

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 672**

51 Int. Cl.:

B61F 5/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2011 PCT/JP2011/004645**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12026102**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2011 E 11819578 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 2610128**

54 Título: **Dispositivo de supresión de vibraciones para vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

25.08.2010 JP 2010188247

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

10.06.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

GOTOU, OSAMU

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 765 672 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 supresión de vibraciones para vehículo ferroviario

5 CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario provisto de un actuador para causar un efecto de amortiguación en una vibración generada en el vehículo ferroviario por el movimiento de extensión / retracción del mismo, particularmente a un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario capaz de auto-diagnosticar el estado del funcionamiento de un actuador.

10

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

En un vehículo ferroviario tal como un tren bala Shinkansen, durante la marcha, se impone la aceleración de la vibración en movimiento tal como el movimiento vertical, movimiento lateral, el balanceo y el vaivén horizontal y se genera una vibración. Por lo tanto, en un vehículo ferroviario, se monta un dispositivo de supresión de vibraciones para suprimir diversas vibraciones. Como mecanismo de generación de fuerza de amortiguación del dispositivo de supresión de vibraciones, se utiliza un colchón de aire, un regulador de presión de fluido que utiliza presión neumática o presión hidráulica, un actuador de tipo de presión de fluido tal como presión neumática o presión hidráulica como fuente de accionamiento, un actuador eléctrico con potencia eléctrica como fuente de accionamiento y similares. Estos están dispuestos entre un conjunto chasis-ruedas y una carrocería de vehículo del vehículo ferroviario.

15

20

En el actuador entre estos mecanismos de generación de fuerza de amortiguación, una carrocería principal está acoplada en la parte del conjunto chasis-ruedas o en la parte de la carrocería del vehículo, y una barra móvil está acoplada al otro lado. Con la barra extendida o retraída en asociación con una vibración generada, el actuador ejerce la vibración de la carrocería del vehículo y al mismo tiempo, ajusta la fuerza de amortiguación del actuador para atenuar la vibración. En este momento, en el actuador del tipo de presión de fluido, una varilla (varilla de pistón) está dispuesta dentro de un cilindro en el lado de la carrocería principal, y la varilla se extiende y se retrae controlando una cantidad de suministro (cantidad sellada) de aire comprimido o aceite en el cilindro. En el actuador eléctrico, una varilla está dispuesta de manera coaxial con un eje principal de un motor eléctrico en el lado de la carrocería principal a través de un mecanismo de tornillo de bola, y al controlar un ángulo de rotación del motor eléctrico, el movimiento de rotación del motor eléctrico se convierte en movimiento lineal y la varilla se extiende y se retrae.

25

30

35

En el dispositivo de supresión de vibraciones que utiliza el actuador, se puede generar un fallo que inhibe el movimiento de extensión / retracción del actuador (en adelante, este fallo se denominará "agarre"). El agarre del actuador del tipo de presión se genera en el caso en que un orificio para suministrar el aire comprimido o el aceite al cilindro permanece abierto o cerrado debido a algunos problemas, o similares. El agarre del actuador eléctrico se genera en el caso en que el mecanismo del tornillo de bola se atasca por una sustancia extraña o similar.

40

45

En el caso de que el agarre se genere en el actuador del tipo de presión de fluido, el actuador se pone en el estado de tener menor rigidez para permitir la extensión / retracción de la varilla un poco debido a una característica de compresión del fluido retenido en el cilindro. Mientras tanto, en el caso en el que se genera el agarre en el actuador eléctrico, el actuador se lleva al estado de tener mayor rigidez sustancialmente lo que no permite la extensión / retracción de la varilla. En cualquiera de los actuadores, la generación del agarre no provoca inmediatamente un daño fatal a la seguridad de la marcha y a la comodidad de conducción pero sin lugar a dudas deteriora la comodidad de conducción. Particularmente, en el actuador eléctrico para llevarlo al estado de mayor rigidez de acuerdo con la generación del agarre, el nivel de degradación de la comodidad de conducción se intensifica.

50

55

Por lo tanto, en el caso de que el actuador esté bloqueado, existe la necesidad de reparar o reemplazar el actuador. Como técnica en los antecedentes de la técnica para esta demanda, por ejemplo, en la Bibliografía de Patentes 1 y 2 se describe una técnica en la que cuando un vehículo ferroviario está fuera de servicio, un actuador se activa intencionadamente para hacer vibrar la carrocería del vehículo, la aceleración de la vibración de la carrocería del vehículo vibrado es detectada por un sensor de aceleración, la aceleración de la vibración detectada se compara con un valor de referencia, y en el caso de que la aceleración de vibración sea menor que el valor de referencia, se diagnostica que el actuador está en una condición de fallo.

60

La Bibliografía de Patente 3 describe un dispositivo y un método para diagnosticar el control de vibración de un convoy ferroviario, en el que se monta un instrumento de diagnóstico de control de vibración en un convoy ferroviario, que comprende un actuador y sensores de vibración para detectar las vibraciones del convoy ferroviario. Un controlador compara una señal de detección de los sensores de vibración con un valor de referencia para determinar si o no el sistema de control de vibración está funcionando razonablemente.

LISTA DE REFERENCIAS

65 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTES

Bibliografía de Patente1 Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa núm. 05-184002

Bibliografía de Patente 2 Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa núm. 2003-267216
 Bibliografía de Patente 3 Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa núm. 2009-035068

SUMARIO DE LA INVENCION

5

PROBLEMA TÉCNICO

Aunque de acuerdo con la técnica descrita en Bibliografía de Patentes 1 y 2, el agarre del actuador se puede diagnosticar y el actuador se puede reparar o reemplazar a partir del resultado del diagnóstico del mismo, el diagnóstico de agarre solo puede realizarse cuando un vehículo ferroviario está fuera de servicio. Es decir, en realidad, el agarre del actuador solo se puede encontrar en el momento del control periódico realizado aproximadamente una vez al mes en un taller de mantenimiento del vehículo ferroviario. Por lo tanto, a veces hay una ocasión en la que el agarre del actuador no se encuentra durante mucho tiempo y el vehículo ferroviario se opera en un estado en el que la comodidad de conducción se degrada junto con el agarre del actuador.

15 Un objeto de la presente invención, que se ha logrado en vista de las circunstancias anteriores, es proporcionar un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario capaz de auto-diagnosticarse y encontrar el agarre de un actuador, el dispositivo provoca un efecto de amortiguación en una vibración generada en un vehículo ferroviario por el movimiento de extensión / retracción del mismo en una etapa temprana.

20 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Como resultado de un examen muy dedicado para conseguir el objeto anterior, el presente inventor descubrió que para encontrar el agarre de un actuador en una etapa temprana, el diagnóstico de agarre que se realiza durante el funcionamiento de un vehículo ferroviario es efectivo, y además para realizar el diagnóstico de agarre con alta precisión incluso durante el funcionamiento, es eficaz evaluar un valor de desplazamiento de extensión / retracción del actuador con una cantidad total dentro de un período predeterminado, en lugar de un valor instantáneo.

25 La presente invención está definida por las características técnicas expuestas en la reivindicación 1 del producto independiente o la reivindicación 11 del método independiente y se consigue en base a tales descubrimientos, y el resumen de la misma reside en un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario que se describe a continuación.

30 La presente invención esta dirigida a un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario, que incluye un actuador dispuesto entre un conjunto chasis-ruedas y una carrocería de vehículo del vehículo ferroviario, el actuador que ajusta una vibración del vehículo ferroviario mediante el movimiento de extensión / retracción del mismo, y un controlador para controlar el movimiento de extensión / retracción del actuador, en el que el controlador determina la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción del actuador dentro de un período de tiempo predeterminado durante el funcionamiento del vehículo ferroviario, y compara la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción para determinar si el actuador está o no inmovilizado. Aquí, por ejemplo, la cantidad total obtenida de desplazamientos de extensión / retracción y un primer valor umbral registrado preliminarmente se comparan entre sí. En el caso en que la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción sea menor que el primer valor umbral, se determina que el actuador está bloqueado.

40 En el dispositivo de supresión de vibraciones anterior, es preferible que el actuador sea un actuador eléctrico para convertir el movimiento de rotación de un motor eléctrico en movimiento de extensión / retracción.

45 En el dispositivo de supresión de vibraciones anterior, es preferible un sensor para detectar el desplazamiento de extensión / retracción del actuador, un sensor para detectar la velocidad de extensión / retracción del actuador, o sensores para detectar aceleraciones en la dirección de extensión / retracción, siendo los sensores respectivamente provistos en el extremo del actuador en el lado del conjunto chasis-ruedas y en el extremo en el lado de la carrocería del vehículo a proporcionar; y para que el controlador determine la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción en base a las señales de detección del sensor o sensores.

50 En el caso del dispositivo de supresión de vibraciones que incluye estos sensores, es preferible que el controlador procese la señal de detección del sensor a través de un filtro de paso de banda y obtenga la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción en función de la señal procesada; o para procesar la señal de detección del sensor a través de un filtro de paso bajo, realice el proceso de restar un valor de punto cero registrado preliminarmente del sensor, y determine la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción en función de las señales procesadas.

55 En el dispositivo de supresión de vibraciones anterior, es deseable que el controlador obtenga la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción cuando una velocidad de funcionamiento del vehículo ferroviario excede una velocidad registrada preliminarmente.

60 En el dispositivo de supresión de vibraciones anterior, el controlador puede determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción del actuador, determinar la raíz cuadrada del valor medio de los cuadrados (valor RMS) de la aceleración de la vibración que actúa sobre la carrocería del vehículo en la misma

65

dirección que la dirección de extensión / retracción del actuador dentro del período de tiempo predeterminado, y utilizar la cantidad de desplazamiento de extensión / retracción total y el valor RMS de los datos de aceleración de la vibración para determinar si el actuador está o no bloqueado. Aquí, por ejemplo, la cantidad total determinada de desplazamientos de extensión / retracción y el primer valor umbral registrado preliminarmente se comparan entre sí y el valor RMS de los datos de aceleración de la vibración y un segundo valor umbral registrado preliminarmente se comparan entre sí. En el caso de que la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción sea menor que el primer valor umbral y el valor RMS de los datos de aceleración de la vibración sea mayor que el segundo valor umbral, se determina que el actuador está bloqueado.

En el dispositivo de supresión de vibraciones, se proporciona preferiblemente un sensor de aceleración de vibraciones para detectar la aceleración de vibraciones que actúa sobre la carrocería del vehículo en la misma dirección que la dirección de extensión / retracción del actuador; y es preferible que el controlador procese una señal de detección del sensor de aceleración de vibración a través de un filtro de paso de banda, y determine el valor RMS de las aceleraciones de vibración en función de la señal procesada.

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

De acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario de la presente invención, el diagnóstico de agarre de un actuador se puede realizar durante el funcionamiento de un vehículo ferroviario. Por lo tanto, el agarre del actuador se puede encontrar en una etapa temprana y remediarse rápidamente. Dado que la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción del actuador dentro de un período de tiempo predeterminado se adopta como una medida de evaluación del diagnóstico de agarre, el diagnóstico de agarre se puede realizar con alta precisión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de configuración de un vehículo ferroviario en el que está montado un dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra los procedimientos de diagnóstico de agarre de un actuador de acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo de los procedimientos del diagnóstico de agarre del actuador de acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

A continuación, se describirá en detalle una realización de un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario de la presente invención.

La figura 1 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de configuración de un vehículo ferroviario en el que está montado el dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención. Como se muestra en la figura, un vehículo en el ferrocarril incluye una carrocería 1 del vehículo, y conjunto chasis-ruedas 2 que soportan la carrocería 1 del vehículo en los lados delantero y trasero a lo largo de una dirección longitudinal, y corre sobre los rieles 3. Entre el conjunto chasis-ruedas 2 y la carrocería 1 del vehículo, está dispuesto en su lugar un actuador 5 capaz de extenderse y retraerse en una dirección lateral del vehículo.

El actuador 5 mostrado en la figura 1 es un actuador eléctrico en el que se forman ranuras roscadas en un eje 12 principal de un motor 11 eléctrico como el cuerpo principal, una tuerca 13 de tornillo de bola se enrosca en el eje 12 principal, y una barra 14 de forma coaxial con el eje 12 principal está fijada a la tuerca 13 del tornillo de bola. En el actuador 5, un extremo del lado del motor 11 eléctrico está acoplado a la carrocería 1 del vehículo del vehículo ferroviario, y el otro extremo del lado de la barra 14 está acoplado al conjunto chasis-ruedas 2 del vehículo ferroviario.

Entre el conjunto chasis-ruedas 2 y la carrocería 1 del vehículo, un regulador 6 de presión de fluido capaz de cambiar una fuerza de amortiguación está dispuesto en paralelo con el actuador 5. En las cuatro esquinas delante, detrás, izquierda y derecha, en la carrocería 1 del vehículo, se instalan sensores 7 de aceleración de vibración para detectar la aceleración de vibración en una dirección lateral. En la carrocería 1 del vehículo, se instala un controlador 4 para controlar las operaciones del actuador 5 y el regulador 6 de presión de fluido.

Durante el funcionamiento del vehículo, en el actuador 5, de acuerdo con la aceleración de la vibración de la carrocería 1 del vehículo detectada por los sensores 7 de aceleración de la vibración debido a la vibración generada, a través del comando del controlador 4, un ángulo de rotación del eje 12 principal del motor 11 eléctrico está controlado. De este modo, el movimiento de rotación del eje 12 principal del motor 11 eléctrico se convierte en movimiento lineal mediante un mecanismo del tornillo de bola y la barra 14 se extiende y retrae, de manera que el actuador 5 ejerce la vibración de la carrocería 1 del vehículo y al mismo tiempo, ajusta la fuerza de amortiguación del actuador para atenuar la vibración. En este momento, en el vehículo ferroviario que se muestra en la figura 1, el regulador 6 de presión de fluido también provoca un efecto de amortiguación de vibraciones.

En el ejemplo anterior, con el fin de suprimir la vibración en una dirección lateral del vehículo, como dispositivo de supresión de vibraciones, el actuador 5 está instalado de manera que sea extensible y retráctil en una dirección

lateral, y están instalados los sensores 7 de aceleración de vibración para detectar la aceleración de la vibración en sentido lateral. Sin embargo, las direcciones de instalación del actuador 5 y los sensores 7 de aceleración de la vibración se pueden cambiar para que coincidan con la dirección de una vibración de un objeto a suprimir, por ejemplo, la dirección longitudinal o la dirección vertical del vehículo. También se puede utilizar un actuador del tipo de presión como el actuador 5.

En el vehículo ferroviario en el que el dispositivo de supresión de vibraciones está montado de tal manera, el controlador 4 puede controlar la supresión de vibraciones con el actuador 5 anterior durante el funcionamiento, y al mismo tiempo, realizar el diagnóstico de agarre del actuador 5. A continuación, se describirán los procedimientos específicos del diagnóstico del agarre.

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra los procedimientos del diagnóstico de agarre del actuador de acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención. Durante el funcionamiento del vehículo ferroviario, se emplea un modo de diagnóstico bajo una condición establecida preliminarmente o por entrada directa de un conductor. En este momento, incluso cuando se cambia el modo de diagnóstico, se continúa el control de la supresión de la vibración por parte del actuador.

Después de cambiar el modo de diagnóstico, en el paso #5, el controlador determina si una velocidad V de funcionamiento del vehículo excede o no una velocidad V₀ de referencia especificada. La información de la velocidad de referencia V₀ se registra preliminarmente en el controlador, y la velocidad de funcionamiento V se puede adquirir de tal manera que el controlador reciba por transmisión desde un controlador de información del vehículo montado, por ejemplo, en un primer vehículo del ferrocarril o el controlador el mismo recibe pulsos de velocidad y realiza el cálculo. En el paso #5, la velocidad V₀ de referencia puede registrarse en el controlador de información del vehículo. En este caso, el controlador de información del vehículo puede comparar la velocidad V de funcionamiento y la velocidad V₀ de referencia y determinar si la velocidad V de funcionamiento excede o no la velocidad V₀ de referencia, y el controlador puede recibir un resultado de determinación de la misma por transmisión.

Cuando se determina que la velocidad V de funcionamiento excede la velocidad V₀ de referencia en el paso #5, el proceso avanza al paso #10, y el controlador calcula la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador dentro de un período T de tiempo predeterminado. La cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción se puede obtener por cualquiera de los siguientes métodos (1) a (3).

(1) Se proporciona un sensor de desplazamiento para detectar un desplazamiento de extensión / retracción de la barra del actuador. El controlador muestrea una señal de detección de un desplazamiento x_i de extensión / retracción que se emite desde el sensor de desplazamiento para cada ciclo Δt predeterminado dentro del período T predeterminado, y como se muestra en la siguiente ecuación (a), calcula la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción de la suma de las diferencias de los desplazamientos x_i de extensión / retracción muestreados.

[Ecuación 1]

$$X = \sum_i x_{i+1} - x_i \dots (a)$$

(2) Se proporciona un sensor de velocidad para detectar una velocidad de extensión / retracción de la barra del actuador. El controlador muestrea una señal de velocidad v_i que se emite desde el sensor de velocidad para cada ciclo Δt predeterminado dentro del período T predeterminado, y como se muestra en la siguiente ecuación (b), multiplica la velocidad v_i muestreada por el ciclo Δt de muestreo, y calcula la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción de la suma.

[Ecuación 2]

$$X = \sum_i v_i \Delta t \dots (b)$$

En el caso de que el actuador eléctrico se use como actuador, se puede aplicar un dispositivo de resolución para detectar el número de revoluciones del motor eléctrico como sensor de velocidad. La velocidad v_i de extensión / retracción de la barra del actuador se puede calcular mediante la siguiente ecuación (c) a partir del número de revoluciones r_i [rpm] que se emite desde el dispositivo de resolución en el momento del muestreo y el recorrido L [m] del tornillo de bola.

[Ecuación 3]

$$v_i = \frac{r_i}{60} L \text{ [m/s]} \dots (c)$$

(3) Los sensores de aceleración para detectar aceleraciones en la dirección de extensión y retracción se proporcionan respectivamente en el extremo del actuador en el lado de la barra y en el extremo en el lado del cuerpo principal. El controlador muestrea señales de detección de aceleraciones α_i , β_i que salen de los sensores de aceleración para cada ciclo Δt predeterminado dentro del período de tiempo T predeterminado, y como se muestra en la siguiente ecuación (d), multiplica una diferencia entre las aceleraciones α_i , β_i muestreadas por el cuadrado del ciclo Δt de muestreo, y calcula la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción a partir de la suma.

[Ecuación 4]

$$X = \sum_i (\alpha_i - \beta_i) \Delta t^2 \dots (d)$$

Después de que la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador se calcula en el paso #10, el proceso avanza hacia el paso #15, y el controlador determina si la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción es o no menor que un valor (primer valor umbral) X_0 umbral especificado. La información del primer valor X_0 umbral se registra preliminarmente en el controlador. Cuando se determina que la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción es menor que el primer valor X_0 umbral en el paso #15, en este caso, no se puede considerar que el actuador debería haberse extendido o retraído, aunque el control de la supresión de la vibración por parte del actuador se realiza dentro del período de tiempo T predeterminado. Por lo tanto, el controlador determina que el actuador está bloqueado, notifica la situación de bloqueo generando una alarma, mostrando una nota de mal funcionamiento en el panel de operación de un asiento del conductor, o similar en el paso #20, y completa el diagnóstico.

Mientras tanto, cuando se determina que la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción no es menor que el primer valor X_0 umbral en el paso #15, en este caso, se puede considerar que el actuador debería haber funcionado suficientemente y debería ser normal. Por lo tanto, el controlador no genera alarma, muestra una nota de buen funcionamiento en el panel de operación del asiento del conductor, o similar.

De tal manera, de acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención, el diagnóstico de agarre del actuador se puede realizar durante el funcionamiento en operación de servicio del vehículo ferroviario. Por lo tanto, el agarre del actuador puede encontrarse en una etapa temprana y remediarse rápidamente. Por lo tanto, se evita una situación en la que el vehículo ferroviario se opera mientras la comodidad de conducción se degrada durante mucho tiempo. Dado que la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador dentro del período de tiempo predeterminado se adopta como una medida de evaluación del diagnóstico de agarre, el diagnóstico de agarre se puede realizar con alta precisión. Esto se debe a que, incluso en el caso de que el actuador funcione bien, una pequeña vibración generada en el vehículo provoca un pequeño movimiento de extensión / retracción en el actuador, de modo que la evaluación por una cantidad instantánea de desplazamiento de extensión / retracción del actuador no puede determinar de forma precisa si el bloqueo debe ocurrir.

En la realización anterior, cuando la velocidad V de funcionamiento del vehículo ferroviario excede la velocidad V_0 de referencia, se calcula la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador. Esto se debe a la siguiente razón. En el caso de una velocidad V de funcionamiento baja, incluso cuando la operación del actuador es normal, el movimiento de extensión / retracción del actuador es pequeño debido a una pequeña vibración generada en el vehículo y, en consecuencia, la cantidad de desplazamiento total de extensión / retracción se vuelve pequeña. Por lo tanto, cuando se evalúa la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción con una velocidad V de funcionamiento baja, puede ocurrir que no se determine con precisión el bloqueo. Por lo tanto, para evitar una determinación defectuosa del agarre, es deseable que la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción se obtenga y evalúe cuando la velocidad V de funcionamiento sea rápida, superior a la velocidad V_0 de referencia.

En el momento de obtener la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador por los métodos anteriores (1) a (3), las señales de detección del sensor de desplazamiento, el sensor de velocidad y los sensores de aceleración generalmente contienen ruidos que no se relacionan con el movimiento de extensión / retracción del actuador. Por lo tanto, es preferible que se realice el proceso para eliminar los ruidos. Entre las señales de detección de los sensores, un ancho de banda de una frecuencia natural por el actuador entre la carrocería del vehículo y el conjunto chasis-ruedas se relaciona directamente con el movimiento de extensión / retracción del actuador. Los ruidos se pueden eliminar mediante los siguientes procesos (A) o (B).

(A) Por el controlador, la señal de detección del sensor se procesa a través de un filtro de paso de banda. El filtro de banda bloquea un ancho de banda de baja frecuencia y un ancho de banda de alta frecuencia fuera del ancho de banda de la frecuencia natural mediante el actuador. Se incluye un circuito del filtro de paso de banda en el controlador.

(B) Por el controlador, la señal de detección del sensor se procesa a través de un filtro de paso bajo y se realiza un proceso de restar un valor de punto cero del sensor. El filtro de paso bajo bloquea el ancho de banda de alta frecuencia fuera del ancho de banda de la frecuencia natural mediante el actuador. Se incluye un circuito del filtro de paso bajo en el controlador y la información del valor de punto cero del sensor se registra preliminarmente en el controlador.

- 5 La velocidad V_0 de referencia anterior del vehículo ferroviario, el primer valor X_0 umbral que sirve como referencia de evaluación de la cantidad X de desplazamiento de extensión / retracción, el período de tiempo T de muestreo para obtener la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción, el ciclo Δt , y el ancho de banda de frecuencia bloqueado en el momento de filtrar la señal de detección del sensor depende del tipo de vehículo y un entorno de funcionamiento. Por lo tanto, se realiza una prueba de ejecución por adelantado para determinar adecuadamente los valores anteriores.
- 10 Por ejemplo, en el caso de un tren bala Shinkansen, 160 [Km/h] se puede adoptar como la velocidad V_0 de referencia, y por ejemplo, 5 [mm] se puede adoptar como el primer valor X_0 umbral (5 [seg] como el período de muestreo de tiempo T y 5 [mseg] como el ciclo de muestreo Δt). La razón por la cual la velocidad V_0 de referencia es 160 [Km/h] es porque cuando la velocidad excede 160 [Km/h], la vibración generada en el vehículo generalmente aumenta de forma radical, y el movimiento de extensión / retracción del actuador también se incrementa. La razón por la cual el primer valor X_0 umbral es 5 [mm] se basa en el hecho de que el rendimiento real de la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción durante el funcionamiento a velocidades superiores a 160 [Km/h] fue de 10 [mm] o más en el caso de que el actuador funcionase bien, en consideración a un factor de seguridad, es apropiado que la mitad de 10 [mm] sirva como el rendimiento real para ser establecido como el primer valor X_0 umbral.
- 15
- 20 Es preferible que el período de tiempo T de muestreo esté dentro de un rango desde 1 a 20 [seg] y el ciclo Δt sea de 10 [mseg] o menos. Cuando el período de tiempo T de muestreo es demasiado corto, la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción disminuye independientemente del estado de funcionamiento del actuador. Por otro lado, cuando el período de tiempo de muestreo es demasiado largo, el diagnóstico dura mucho tiempo. Mientras tanto, cuando el ciclo de muestreo es demasiado largo, no se puede medir el ancho de banda de la frecuencia natural entre la carrocería del vehículo y el conjunto chasis-ruedas. Como una operación específica, el período de tiempo T de muestreo puede ser 5 [seg] y el ciclo Δt de muestreo puede ser 5 [mseg].
- 25
- 30 El ancho de banda de la frecuencia natural del actuador entre la carrocería del vehículo y el conjunto chasis-ruedas es de aproximadamente 0,5 a 3 Hz que es casi lo mismo que en el tren bala Shinkansen u otros vehículos. El ancho de banda de frecuencia bloqueado en el momento del filtrado del ancho de banda anterior puede ser, por ejemplo, 0,1 Hz o menos y 5 Hz o más en el filtro de paso de banda y 5 Hz o más en el filtro de paso bajo.
- 35 El diagnóstico de agarre mostrado en la figura 2 considera que la vibración de la carrocería se genera dependiendo del tipo de vehículo y el entorno de funcionamiento. Sin embargo, estrictamente hablando, la vibración de la carrocería del vehículo también se genera debido a la compensación de la vía. Por lo tanto, la generación de la vibración de la carrocería del vehículo también depende del estado de la vía de una ruta. Por lo tanto, en el caso de que la vía tenga el tamaño normal según lo dispuesto y la compensación de la vía es extremadamente pequeña, la vibración generada en el vehículo se reduce independientemente de la velocidad de funcionamiento del vehículo y, en consecuencia, la cantidad total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador también disminuye. Por lo tanto, se produce una situación en la que el agarre de determina de manera falsa. Para hacer frente a tal situación, el primer valor X_0 umbral que sirve como referencia de evaluación de la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción puede determinarse para cada sección de la ruta y registrarse individualmente realizando una prueba de funcionamiento por adelantado. Sin embargo, en este caso, la prueba de funcionamiento es necesaria para toda la ruta y la gestión del valor umbral de vuelve complicada.
- 40
- 45 En la presente invención, con el fin de descartar una condición en el caso en que el desplazamiento de la vía es pequeño, como medida de determinación de la generación de agarre, se puede añadir una generación de la vibración que actúa sobre la carrocería del vehículo al que está acoplado el actuador. A continuación, se describirán los procedimientos específicos del diagnóstico de agarre.
- 50
- 55 La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra otro ejemplo de los procedimientos del diagnóstico de agarre del actuador de acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones de la presente invención. En comparación con el diagnóstico de agarre mostrado en la figura 2, el diagnóstico de agarre mostrado en la figura tiene puntos en común excepto que la medida de determinación de la generación de agarre es en parte diferente. Cabe señalar que en la figura 3, los mismos pasos que los que se muestran en la figura 2 reciben los mismos números de paso.
- 60 Cuando se determina que la velocidad V de funcionamiento excede la velocidad V_0 de referencia en el paso #5, el proceso avanza hacia el paso #10, y el controlador calcula la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador dentro del período de tiempo T predeterminado. Al mismo tiempo, en el paso #12, el controlador calcula el valor de la raíz cuadrada del valor medio de los cuadrados (valor RMS) Y de los datos de aceleración que actúan sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral dentro del período de tiempo T predeterminado. El valor RMS Y de los datos de aceleración de la vibración se puede obtener mediante el método siguiente.
- 65 Como se muestra en la figura 1, para el propósito original del dispositivo de supresión de vibraciones, los sensores 7

de aceleración de vibraciones se proporcionan en la carrocería 1 del vehículo. El controlador muestrea señales de detección de aceleraciones de vibración que salen de los sensores 7 de aceleración de vibración para cada ciclo Δt predeterminado dentro del período de tiempo T predeterminado, calcula el cuadrado de las aceleraciones de vibración muestreadas, y luego encuentra la media aritmética y la raíz cuadrada de las mismas para adquirir el valor RMS Y de los datos de aceleración de vibración.

Después de que la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción del actuador se calcula en el paso #10 y además el valor RMS Y de los datos de aceleración de vibración de la carrocería del vehículo se calcula en el paso #12, el proceso avanza hacia el paso #15, y el controlador determina si la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción es o no menor que el primer valor V_0 umbral. Cuando se determina que la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción es menor que el primer valor X_0 umbral en el paso #15, en este caso, se puede considerar que el movimiento de extensión / retracción del actuador es pequeño aunque el control de la supresión de la vibración por parte del actuador se realiza dentro del período de tiempo T predeterminado. Por lo tanto, el controlador determina principalmente que existe un riesgo de que el actuador pueda ser bloqueado, y el proceso avanza hacia el paso #17.

En el paso #17, el controlador determina si el valor RMS Y de los datos de aceleración de vibración es mayor o no que un valor umbral especificado (segundo valor umbral) Y_0 . La información del segundo valor Y_0 umbral se registra preliminarmente en el controlador. Cuando se determina que el valor RMS Y de los datos de aceleración de vibración es mayor que el segundo valor Y_0 umbral en el paso #17, en este caso, no se puede considerar que el actuador debería haberse extendido y retraído, aunque el control de la supresión de vibración es requerido por parte del actuador para atenuar una vibración intensiva dentro del período de tiempo T predeterminado. Por lo tanto, el controlador finalmente determina que el actuador está bloqueado, y el proceso avanza hacia el paso #20. El controlador notifica la generación de bloqueo en el paso #20 y completa el diagnóstico.

Mientras tanto, en el caso donde se determina que la cantidad X total de desplazamiento de extensión / retracción no es menor que el primer valor X_0 umbral en el paso #15 o en el caso donde se determina que el valor RMS Y de los datos de aceleración de vibración no es mayor que el segundo valor Y_0 umbral en el paso #17, se puede considerar que el actuador está suficientemente operado y funciona bien. Por lo tanto, el controlador no genera alarma, muestra una nota de buen funcionamiento en el panel de operación del asiento del conductor, o similar.

Aquí, en el momento de obtener el valor RMS de las aceleraciones de vibración de la carrocería del vehículo, las señales de detección de los sensores de aceleración de vibración instalados en la carrocería del vehículo generalmente contienen ruidos. Por lo tanto, así pues una vez obtenida la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción del actuador descrito anteriormente, es preferible que el proceso de eliminación de los ruidos se realice en las señales de detección. Por ejemplo, mediante el controlador, la detección de señales de los sensores de aceleración de la vibración pueden procesarse a través de un filtro de paso de banda. En este caso, el ancho de banda de frecuencia bloqueado en el momento del filtrado puede ser 0,1 Hz o menos y 5 Hz o más.

El segundo valor Y_0 umbral que sirve como una referencia de evaluación del valor RMS Y de los datos de aceleración de vibración depende de la compensación de la vía además del tipo de vehículo y el entorno de funcionamiento. Por lo tanto, el segundo valor Y_0 umbral puede determinarse no solo realizando la prueba de funcionamiento de antemano sino también realizando un análisis de simulación tridimensional en el que la compensación de la vía de la ruta, las especificaciones del vehículo, y similares estén reflejados. Por ejemplo, en un caso de suposición del tren bala Shikansen, en una simulación en la que se utiliza un modelo de análisis tridimensional en el que se realiza una conexión rígida entre la carrocería del vehículo y el conjunto chasis-ruedas y la compensación de la vía se introduce como una variable, cuando la aceleración de la vibración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral se procesa a través del filtro de paso para bloquear la frecuencia de 0,1 Hz o menos y 5 Hz o más, y el valor RMS se calcula cada 5 segundos (período T de muestreo), el valor se convierte en 0,2 [m/s^2] como mínimo. A partir de este resultado de simulación, para una operación específica, el segundo valor Y_0 umbral puede ser 0,2 [m/s^2].

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

De acuerdo con el dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario de la presente invención, el agarre de un actuador se puede encontrar con alta precisión en una etapa temprana y por lo tanto se puede remediar rápidamente. Como resultado, se evita que un vehículo ferroviario se opere mientras se degrada la comodidad durante mucho tiempo. Por lo tanto, la presente invención es bastante útil para la operación cómoda de un vehículo ferroviario.

LISTA DE SEÑALES DE REFERENCIA

- 1: carrocería del vehículo
- 2: conjunto de chasis-ruedas
- 3: carril
- 4: controlador
- 5: actuador
- 6: regulador de presión de fluido

- 7: sensor de aceleración de vibración
 - 11: motor eléctrico
 - 12: eje principal
 - 13: tuerca de tornillo de bola
 - 14: barra
- 5

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario, dispositivo que comprende:

5 un actuador (5) adaptado para estar dispuesto entre un conjunto chasis-ruedas (2) y una carrocería de
 vehículo (1) del vehículo ferroviario, el actuador que ajusta una vibración del vehículo ferroviario mediante un
 movimiento de extensión / retracción del mismo; y
 un controlador (4) para controlar el movimiento de extensión / retracción del actuador (5), en el que
 10 el controlador (4) que está configurado para determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión /
 retracción del actuador (5) dentro de un período de tiempo predeterminado durante el funcionamiento del
 vehículo ferroviario, y para comparar la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción con un
 primer valor umbral para determinar si el actuador (5) está bloqueado.

15 2. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según la reivindicación 1, **caracterizado
 por que**
 el actuador (5) es un actuador eléctrico para convertir el movimiento de rotación de un motor (11) eléctrico en un
 movimiento de extensión / retracción.

20 3. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** comprende:
 un sensor para detectar el desplazamiento de extensión / retracción del actuador (5), en el que
 el controlador (4) está configurado para determinar la cantidad total de los desplazamientos de extensión /
 25 retracción en base a las señales de detección del sensor.

4. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** comprende:
 un sensor para detectar la velocidad de extensión / retracción del actuador (5), en el que
 30 el controlador está configurado para determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción
 en base a las señales de detección del sensor.

5. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** comprende:
 35 sensores para detectar aceleraciones en una dirección de extensión / retracción, estando los sensores
 provistos respectivamente en el extremo del actuador (5) sobre el lado del conjunto chasis-ruedas y en el
 extremo sobre el lado de la carrocería del vehículo, en el que
 el controlador (4) está configurado para determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión /
 40 retracción en base a las señales de detección de los sensores.

6. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que**
 45 el controlador (4) está configurado para procesar la señal de detección del sensor a través de un filtro de paso de
 banda y para determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción en base a las señales
 procesadas.

7. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que**
 50 el controlador (4) está configurado para procesar la señal de detección del sensor a través de un filtro de paso bajo,
 para realizar el proceso de restar un valor de punto cero registrado preliminarmente del sensor, y para determinar la
 cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción en base a las señales procesadas.

8. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que**
 55 el controlador (4) está configurado para determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción
 cuando una velocidad de funcionamiento del vehículo ferroviario excede una velocidad registrada preliminarmente.

9. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las
 reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que**
 60 el controlador (4) está configurado para determinar la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción del
 actuador, para determinar el valor de la raíz cuadrada del valor medio de los cuadrados (valor RMS) de los datos de
 aceleración de la vibración que actúa sobre la carrocería del vehículo en la misma dirección que la dirección de
 extensión / retracción del actuador (5) dentro del período de tiempo predeterminado, y para utilizar la cantidad total
 65 de desplazamientos de extensión / retracción y el valor RMS de los datos de aceleración de la vibración para
 determinar si el actuador (5) está bloqueado.

10. El dispositivo de supresión de vibraciones para un vehículo ferroviario según la reivindicación 9, **caracterizado por:**

5 un sensor (7) de aceleración de la vibración para detectar la aceleración de la vibración que actúa sobre la carrocería del vehículo en la misma dirección que la dirección de extensión / retracción del actuador, en el que
10 el controlador (4) está configurado para procesar una señal de detección del sensor (7) de aceleración de la vibración a través de un filtro de paso de banda, y para determinar el valor RMS de los datos de aceleración de la vibración en base a las señales procesadas.

11. Un método para suprimir vibraciones en un vehículo ferroviario, método que comprende:

15 ajustar una vibración del vehículo ferroviario mediante el control del movimiento de extensión / retracción de un actuador (5) dispuesto entre un conjunto chasis-ruedas (2) y una carrocería de vehículo (1) del vehículo ferroviario que utiliza un controlador (4);
20 determinar una cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción del actuador (5) dentro de un período de tiempo predeterminado durante el recorrido del vehículo ferroviario; y
determinar si el actuador (5) está bloqueado mediante la comparación de la cantidad total de desplazamientos de extensión / retracción con un primer valor umbral.

FIG. 1

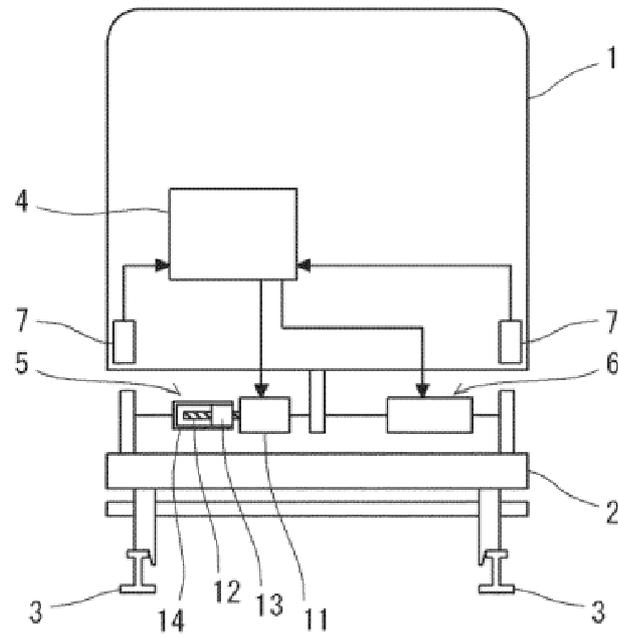


FIG. 2

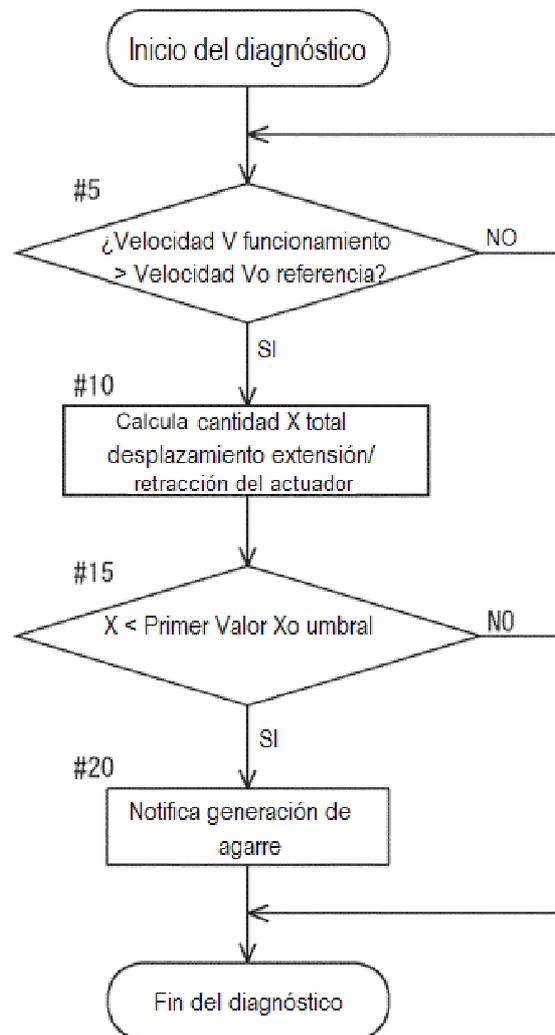


FIG. 3

