el objeto que se ensaya; y

un electroimán (4) de fijación;

caracterizado por

un electroimán (5) de tracción; y

el circuito de medición, en la ausencia del contacto directo entre el elemento de medición y el elemento sensible, se dispone para que pueda ser transferido desde un estado estable, en el que el elemento de medición está fijado por el electroimán de fijación cuando una corriente de emisión de campo electrónico surge entre los elementos de medición y sensible, a otro estado en el que el elemento de medición es liberado por el electroimán de fijación y desplazado por el electroimán de tracción cuando la corriente de emisión de campo electrónico es interrumpida.

2. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que el electroimán (5) de tracción está dispuesto para desplazar el elemento de medición en una dirección hacia el elemento (1) sensible.

3. Un dispositivo según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el electroimán (5) de tracción está situado sobre la membrana (10).

4. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento sensible (1) y el elemento (2) de medición están situados en un alojamiento hermético (12) llenado con un medio inerte, estando formada una de las paredes del alojamiento por la membrana.

5. Un método para la conversión del micromovimiento en una señal eléctrica por medio de una cuantificación natural que incluye las operaciones de:

i) originar que un electroimán (4) de fijación fije un elemento (2) de medición cuando exista una corriente de emisión de campo electrónico, y

ii) cuando la corriente de emisión de campo electrónico se interrumpe, originar que el electroimán de fijación libere el elemento de medición y originar que un electroimán (5) de tracción atraiga el elemento de medición en una dirección hacia un elemento (1) sensible.

