

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 922**

51 Int. Cl.:
G05B 19/401 (2006.01)
G05B 19/404 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08001923 .5**
96 Fecha de presentación: **01.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1988436**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2008**

54 Título: **Procedimiento de detección de un estado de vibración en la etapa de mecanización de una pieza de trabajo y/o una herramienta**

30 Prioridad:
01.05.2007 JP 2007121003

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.03.2012

73 Titular/es:
**MATSUURA MACHINERY CORPORATION
URUSHIHARACHO 1 AZANUMA 1 BANCHI
FUKUI-SHI
FUKUI, JP**

72 Inventor/es:
**Arakawa, Hiroshi;
Fujita, Masaru y
Amaya, Koiuchi**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 376 922 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 de detección de un estado de vibración en la etapa de mecanización de una pieza de trabajo y/o una herramienta

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para detectar el grado de desequilibrio de una pieza de trabajo y/o herramienta que se monta en una herramienta de mecanización y un estado de vibración correspondiente al número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o herramienta en la etapa de operación.

Descripción de la técnica relacionada

15 Las posiciones de los centros de rotación de una herramienta de mecanización, una herramienta que realiza un trabajo de rotación, y una pieza de trabajo que se corta, formada o así mediante la herramienta puede no coincidir con las posiciones de los centros de gravedad de los mismos, y no es raro el caso de que no hay una mínima desviación (diferencia) de distancia orientada entre la posición del centro de rotación y la posición del centro de gravedad.

20 Teniendo en cuenta que m es la masa de una pieza de trabajo y/o herramienta, es decir, la masa de una o ambas de una pieza de trabajo y una herramienta, r es la distancia de desviación orientada entre el centro de rotación y el centro de gravedad, la fuerza centrífuga dada a continuación actúa en la pieza de trabajo y/o la herramienta que gira a una velocidad angular ω .

$$25 \quad f = mr\omega^2$$

Debido a la acción de la fuerza centrífuga, los verdaderos centros de rotación de la pieza de trabajo y/o herramienta y una herramienta de mecanización que tiene la pieza de trabajo y/o la herramienta para ir a un estado de giro a través de un movimiento aproximadamente circular, cada uno alrededor de la posición original del centro de rotación, tal como se muestra en la figura 4. La posición de giro del centro de rotación real, cuando se observa en una dirección específica, muestra un estado de vibración.

35 El producto de la masa m de la pieza de trabajo y/o herramienta que influye en la fuerza centrífuga y la distancia de desviación orientada r se define como la cantidad de desequilibrio. Tal como se desprende de la ecuación fundamental de la fuerza centrífuga, un estado de vibración procedente del desequilibrio se ve inevitablemente influenciado por la cantidad de desequilibrio mr y la velocidad angular de rotación ω .

40 Convencionalmente, un estado de vibración procedente del desequilibrio de una herramienta de mecanización que tiene una pieza de trabajo y/o una herramienta instalada en la misma, y que está girando, específicamente, la amplitud de la vibración y/o la velocidad de vibración promedio de la vibración, son detectados mediante la colocación de un dispositivo de óptica directa o un dispositivo de detección basado en inducción electromagnética en la herramienta de mecanización, tal como se describe en el documento de patente 1 (publicación de la patente japonesa no examinada N° H6-335801) y el documento de patente 2 (publicación de la patente japonesa PCT N° 2002-515832).

50 El documento US 6 065 338 A divulga una máquina para mecanizar piezas de trabajo con un soporte para una herramienta o una pieza de trabajo, que incluye sensores de desequilibrio para la determinación de un desequilibrio del elemento giratorio, con el accionamiento de alimentación que es controlable en dependencia del grado del desequilibrio determinado para compensar una desviación de desequilibrio. Además, una tabla de referencia se prepara y se almacena en una prueba previa para cada herramienta o cada tipo de herramienta para indicar desviaciones de desequilibrio en dependencia de los desequilibrios predeterminados. En la operación de la máquina, el control se refiere a la tabla de referencia, y la desviación de desequilibrio respectiva se recupera para cada desequilibrio detectado por el sensor de desequilibrio y se tiene en cuenta durante el control de la posición.

55 En particular, la desviación de desequilibrio se hace depender de forma lineal sobre la masa de desequilibrio y de forma cuadrática en la velocidad de rotación. Por lo tanto, es posible establecer una fórmula de aproximación para la desviación de desequilibrio en dependencia de estos parámetros, que podría utilizarse también en combinación con la tabla de referencia empíricamente preparada.

60 Sin embargo, los procedimientos convencionales de detección requieren esencialmente que un dispositivo de detección y un circuito necesario para la detección deban ser proporcionados para cada herramienta de mecanización, y por lo tanto, muy desventajoso desde los puntos de vista de uso eficaz del espacio y del coste económico.

65

Además, cuando un sensor falla, la reparación debe realizarse para cada herramienta de mecanización, lo que es significativamente problemático.

Descripción de la invención

5

Problemas a resolver por la invención

Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento para detectar el estado de vibración de una pieza de trabajo y/o herramienta desequilibrada que corresponde a cada herramienta de mecanización mediante el uso de un dispositivo de rotación común a las herramientas de mecanización individuales y sin proporcionar un dispositivo de detección para cada herramienta de mecanización.

10

Para lograr el objetivo, la presente invención tiene las siguientes cuatro estructuras básicas.

15

(1) Un procedimiento para detectar el estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo y/o herramienta para la detección de un estado de vibración que se produce debido al desequilibrio de una pieza de trabajo y/o herramienta montada sobre una herramienta de mecanización y que gira, que comprende las etapas de montar la pieza de trabajo y/o la herramienta en un dispositivo de rotación predeterminado y medir ópticamente el tamaño de la desviación y/o la velocidad de desviación promedio correspondiente a cada número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o la herramienta; preajustar, en una prueba previa, el tamaño de la desviación y/o la velocidad de desviación promedio medida utilizando el dispositivo de rotación, una amplitud de vibración y/o la velocidad promedio de vibración cuando cada herramienta de mecanización que tiene una pieza de trabajo y/o una herramienta instalada en la misma, gira, con una cantidad de desequilibrio común y una velocidad de rotación, y el factor de proporcionalidad de dos de los mismos; y calcular una amplitud de la vibración y/o la velocidad promedio de la vibración correspondiente en cada número de revoluciones cuando la pieza de trabajo y/o la herramienta se montan en cada herramienta de mecanización mediante el uso de un(os) valor(es) de medida del tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de desviación utilizando el dispositivo de rotación, y el factor de proporcionalidad.

20

25

30

(2) Un procedimiento para detectar el estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo para la detección de un estado de vibración que se produce debido al desequilibrio de una pieza de trabajo montada sobre una herramienta de mecanización y que gira, que comprende las etapas de montar la pieza de trabajo y/o una herramienta en un dispositivo de rotación predeterminado y medir una velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación que corresponde a un número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o la herramienta con inducción electromagnética; medir previamente, en una prueba previa, la velocidad media de la desviación y/o el tamaño de la desviación promedio utilizando el dispositivo de rotación, una amplitud de vibración y/o la velocidad promedio de vibración cuando cada herramienta de mecanización que una pieza de trabajo y/o una herramienta instalada en la misma, gira, con una cantidad de desequilibrio común y una velocidad de rotación, y su factor de proporcionalidad; y calcular una amplitud de vibración y/o la velocidad de vibración promedio correspondiente a cada número de rotaciones cuando la pieza de trabajo y/o la herramienta se instalan en cada herramienta de mecanización con un(os) valor(es) de medición de la velocidad media desviación y/o el tamaño de desviación usando el dispositivo de rotación, y el factor de proporcionalidad.

35

40

45

(3) Un procedimiento para detectar el estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo para la detección de un estado de vibración que se produce debido al desequilibrio de una pieza de trabajo montada sobre una herramienta de mecanización y de rotación, que comprende las etapas de montar la pieza de trabajo y/o una herramienta en un dispositivo predeterminado de rotación y medir ópticamente un tamaño de desviación que corresponde a un número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o la herramienta, midiéndose la velocidad promedio de desviación que se está midiendo con inducción electromagnética; medir previamente, en una prueba previa, el tamaño de la desviación y la velocidad promedio de la desviación medida utilizando el dispositivo de rotación, una amplitud de la vibración y la velocidad promedio de la vibración cuando gira cada herramienta de mecanización que tiene una pieza de trabajo y/o una herramienta instalada en la misma, con una cantidad de desequilibrio común y a una velocidad de rotación, y su factor de proporcionalidad; y calcular una amplitud de vibración y la velocidad de vibración promedio correspondiente a cada número de revoluciones cuando la pieza de trabajo y/o la herramienta se montan en cada herramienta de mecanización basada en la medición del tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de desviación utilizando el dispositivo de rotación y el factor de proporcionalidad.

50

55

60

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es una vista lateral del ejemplo 1, y la figura 1B es una vista frontal de una sonda que realiza la vibración rotacional, mostrando ambas la estructura del ejemplo 1;

65

La figura 2 es una vista lateral que muestra la estructura del ejemplo 2;

La figura 3A es una vista lateral del ejemplo 3, y la figura 3B es una vista frontal de un imán giratorio y una bobina dispuesta a su alrededor, ambos mostrando la estructura del ejemplo 3;

5 La figura 4 es una vista en planta para explicar que la posición central que está realmente implicada en la rotación de una pieza de trabajo y/o una herramienta desequilibrada que gira alrededor de la posición central original (O representa la posición original de centro de rotación para ser el centro de revolución, mientras que O' 'representa la posición real del centro de rotación de la rotación a una velocidad angular ω mientras gira);

10 La figura 5 es una vista lateral que muestra la estructura de una realización con una primera estructura básica;

La figura 6 es una vista lateral que muestra la estructura de una realización con una segunda estructura básica; y

15 La figura 7 es una vista lateral que muestra la estructura de una realización con una tercera estructura básica.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

20 Una primera estructura básica se describe a continuación.

Un dispositivo de rotación está montado sobre un objeto fijo inevitablemente.

25 Cuando actúa la fuerza centrífuga en el objeto que tiene el dispositivo de rotación fijado al mismo debido a la rotación del objeto integral con una pieza de trabajo y/o herramienta y la posición de rotación del dispositivo de rotación se desvía en R de la posición original, la fuerza elástica inherente del objeto actúa para volver a la posición original frente a la fuerza centrífuga, de manera que la magnitud de la fuerza elástica puede expresarse aproximadamente como kR donde k es un factor de proporcionalidad.

30 Debido a que la fuerza centrífuga f se explica en la descripción anterior de los antecedentes de la invención y la fuerza elástica están en equilibrio, se satisface la siguiente ecuación.

$$m\omega^2 = kR \quad (a)$$

35 En la primera estructura básica, cuando se producen las vibraciones procedentes del desequilibrio del aparato de rotación, la fuerza isogónica también se aplica al objeto que tiene el dispositivo de rotación instalado en el mismo debido a la fuerza centrífuga, el objeto tiene un movimiento circular causado por la revolución aproximadamente en un radio R de la posición original del centro de rotación del dispositivo de rotación, tal como se muestra en la figura 4. Como resultado, la posición real del centro de rotación del dispositivo de rotación gira junto con la pieza de trabajo y/o la herramienta, mientras que hace la revolución mencionada.

40 En general, tal como se muestra en la figura 5, una mesa fija 3 se prepara como el objeto, y dado que un dispositivo de rotación 2 que tiene una pieza de trabajo y/o herramienta instalada en el mismo, se monta sobre la mesa 3, las vibraciones basadas en el movimiento circular aproximado de la mesa 3 o una placa o polo 31 fijado a la mesa 3 se mide ópticamente en la primera estructura básica. (La figura 5 muestra un estado donde se mide la vibración de la placa o polo 31 fijado a la mesa 3).

50 Teniendo en cuenta que, en la medición óptica, una dirección ortogonal a la dirección de la iluminación de la luz es el eje x, el tamaño de la desviación en la dirección axial x causada por la vibración de la mesa 3 es x, y la dirección de la desviación en la etapa inicial (etapa en $t = 0$) es la dirección axial x, la fuerza f_x de un componente que mueve la mesa 3 en la dirección axial x mediante la rotación del dispositivo de rotación 2 y la pieza de trabajo y/o la herramienta 1 satisface la siguiente expresión.

$$f_x = f \cos \omega t = m\omega^2 \cos \omega t$$

55 Cuando la desviación en la dirección axial x basada en el movimiento circular aproximado de la mesa 3 es x,

$$x = R \cos \omega t,$$

60 de modo que

$$f_x = m\omega^2 \cos \omega t = kx \quad (b)$$

se satisface.

65 A partir de la ecuación b,

$$x = (mr\omega^2 \cos \omega t)/k \quad (c)$$

se deriva. Dado que la amplitud de la vibración de la mesa 3 a una frecuencia de vibración $\omega/2\pi$ es A,

5
$$A = mr\omega^2/k \quad (d)$$

se puede obtener eventualmente.

10 Cuando la medición óptica se utiliza, $2mr\omega^2/k$ se puede detectar como la amplitud de la vibración de la posición central de la vibración de la mesa 3 a ambos lados, de modo que 1/2 de la posición detectada corresponde con el tamaño de la desviación de las vibraciones causadas por el movimiento circular aproximado que se produce debido a la rotación del dispositivo de rotación 2.

15 En el caso de la medida óptica de la primera estructura básica, el tamaño de la desviación normal es a menudo un valor básico de medición. En el caso de la medición óptica, sin embargo, una velocidad promedio de desviación puede ser medida en asociación con cada velocidad angular de rotación ω .

Es decir, a partir de la ecuación c, una velocidad de vibración V en la dirección axial x satisface

20
$$V = dx/dt = -mr\omega^3 \sin \omega t/k$$

En este caso, la velocidad media cuando la mesa 3 se mueve en una dirección positiva y una dirección negativa se obtiene en el rango de

25
$$0 \leq \omega t \leq \pi$$

y en el rango de

30
$$\pi \leq \omega t \leq 2\pi$$

como los valores promedio de $\sin \omega t$ en los rangos son $2/\pi$ y $-2/\pi$, respectivamente, el siguiente valor promedio V de la velocidad media de desviación basado en la vibración recíproca puede ser adquirida eventualmente.

35
$$V = (2mr\omega^3)/(\pi k) = 2\omega A/\pi \quad (e)$$

En el caso de que se monte una pieza de trabajo y/o una herramienta 1 con una cantidad de desequilibrio mr en una herramienta de mecanización específica, que gira a la velocidad de rotación angular ω , la herramienta de mecanización, de manera similar a la mesa 3 que tiene el dispositivo de rotación 2 y la pieza de trabajo y/o la herramienta 1 montada sobre la misma, tiene un movimiento circular aproximado, lo que provoca así vibraciones basadas en el movimiento.

Cada herramienta de mecanización se fija, de modo que

45
$$mr\omega^2 = k'R' \quad (a')$$

se cumple en el caso de que R' es la cantidad de la desviación de la posición del centro de rotación de la herramienta de mecanización causada por la fuerza centrífuga y k'R' es la fuerza que trata de mantener un estado de equilibrio contra la fuerza centrífuga causada por el desequilibrio y el retorno de la herramienta de mecanización al estado original (k' es un factor de proporcionalidad similar a la k que se mencionó anteriormente).

50 Por lo tanto, teniendo en cuenta que la distancia de vibración cuando una herramienta de mecanización vibra en una dirección específica o en la dirección axial x es x',

$$x' = mr\omega^2 \cos \omega t/k' \quad (c')$$

55 se puede adquirir como en el caso de (b).

Dado que la amplitud de la vibración es A',

60
$$A' = mr\omega^2/k' \quad (d')$$

se puede adquirir como en el caso de (d).

Teniendo en cuenta que el promedio de la velocidad de vibración en la vibración recíproca en la dirección axial x es V',

65
$$V' = (2mr\omega^3)/(\pi k') = 2\omega A'/\pi$$

se puede adquirir como en el caso de (e).

A partir de las ecuaciones d y d',

5

$$A' = (k/k')A = (k/k') \cdot \pi(V)/(2\omega)$$

se satisface, de manera que la amplitud de la vibración A' cuando se hace la rotación mediante la herramienta de mecanización se puede calcular a partir de una ecuación proporcional derivada dividiendo la velocidad media de desviación (V) por la velocidad de rotación angular ω , así como una ecuación proporcional respecto al tamaño de desviación A cuando la rotación se hace mediante el dispositivo de rotación.

10

A partir de las ecuaciones e y e',

15

$$V' = (k/k')(V) = (k/k') \cdot (2\omega/\pi)A$$

se satisface, por lo que la velocidad de vibración promedio V' en la vibración en una dirección específica (dirección axial x) cuando el desequilibrio es causado por la rotación de la herramienta de mecanización también se puede adquirir a partir de una ecuación proporcional respecto a la velocidad de desviación promedio V medida en términos de la rotación del dispositivo de rotación 2 y de una ecuación proporcional derivada multiplicando el tamaño de la desviación A se mide en términos de la rotación por la velocidad angular de rotación ω .

20

Tal como se desprende a partir de lo anterior, la amplitud de vibración A' y/o la velocidad de vibración promedio V' basada en el desequilibrio de la pieza de trabajo y/o la herramienta 1 cuando una herramienta de mecanización gira puede ser calculada por una ecuación de relación proporcional respecto a la amplitud de la vibración A y/o la velocidad de la desviación promedio V. Sin embargo, el factor de proporcionalidad en el cálculo ($\pi k/2k'$ en la premisa de que la división que implica k/k' y ω de la ecuación general se lleva a cabo, y $2k/\pi k'$ en la premisa de que la multiplicación que implica $\pi k/2k'$ y ω de la ecuación general se lleva a cabo) se establece mediante la medición de la amplitud de la desviación A y la velocidad de desviación promedio V en una rotación predeterminada del dispositivo de rotación 2, y midiendo directamente, bajo prueba, la amplitud de vibración A' y la velocidad de vibración promedio V' también para la herramienta de mecanización (la medición es posible en el caso de emplear el esquema de medición óptica tal como se muestra en la primera estructura básica, y un caso de emplear un esquema de medición basado en inducción electromagnética, tal como se muestra en la segunda estructura básica).

25

30

35

Debe tenerse en cuenta que el dispositivo de rotación 2 utilizado en la medición del tamaño de la desviación y la velocidad promedio de desviación sólo tiene que alcanzar la velocidad angular de rotación en el mismo rango que la de cada herramienta de mecanización, y sus estándares no están particularmente limitados y un estándar con una dimensión más pequeña que la de cada herramienta de mecanización es suficientemente satisfactoria.

40

También es posible de manera suficiente usar una herramienta de mecanización específica como dispositivo de rotación 2 (aunque no es necesaria).

La relación proporcional entre el tamaño de la desviación posicional A cuando la rotación se basa en el dispositivo de rotación 2 y la amplitud de vibración A' cuando la rotación se basa en una herramienta de mecanización no es sólo la generalización que se deriva de las ecuaciones anteriores, sino que también puede ser confirmada a través de un experimento real.

45

La confirmación basada en experimentos es válida en la relación entre la velocidad promedio de desviación (V) y la velocidad promedio de vibración (V'), y es válida en la relación entre el tamaño de la desviación (A) y la velocidad promedio de vibración (V'') en un estado donde se multiplica el tamaño de la desviación (A) por la velocidad de rotación angular (ω), y además también es válido en la relación entre la velocidad promedio de la desviación (V) y la amplitud de la vibración (A') en un estado donde la velocidad promedio de desviación (V) se divide por la velocidad de rotación angular (ω).

50

55

A continuación, se describe una segunda estructura básica.

La segunda estructura básica difiere de la primera estructura básica en que, en la medida de la amplitud de la vibración y la velocidad promedio de desviación utilizando el dispositivo de rotación 2, se emplea la medición basada en la inducción electromagnética en lugar de la medición óptica de la primera estructura básica, tal como se muestra en la figura 6.

60

Se debe señalar que, sin embargo, en la medición basada en la inducción electromagnética, fundamentalmente, la velocidad de movimiento de un objeto es detectada directamente, mientras que la distancia de movimiento no es detectada directamente, como en la medición óptica.

65

Como se desprende de la regla de la mano derecha de Fleming, cuando en un campo magnético con un flujo

magnético B, un hilo conductor que tiene n vueltas y una longitud l en una dirección ortogonal al flujo magnético se mueve en una dirección ortogonal al flujo magnético y la dirección longitudinal a una velocidad V, una tensión e generada a través del hilo conductor es

5
$$e = nVlB,$$

que aparentemente muestra que la medición basada en la inducción electromagnética está dirigida a la detección de la velocidad de movimiento V de un imán o un conductor (bobina 10).

10 En el caso de que se mida la velocidad promedio de movimiento V cuando el dispositivo de rotación 2, que tiene la pieza de trabajo y/o la herramienta montada sobre el mismo se monta sobre la mesa fija 3, se mide a partir de la tensión inducida e, la siguiente relación de proporcionalidad se satisface

15
$$e = c (V)$$

donde c es un factor de proporcionalidad.

Es evidente a partir de la ecuación e, que la velocidad promedio en movimiento V satisface

20
$$V = 2\omega A/\pi$$

respecto al tamaño de la desviación A. Eventualmente,

25
$$A = (\pi e)/(2\omega c)$$

se satisface, por lo que el tamaño de la desviación A puede ser medido electromagnéticamente con inducción electromagnética en un estado de proporción inversa a la velocidad angular de rotación ω , respecto a la tensión inducida e e proporcional a la velocidad promedio de movimiento.

30 La etapa de calcular la amplitud de la vibración y/o la velocidad promedio de la vibración en la etapa real de rotación de una herramienta de mecanización mediante el establecimiento de los multiplicadores de proporcionalidad (hay un caso de división y un caso de la multiplicación por ω) para la amplitud de la vibración y/o la velocidad promedio de vibración, en una prueba previa, a partir del tamaño de la desviación y de la velocidad promedio de desviación sobre la base de la rotación del dispositivo de rotación 2 es bastante lo mismo que la implicada en la primera estructura básica.

35 Tal como se muestra en la figura 7, una tercera estructura básica emplea la medición óptica para el tamaño de desviación de acuerdo con la rotación del dispositivo de rotación 2, y emplea la medición basada en la inducción electromagnética para la velocidad promedio de desviación. En este caso, la amplitud de la vibración A' y la velocidad promedio de la vibración V'' para cada herramienta de mecanización puede calcularse directamente a partir del tamaño de desviación A y la velocidad promedio de desviación V basado en cada factor de proporcionalidad (k/k'), lo que garantiza la detección rápida de un estado de vibración.

Ejemplos

45 Los ejemplos se describen a continuación.

(Ejemplo 1)

50 El ejemplo 1 se caracteriza porque en la primera estructura básica, tal como se muestra en la figura 1, el tornillo de bolas 4, que fija la sonda de rotación 6 está acoplado a la mesa 3 y el tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de desviación se mide en términos de la vibración recíproca de la sonda de rotación 6.

55 Es decir, en el ejemplo 1, la vibración lineal se convierte en una vibración de rotación recíproca a través del tornillo de bolas 4, y el tamaño de la desviación posicional y/o la velocidad promedio de desviación es detectada por la amplitud angular de la vibración de rotación.

60 Aunque la anchura del ángulo de vibración puede ser detectada por la proyección de la luz ortogonal a la dirección angular, el ajuste de la anchura recíproca de rotación de la sonda de rotación 6 es mayor que la cantidad de movimiento lineal que puede garantizar una medición exacta.

(Ejemplo 2)

65 El ejemplo 2 se caracteriza porque en la segunda estructura básica, tal como se muestra en la figura 2, el dispositivo de rotación 2 está montado en la mesa 3 que tiene una pluralidad de imanes 9 y bobinas de generación de energía 10 que están fijadas cerca de los imanes 9 en conexión entre sí en asociación con los imanes 9 respectivos, para

medir tanto la velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación de la mesa 3.

Es decir, en el ejemplo 2, los imanes 9 que están acoplados a la mesa 3 y pueden permitir una pluralidad de vibraciones lineales, y las bobinas fijas 10, respectivamente, correspondientes a los respectivos imanes 9 están dispuestas para generar tensiones inducidas, permitiendo así la detección de la velocidad promedio de desviación lineal y/o el tamaño de la desviación.

En un caso donde se utilizan una pluralidad de imanes 9 y bobinas 10 y se añaden tensiones inducidas individuales, es posible cancelar un error en las tensiones inducidas individuales y medir con precisión la velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación.

(Ejemplo 3)

El ejemplo 3 se caracteriza porque en la segunda estructura básica, tal como se muestra en la figura 3, el tornillo de bolas 4 que tiene un imán giratorio fijado al mismo está acoplado a la mesa 3, y una bobina fija 10 está dispuesta alrededor del imán giratorio 9, de modo que la velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de desviación de la mesa 3 en la dirección del tornillo de bolas 4 se mide en términos de la cantidad de potencia generada por la bobina fija 10 debido a la vibración recíproca del imán giratorio 9.

Es decir, el ejemplo 3 es común con el ejemplo 1 porque esa vibración lineal se convierte en la vibración de rotación a través del tornillo de bolas 4, pero, en el ejemplo 3, el tamaño de desviación y/o la velocidad promedio de desviación de la vibración de rotación se mide en términos de una tensión inducida sobre la base de un cambio en el flujo magnético que atraviesa la bobina circundante 10 mediante la vibración recíproca de rotación dentro en un rango angular predeterminado del imán 9.

En el ejemplo 3, el ajuste de la vibración recíproca de rotación del imán 9 para ser mayor que la cantidad de movimiento lineal también puede garantizar una medición exacta.

(Ejemplo 4)

El ejemplo 4 se caracteriza porque en la tercera estructura básica, el tamaño de la desviación se mide basado en el procedimiento de la realización ilustrada en la figura 5 o el procedimiento del ejemplo 1 que se ilustra en la figura 1, y la velocidad promedio de desviación se mide según sea el procedimiento del ejemplo 2 que se ilustra en la figura 2 o el procedimiento del ejemplo 3 que se ilustra en la figura 3.

Es decir, el ejemplo 4 puede realizar específicamente la tercera estructura básica que convierte de forma independiente las amplitudes de vibración y las velocidades promedio de vibración de las herramientas de mecanización individuales en función del número proporcional fijo para las herramientas de mecanización respectivas mediante la medición de los tamaño de desviación y las velocidades de desviación promedio de manera independiente, consiguiendo de esta manera un cálculo y una detección rápida.

Efecto de la invención

De acuerdo con la presente invención con las estructuras básicas, es posible detectar fácilmente la amplitud de la vibración y/o la velocidad de vibración promedio basada en el factor de proporcionalidad calculada en una prueba previa realizada para cada herramienta de mecanización y ejecutar fácilmente sucesivos controles en cada herramienta de mecanización basada en la detección, tanto mediante la medición del tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de desviación mediante un dispositivo de rotación predeterminado y el procedimiento de medición óptica en el dispositivo de rotación, y/o el procedimiento de medición basada en la inducción electromagnética.

Además, en un caso donde se conoce la relación entre factor de proporcionalidad de las herramientas de mecanización individuales entre sí, cuando se conoce la amplitud de la vibración y/o la velocidad promedio de vibración de una herramienta de mecanización específica, las cantidades de esos parámetros para otra herramienta de mecanización se puede calcular rápidamente.

Una variedad de aplicaciones de la presente invención son factibles en el lugar donde se utiliza una herramienta de mecanización rotativa.

[Descripción de los símbolos]

- 1 pieza de trabajo y/o herramienta
- 2 dispositivo de rotación
- 3 mesa
- 31 placa o polo fijado a la mesa
- 4 tornillo de bolas

- 5 herramienta de soporte de conversión
- 51 porción de rotación
- 52 porción fija
- 6 sonda de rotación
- 5 7 proyector de luz
- 8 fotosensor
- 9 imán
- 10 bobina
- 11 voltímetro o amperímetro
- 10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de un estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo y/o una herramienta (1) para la detección de un estado de vibración que se produce debido al desequilibrio de una pieza de trabajo y/o herramienta (1) montada sobre una herramienta de mecanización y de rotación, que comprende las etapas de:
- 5 montar la pieza de trabajo y/o herramienta (1) en un dispositivo de rotación predeterminado (2) y medir ópticamente un tamaño de desviación y/o la velocidad de desviación promedio correspondiente a cada número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o herramienta (1);
- 10 preajustar, en una prueba previa, el tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de desviación medida utilizando el dispositivo de rotación (2), una amplitud de vibración y/o la velocidad promedio de vibración cuando gira cada herramienta de mecanización que tiene una pieza de trabajo y/o herramienta (1) montada sobre la misma, con una cantidad de desequilibrio común y una velocidad de rotación, y un factor de
- 15 proporcionalidad de los mismos; en el que el factor entre el tamaño de desviación y la amplitud de la vibración o el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la amplitud de la vibración, o entre la velocidad promedio de desviación y la velocidad promedio de vibración no contiene el parámetro de la velocidad angular de la velocidad de rotación,
- 20 el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la velocidad promedio de vibración contiene un parámetro proporcional de la velocidad angular de la velocidad de rotación, el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la amplitud de la vibración y la velocidad de vibración promedio contiene un parámetro inversamente proporcional de la velocidad angular de la velocidad de rotación, y
- 25 calcular una amplitud de vibración y/o la velocidad de vibración promedio correspondiente a cada número de rotaciones cuando la pieza de trabajo y/o la herramienta (1) se monta en cada herramienta de mecanización mediante el uso de valores de medición del tamaño de desviación y/o la velocidad promedio de desviación mediante el uso del dispositivo de rotación (2), y el factor de proporcionalidad.
- 30 2. Procedimiento de detección de un estado de vibración según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de rotación (2) está montado sobre una mesa predeterminada (3), y se mide un tamaño de la desviación y/o la velocidad de desviación promedio de la mesa (3) o una placa o polo (31) fijado a la mesa (3).
- 35 3. Procedimiento de detección de un estado de vibración según la reivindicación 2, en el que un tornillo de bolas (4) que tiene una sonda de rotación fijada al mismo y la mesa (3) están acoplados entre sí, y el tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de la desviación se miden en términos de vibración recíproca de la sonda rotativa.
- 40 4. Procedimiento de detección de un estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo para la detección de un estado de vibración provocado debido al desequilibrio de una pieza de trabajo montada sobre una herramienta de mecanización y de rotación, que comprende las etapas de:
- 45 montar la pieza de trabajo y/o una herramienta (1) en un dispositivo predeterminado de rotación (2) y la medir una velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de desviación corresponde a un número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o herramienta (1) con inducción electromagnética;
- 50 preajustar, en una prueba previa, la velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación medida mediante el dispositivo de rotación (2), una amplitud de vibración y/o la velocidad de vibración promedio cuando gira cada herramienta de mecanización que tiene una pieza de trabajo y/o herramienta (1) instalada en la misma, con una cantidad de desequilibrio común y una velocidad de rotación, y su factor de proporcionalidad; en el que
- 55 el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la amplitud de la vibración, o entre la velocidad de desviación promedio y la velocidad promedio de vibración no contiene el parámetro de la velocidad angular de la velocidad de rotación,
- el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la velocidad de vibración promedio contiene un parámetro proporcional de la velocidad angular de la velocidad de rotación, el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la amplitud de la vibración y la velocidad de vibración promedio contiene un parámetro inversamente proporcional de la velocidad angular de la velocidad de rotación, y
- 60 calcular una amplitud de la vibración y/o la velocidad promedio de vibración correspondiente a cada número de rotaciones cuando la pieza de trabajo y/o herramienta (1) se monta en cada herramienta de mecanización usando un(os) valor(es) de medición de la velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación con el uso del dispositivo de rotación (2), y el factor de proporcionalidad.
- 65 5. Procedimiento de detección de un estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo según la reivindicación 4, en el que el dispositivo de rotación (2) está montado sobre una mesa (3) que tiene una pluralidad de imanes (9), y bobinas de generación de energía (10) están fijadas cerca de los imanes (9) en conexión entre sí en asociación con los imanes respectivos (9), para medir así una velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación de la mesa (3).

6. Procedimiento de detección de un estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo según la reivindicación 4, en el que un tornillo de bolas (4) que tiene un imán giratorio (9) fijado al mismo y una mesa (3) acopladas juntas, y una bobina fija (10) está dispuesta alrededor del imán giratorio (9), con lo que se mide una velocidad promedio de desviación y/o el tamaño de la desviación de la mesa (3) en una dirección del tornillo de bolas (4) en términos de una cantidad de energía generada por la bobina fija (10) debido a una vibración recíproca del imán giratorio (9).

7. Procedimiento de detección de un estado de vibración en una etapa de mecanizado de una pieza de trabajo para la detección de un estado de vibración que se produce debido al desequilibrio de una pieza de trabajo montada sobre una herramienta de mecanización y de rotación, que comprende las etapas de:

montar la pieza de trabajo y/o una herramienta (1) en un dispositivo de rotación predeterminado (2) y medir ópticamente un tamaño de desviación y la velocidad promedio de desviación que corresponde a un número de rotaciones de la pieza de trabajo y/o herramienta (1), midiéndose la velocidad promedio de desviación con inducción electromagnética;

preajustar, en una prueba previa, el tamaño de la desviación y la velocidad promedio de la desviación medida mediante el dispositivo de rotación (2), una amplitud de vibración y la velocidad promedio de vibración cuando gira cada herramienta de mecanización que tiene una pieza de trabajo y/o herramienta (1) instalada en la misma, con una cantidad de desequilibrio común y una velocidad de rotación, y su factor de proporcionalidad; en el que

el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la amplitud de la vibración, o entre la velocidad promedio de desviación y la velocidad promedio de vibración no contiene el parámetro de la velocidad angular de la velocidad de rotación,

el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la velocidad promedio de vibración contiene un parámetro proporcional de la velocidad angular de la velocidad de rotación, el factor de proporcionalidad entre el tamaño de la desviación y la velocidad promedio de vibración contiene un parámetro inversamente proporcional de la velocidad angular de la velocidad de rotación, y

calcular una amplitud de la vibración y la velocidad promedio de vibración correspondiente a cada número de rotaciones cuando la pieza de trabajo y/o la herramienta (1) se monta en cada herramienta de mecanización usando un(os) valor(es) de medición del tamaño de la desviación y/o la velocidad promedio de la desviación usando el dispositivo de rotación (2), y el factor de proporcionalidad.

FIG. 1

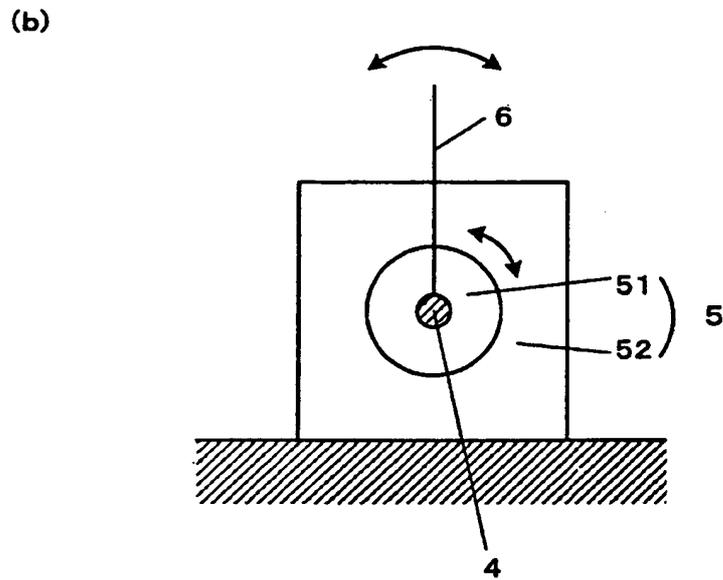
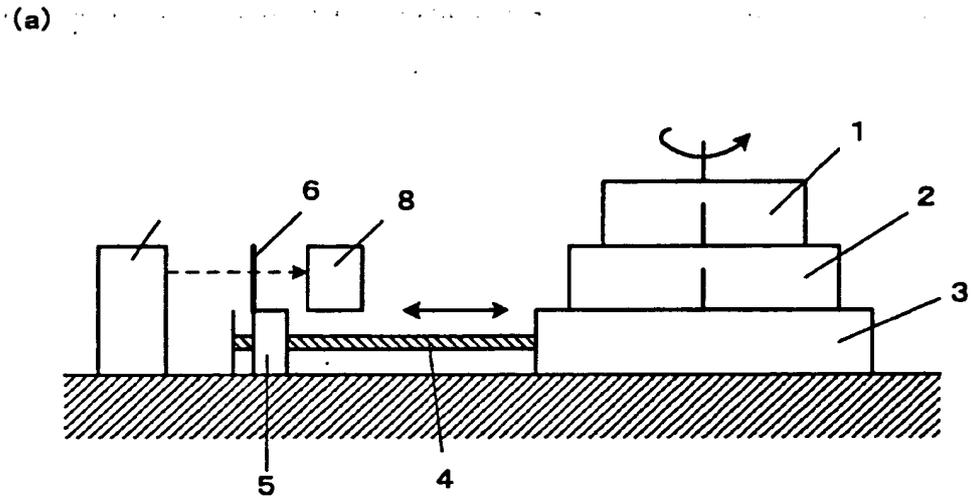


FIG. 2

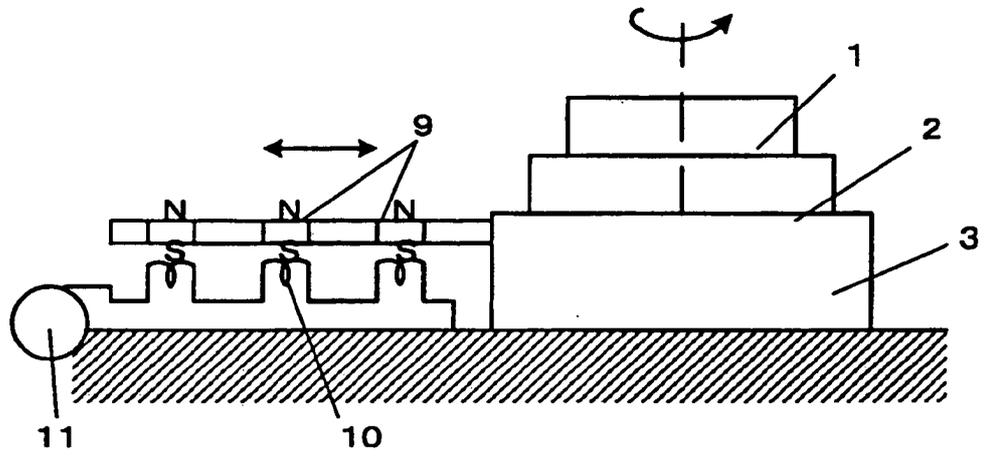
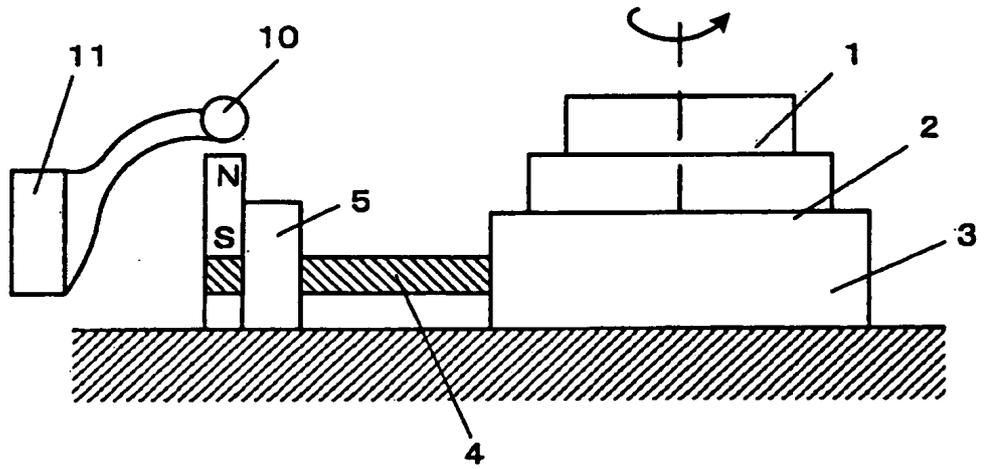


FIG. 3

(a)



(b)

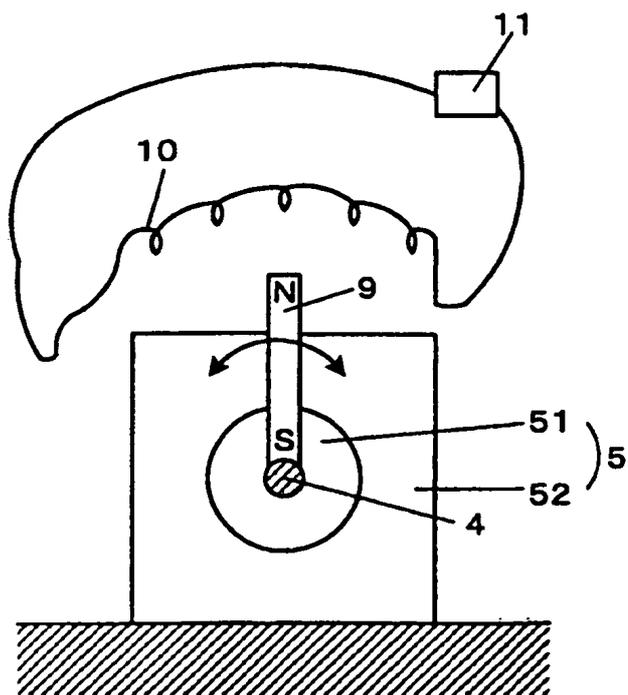


FIG. 4

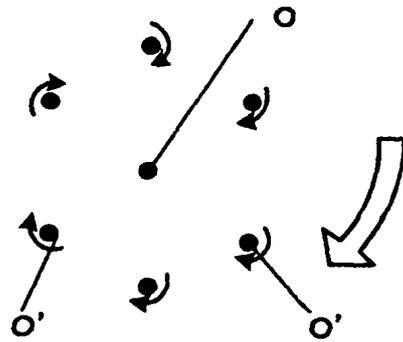


FIG. 5

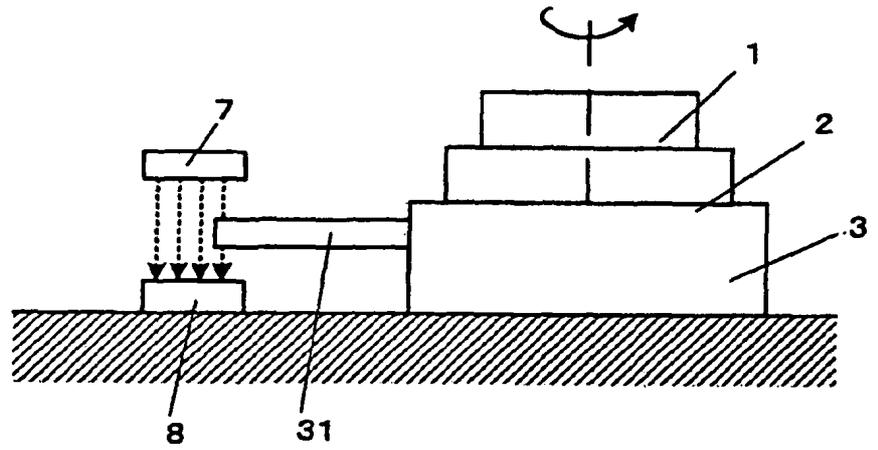


FIG. 6

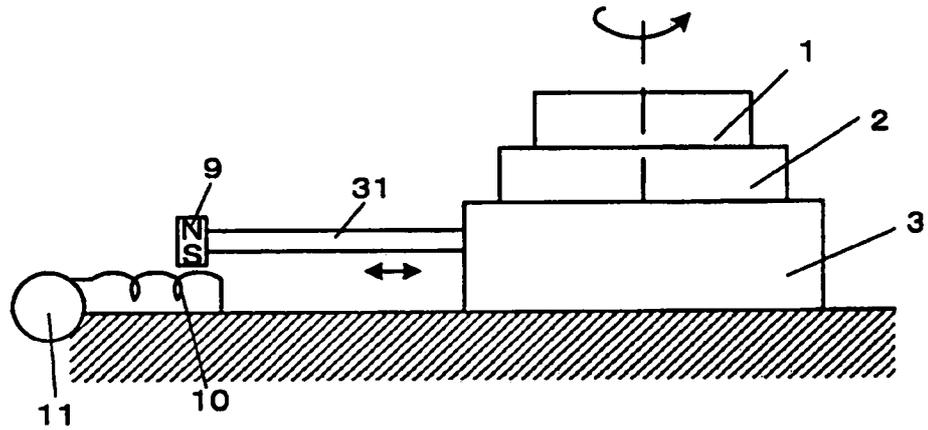


FIG. 7

