

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 769**

51 Int. Cl.:

B61F 5/24 (2006.01)

B61F 5/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2011 PCT/JP2011/004646**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12026103**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2011 E 11819579 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 2610129**

54 Título: **Dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios y método de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para vehículos ferroviarios**

30 Prioridad:

25.08.2010 JP 2010188368

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

14.12.2020

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 2 798 769 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 estimación de la aceleración de componentes vibratorios y método de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para vehículos ferroviarios

5 CAMPO TÉCNICO
 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería de un vehículo en una dirección lateral cuando un vehículo ferroviario circula en una sección curva, particularmente a un dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios y a un
 10 método de estimación de la aceleración de un componente vibratorio para un vehículo ferroviario adecuado para el caso en que el vehículo ferroviario tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

15 En un vehículo ferroviario como un tren bala Shinkansen, durante el funcionamiento, en asociación con la imposición de varios tipos de aceleración de vibración, tales como oscilación y balanceo, se genera una vibración en una dirección lateral. Dado que la vibración deteriora la comodidad del desplazamiento, se monta un dispositivo de supresión de la vibración en un vehículo ferroviario general, de modo que se dispone un colchón de aire, un resorte helicoidal, un amortiguador y/o similar entre la carrocería del vehículo y un bogie para absorber el impacto que recibe la carrocería del vehículo desde el bogie, y se dispone un activador capaz de extenderse y retraerse en una dirección lateral para
 20 atenuar la vibración de la carrocería del vehículo.

Como el activador, se adoptan un activador del tipo de presión de fluidos con presión neumática o presión hidráulica como fuerza motriz, un activador eléctrico con energía eléctrica como fuerza motriz y similar. En el activador, un cuerpo principal está acoplado a cualquiera de los lados del bogie y los lados de la carrocería del vehículo, y una varilla móvil está acoplada al otro lado. Al detectar la aceleración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral mediante un sensor de aceleración y extrayendo y retrayendo una varilla en asociación con la aceleración detectada, el activador hace que la carrocería del vehículo vibre y, al mismo tiempo, ajusta una fuerza de amortiguación del activador para atenuar la vibración.

30 Cuando el vehículo ferroviario circula en una sección curva, no solo un componente vibratorio para generar la vibración en la carrocería del vehículo, sino también un componente de estado estacionario que actúa de forma constante sobre la carrocería del vehículo atribuible a una fuerza centrífuga se superpone a la aceleración detectada por el sensor de aceleración. Por lo tanto, cuando el movimiento de extensión/retracción del activador se controla basándose solo en una salida procedente del sensor de aceleración, existe el riesgo de que la vibración de la carrocería del vehículo no se pueda suprimir de manera efectiva.
 35

Como técnica para resolver este problema en la técnica anterior, por ejemplo, la Bibliografía de patente 1 describe un dispositivo de estimación de la aceleración de componente vibratoria y un método de estimación de la aceleración de componente vibratoria para, con un amortiguador capaz de cambiar una fuerza de amortiguación para suprimir una vibración que es adoptada por la carrocería de un vehículo, estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo para realizar un control skyhook semiactivo sobre el amortiguador cuando un vehículo ferroviario circula en una sección curva.
 40

El dispositivo de estimación descrito en la Bibliografía de patente 1 incluye un medio de detección para detectar la aceleración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral, un medio de cálculo de la aceleración centrífuga teórica αL excesiva para que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral basado en la información de la pista en un punto de circulación del vehículo ferroviario y una velocidad de circulación del vehículo ferroviario, y un medio de cálculo de la aceleración de la vibración para determinar la aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo en función de la aceleración detectada por el medio de detección y la aceleración centrífuga teórica αL en exceso determinada por los medios de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva. En el dispositivo de estimación y el método de estimación descritos en la Bibliografía de patente 1, la determinación de la aceleración centrífuga teórica αL excesiva se realiza de manera diferente entre el caso en que el vehículo ferroviario está provisto de un mecanismo basculante de la carrocería del vehículo que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo para inclinar la carrocería del vehículo con relación a un bogie y el caso en el
 50 que el vehículo ferroviario es un vehículo que no se inclina que no tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo, y se utiliza la siguiente Ecuación (a) o (b).
 55

En un caso con el mecanismo basculante de la carrocería del vehículo:

60
$$\alpha L = D \times (V^2/R - g \times C/G \times \beta - g \times \theta) \quad \dots (a)$$

en el caso de la carrocería del vehículo sin función basculante:

65
$$\alpha L = D \times (V^2/R - g \times C/G \times \beta) \quad \dots (b)$$

en donde en las ecuaciones anteriores (a) y (b), D representa un signo positivo o negativo que muestra la dirección de curvatura, V denota una velocidad de circulación, R denota un radio de curvatura de la vía, g denota la aceleración gravitacional, C denota una cantidad de peralte de la vía, G denota un ancho de vía, β denota un coeficiente de curvatura y θ denota un ángulo de inclinación de la carrocería del vehículo en relación con el bogie.

5 LISTA DE CITAS

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTES

Bibliografía de patente 1 Publicación de solicitud de patente japonesa N.º 2009-40081

10 COMPENDIO DE LA INVENCION

PROBLEMA TÉCNICO

15 Sin embargo, en el dispositivo de estimación y el método de estimación descritos en la Bibliografía de patente 1, en el caso del vehículo ferroviario que tiene el dispositivo basculante de la carrocería del vehículo, la Ecuación (a) anterior se usa para determinar la aceleración centrífuga teórica excesiva. Por lo tanto, se requieren muchos parámetros de referencia y las ecuaciones son complicadas. Por lo tanto, existe la necesidad de una memoria de gran capacidad para almacenar una gran cantidad de parámetros, de modo que la configuración del sistema se vuelva complicada y a gran escala.

20 Un objeto de la presente invención, que se ha logrado en vista de las circunstancias anteriores, es proporcionar un dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios y un método de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para un vehículo ferroviario capaz de estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre un carrocería del vehículo en dirección lateral con una configuración de sistema simple para suprimir una vibración generada en la carrocería del vehículo en una dirección lateral cuando el vehículo ferroviario que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo circula en una sección curva.

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

30 Como resultado de las repetidas pruebas de circulación de un vehículo real y del examen de un nivel de supresión de vibraciones cambiando de forma diversa una ecuación de una aceleración centrífuga teórica αL excesiva en una sección curva para lograr el objeto anterior, el presente inventor descubrió que en el caso en que se opera el dispositivo basculante de la carrocería del vehículo, siempre que se establezca un coeficiente de corrección adecuado en la ecuación de la aceleración centrífuga teórica αL excesiva, el efecto de supresión de vibración casi no cambia incluso sin considerar estrictamente un ángulo de inclinación θ de la carrocería del vehículo. Se supone que se debe a que, dado que el ángulo de inclinación θ de la carrocería del vehículo es tan pequeño como aproximadamente 2° como máximo y una velocidad V de circulación para operar el dispositivo basculante de la carrocería del vehículo es tan rápida como de, por ejemplo, 275 [km/h] o más en el caso de un tren bala Shinkansen, la influencia del ángulo de inclinación θ de la carrocería del vehículo es mucho menor que la de la velocidad V de circulación al calcular la aceleración centrífuga teórica αL excesiva.

40 La presente invención se logra en base a tales hallazgos, y sus compendios se apoyan en un dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para un vehículo ferroviario que se muestra a continuación (1), y un método de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para un vehículo ferroviario que se muestra a continuación (2)

45 (1) La presente invención se refiere a un dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para un vehículo ferroviario para estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre una carrocería del vehículo en una dirección lateral cuando el vehículo ferroviario que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo circula en una sección curva, que incluye : un medio de detección de la aceleración para detectar la aceleración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral; un medio de cálculo de la aceleración centrífuga teórica en exceso para adquirir información de la vía en una ubicación de circulación del vehículo ferroviario, una velocidad de circulación del vehículo ferroviario e información de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo y calcular una aceleración centrífuga teórica αL excesiva que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral basada en la siguiente Ecuación (1) o (2); y un medio de cálculo de la aceleración de la vibración para deducir la aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo basándose en la aceleración detectada por el medio de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga teórica αL excesiva determinada por el medio de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva,

60 en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo es ACTIVADA:

$$\alpha L = \eta_{\text{ACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (1)$$

65 en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté DESACTIVADA:

$$\alpha L = \eta_{\text{DESACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (2)$$

5 donde en las ecuaciones anteriores (1) y (2), η_{ACTIVADA} y $\eta_{\text{DESACTIVADA}}$ denotan coeficientes de corrección, V denota una velocidad de circulación, R denota un radio de curvatura de la vía, g denota la aceleración gravitacional, C denota la cantidad de peralte de la vía y G denota un ancho de vía.

10 En el dispositivo de estimación anterior, es preferible que el medio de cálculo de la aceleración de vibración calcule una diferencia entre la aceleración detectada por el medio de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga teórica αL excesiva determinada por el medio de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para deducir la aceleración del componente vibratorio.

15 En el dispositivo de estimación anterior, es preferible que el medio de cálculo de la aceleración de la vibración procese adicionalmente una señal que indica la aceleración derivada del componente vibratorio a través de un filtro de paso alto.

20 (2) La presente invención también se refiere a un método para un vehículo ferroviario para estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral cuando el vehículo ferroviario que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo circula en una sección curva, que incluye: una etapa de detección de la aceleración para detectar la aceleración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral; una etapa de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para adquirir información sobre la vía en un punto de circulación del vehículo ferroviario, una velocidad de circulación del vehículo ferroviario e información de ACTIVADA/DESACTIVADA de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo, y calcular la aceleración centrífuga teórica αL excesiva que actúa sobre el carrocería del vehículo en una dirección lateral basada en la siguiente Ecuación (1) o (2); y una etapa de cálculo de la aceleración de vibración para deducir la aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo en función de la aceleración detectada en la etapa de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga teórica αL excesiva determinada en la etapa de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva,

25 en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté ACTIVADA:

$$\alpha L = \eta_{\text{ACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (1)$$

30 en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté DESACTIVADA:

$$\alpha L = \eta_{\text{DESACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (2)$$

35 donde en las ecuaciones anteriores (1) y (2), η_{ACTIVADA} y $\eta_{\text{DESACTIVADA}}$ denotan coeficientes de corrección, V denota una velocidad de circulación, R denota un radio de curvatura de la vía, g denota la aceleración gravitacional, C denota la cantidad de peralte de la vía y G denota un ancho de vía.

40 En el método de estimación anterior, es preferible que, en la etapa de cálculo de la aceleración de vibración, se calcule una diferencia entre la aceleración detectada en la etapa de detección de aceleración y la aceleración centrífuga αL teórica excesiva determinada en la etapa de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para obtener la aceleración del componente vibratorio.

45 En el método de estimación anterior, es preferible que, en la etapa de cálculo de la aceleración de vibración, se procese adicionalmente una señal que indique la aceleración derivada del componente vibratorio a través de un filtro de paso alto.

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

50 De acuerdo con el dispositivo de estimación de aceleración de componente vibratorio y el método de estimación de aceleración de componente vibratorio para un vehículo ferroviario de la presente invención, incluso en el caso en que la inclinación de la carrocería del vehículo se realiza cuando el vehículo ferroviario circula en una sección curva, se usa la ecuación sin hacer referencia al ángulo de inclinación de la carrocería del vehículo (la ecuación (1) anterior) para determinar una aceleración centrífuga teórica excesiva para suprimir la vibración generada en la carrocería del vehículo en una dirección lateral. Por lo tanto, en comparación con la ecuación de la técnica anterior (la Ecuación (a) mencionada anteriormente), el ángulo de inclinación de la carrocería del vehículo se puede eliminar de los parámetros y se simplifica la ecuación. Por lo tanto, se puede reducir la capacidad requerida de una memoria para almacenar los parámetros, de modo que se simplifica la configuración del sistema. La aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo se puede obtener con precisión en función de la aceleración centrífuga teórica excesiva calculada y la supresión de la vibración de la carrocería del vehículo se puede realizar utilizando la aceleración obtenida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[FIG. 1] 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 estimación de la aceleración de componente vibratorio de la presente invención.

5 [FIG. 2] La figura 2 es una vista esquemática que muestra la vía que incluye una sección curva como un ejemplo de la vía sobre la que circula el vehículo ferroviario.

[FIG. 3] La figura 3 es una tabla que muestra un ejemplo de un mapa en el que la información de la vía se asocia con puntos de circulación.

10 [FIG. 4] Las figuras 4 son vistas esquemáticas que muestran cada una el estado del vehículo ferroviario que circula en una sección curva; mientras que la figura 4 (a) muestra un caso en el que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo está ACTIVADA, y mientras que la figura 4 (b) muestra un caso en el que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo está DESACTIVADA.

[FIG. 5] La figura 5 es un gráfico que muestra un ejemplo del comportamiento de la aceleración centrífuga teórica excesiva en el momento en que circula en una sección curva.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

En lo sucesivo, se describirá con detalle una realización de un dispositivo de estimación de la aceleración de componente vibratorio y un método de estimación de la aceleración de componente vibratorio para un vehículo ferroviario de la presente invención.

20 La figura 1 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de configuración del vehículo ferroviario en el que está montado el dispositivo de estimación de aceleración de componente vibratorio de la presente invención. Como se muestra en la figura, un vehículo ferroviario incluye una carrocería 1 del vehículo y un bogie 2 que soporta la carrocería 1 del vehículo en los lados delantero y trasero de este, y circula sobre rieles 4. La carrocería 1 del vehículo está soportada elásticamente por colchones 5 de aire dispuestos entre la carrocería del vehículo y el bogie 2, y el bogie 2 está soportado elásticamente por muelles de eje 6 dispuestos entre el bogie y un eje 3. Entre el bogie 2 y la carrocería 1 del vehículo se proporciona un activador 7 que se puede extender y retraer en una dirección lateral del vehículo.

30 El activador 7 mostrado en la figura 1 es un activador eléctrico en el que se forman ranuras roscadas en un eje principal 22 de un motor eléctrico 21 en el lado principal del cuerpo, una tuerca 23 de tornillo de bolas se enrosca en el árbol principal 22 y una varilla 24 de manera coaxial al árbol principal 22 está fijada a la tuerca 23 de tornillo de bolas. En el activador 7, un extremo en el lado del motor eléctrico 21 está acoplado a la carrocería 1 del vehículo del vehículo ferroviario, y el otro extremo en el lado de la varilla 24 está acoplado al bogie 2 del vehículo ferroviario.

35 Entre el bogie 2 y la carrocería 1 del vehículo se dispone en paralelo con el activador 7 un amortiguador 8 de presión de fluido capaz de cambiar una fuerza de amortiguación. En las cuatro esquinas delante y detrás, derecha e izquierda de la carrocería 1 del vehículo se instalan sensores 9 de la aceleración para la detección de la aceleración de vibración que actúa sobre la carrocería 1 del vehículo en dirección lateral.

40 Además, en la carrocería 1 del vehículo se instala un controlador 10 de supresión de vibraciones para controlar las operaciones del activador 7 y del amortiguador 8 de presión de fluido y ordenar el control de la supresión de vibraciones. El controlador 10 de supresión de vibraciones incluye una unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva, una unidad 12 de cálculo de la aceleración de vibración y una unidad 13 de control de vibración. La unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva adquiere información sobre la vía en un punto de circulación del vehículo ferroviario, una velocidad de circulación del vehículo ferroviario e información de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo y calcula la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva que actúa sobre la carrocería 1 del vehículo en una dirección lateral. La unidad 12 de cálculo de la aceleración de vibración obtiene la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería 1 del vehículo basándose en la aceleración detectada por los sensores 9 de aceleración y la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva determinada por la unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva. La unidad 13 de control de la vibración envía una señal de activación para controlar principalmente el funcionamiento del activador 7 en función de la aceleración del componente vibratorio que se emite desde la unidad 12 de cálculo de la aceleración de vibración.

55 Durante la circulación del vehículo, en el activador 7, de acuerdo con la aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería 1 del vehículo, a través de un comando procedente del controlador 10 de supresión de vibraciones, se controla un ángulo de rotación del árbol principal 22 del motor eléctrico 21. De este modo, el movimiento de rotación del árbol principal 22 del motor eléctrico 21 se convierte en movimiento lineal mediante un mecanismo de tornillo de bolas y la varilla 24 se extiende y retrae, de modo que el activador 7 puede hacer que la carrocería 1 del vehículo vibre y, al mismo tiempo, ajustar la fuerza de amortiguación del activador para atenuar la vibración. En este momento, el amortiguador 8 de presión de fluido también causa un efecto de amortiguación de vibraciones.

65 El vehículo ferroviario mostrado en la figura 1 tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo y la carrocería 1 del vehículo puede inclinarse en relación con el bogie 2 diferenciando las presiones internas de los colchones 5 de aire izquierdo y derecho en el momento de circular en una sección curva a alta velocidad. El control de la inclinación de la carrocería del vehículo es independiente del control de la supresión de vibraciones y se realiza

mediante un comando procedente del controlador 14 de inclinación de la carrocería del vehículo que es diferente del controlador 10 de supresión de vibraciones.

5 En el ejemplo anterior, aunque el activador eléctrico se usa como el activador 7, también se puede usar un activador del tipo de presión de fluido.

En lo sucesivo, se describirá un modo específico de procesamiento por el controlador 10 de supresión de vibraciones cuando el vehículo ferroviario está en circulación.

10 La figura 2 es una vista esquemática que muestra la vía que incluye una sección curva como ejemplo de la vía en la que circula el vehículo ferroviario. Como se muestra en la figura, en la vía en la que una sección recta, la sección curva y otra sección recta continúan en el orden escrito a lo largo de la dirección del movimiento hacia adelante del vehículo, en la sección curva, hay previstas respectivamente secciones de transición que tienen una curva de transición, en el lado de entrada y en el lado de salida de una sección de curva de estado estacionario para suavizar la transición entre la sección recta y la sección curva de estado estacionario cuyo radio de curvatura es constante. La sección de la curva de transición se coloca entre la sección recta y la sección de la curva de estado estacionario cuyos radios de curvatura y cantidades de peralte son diferentes entre sí, y continuamente cambia gradualmente un radio de curvatura y una cantidad de peralte para conectar suavemente la sección recta y la sección curva de estado estacionario.

20 Por ejemplo, el radio de curvatura de la sección de la curva de transición en el lado de entrada (en lo sucesivo, la "sección de entrada de la curva de transición") es infinito en el punto de inicio como conectado a la sección recta. Sin embargo, el radio de curvatura se acerca gradualmente al radio de curvatura de la sección curva de estado estacionario junto con el recorrido del vehículo y coincide con el radio de curvatura de la sección curva de estado estacionario en un borde con el mismo. Al contrario que la sección de entrada de la curva de transición, la sección de la curva de transición en el lado de salida (en adelante denominada "sección de salida de la curva de transición") tiene el mismo radio de curvatura que la sección de curva de estado estacionario al principio. Sin embargo, el radio de curvatura aumenta gradualmente junto con el recorrido del vehículo y se vuelve infinito en un borde con la sección recta.

30 Como trayectoria de la sección de curva de transición, se utiliza una curva clotoide o una curva de semionda senoidal decreciente. La trayectoria de la curva clotoide es una trayectoria de la curva cuyo radio de curvatura aumenta o disminuye en proporción a una distancia de circulación de la sección de la curva de transición, y se usa con frecuencia en líneas de ferrocarril ordinarias. La trayectoria de la curva de semionda senoidal decreciente es una trayectoria de curva cuyo radio de curvatura se cambia para dibujar una curva senoidal con respecto a una distancia de circulación de la sección de la curva de transición y se usa con frecuencia en un tren bala Shinkansen.

35 La figura 3 es una tabla que muestra un ejemplo de un mapa en el que la información de la vía se asocia con puntos de circulación. La unidad 11 de cálculo de aceleración centrífuga teórica excesiva anterior tiene el mapa en el que la información de la trayectoria está asociada con los puntos de circulación en una memoria de la unidad. La información de la trayectoria registrada en el mapa incluye, como se muestra en la figura 3, el tipo de sección de circulación (tal como la sección de entrada de la curva de transición, la sección de salida de la curva de transición, la sección curva de estado estacionario y la sección recta), la dirección de curvatura de la sección curva, el radio de curvatura de la sección curva de estado estacionario, la cantidad de la sección curva y un patrón de curvatura de la sección de la curva de transición (tal como la curva clotoide y la curva de semionda senoidal decreciente).

45 La unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva obtiene una posición de circulación del vehículo mediante la transmisión desde un monitor del vehículo (no mostrado) para monitorizar y registrar el punto de marcha, la velocidad del vehículo ferroviario y similares, en referencia al mapa anterior, y reconoce en qué sección está circulando el vehículo a partir de la información de la trayectoria correspondiente. Al mismo tiempo, la unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva adquiere la velocidad de circulación del vehículo ferroviario. Además, la unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva adquiere información de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo procedente del controlador 14 de inclinación de la carrocería del vehículo y reconoce si se realiza o no la inclinación de la carrocería del vehículo.

55 Cabe señalar que la información del punto de circulación puede adquirirse no solo desde el monitor del vehículo sino también, por ejemplo, mediante GPS o similar. La velocidad de circulación del vehículo se puede adquirir a través de la transmisión desde un controlador de información del vehículo (no se muestra) montado, por ejemplo, en un primer vehículo o mediante el cálculo utilizando los pulsos de velocidad recibidos en el controlador 10 de supresión de vibraciones. La información de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo se puede adquirir a través de la transmisión directamente desde el controlador 14 de inclinación de la carrocería del vehículo o mediante el controlador de información anterior del vehículo. En el caso en que el controlador 10 de supresión de vibraciones también sirve como el controlador 14 de la inclinación de la carrocería del vehículo, la operación de adquisición se puede realizar dentro del propio controlador 10 de supresión de vibraciones.

65 Las figuras 4 son vistas esquemáticas que muestran cada una el estado del vehículo ferroviario que circula en una sección curva. La figura 4(a) muestra el caso en el que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo está

ACTIVADA, y la figura 4(b) muestra el caso en que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo está DESACTIVADA. En el caso en que el vehículo ferroviario circule en la sección curva, es decir, la sección de entrada de la curva de transición, la sección de curva de estado estacionario o la sección de salida de la curva de transición, la unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva anterior se refiere a la diversa información adquirida y calcula la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva que actúa sobre la carrocería 1 del vehículo en una dirección lateral basándose en la siguiente ecuación (1) o (2).

En el caso en que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté ACTIVADA:

$$\alpha_L = \eta_{\text{ACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (1)$$

en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté APAGADA:

$$\alpha_L = \eta_{\text{DEACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (2)$$

en donde en las ecuaciones anteriores (1) y (2), η_{ACTIVADA} y $\eta_{\text{DEACTIVADA}}$ denotan coeficientes de corrección, V denota una velocidad de circulación, R denota un radio de curvatura de la trayectoria, g denota una aceleración gravitacional, C denota una cantidad de peralte de la vía y G denota un ancho de vía.

En este momento, la velocidad V de circulación del vehículo suele ser constante en toda la región de la sección curva. Por lo tanto, la unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva calcula en primer lugar una aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva en un caso de circulación en la sección de curva de estado estacionario por la ecuación (1) o (2) anterior. En las secciones rectas antes y después de la sección curva, en teoría, la aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva no actúa sobre el vehículo y se convierte en cero. Por lo tanto, la unidad 11 de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva calcula la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva en un caso de circulación en la sección de entrada de la curva de transición y en la sección de salida de la curva de transición mediante interpolación lineal utilizando la aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva de la sección curva de estado estacionario para cada distancia de circulación x_1 de la sección de entrada de la curva de transición y para cada distancia de circulación x_2 de la sección de salida de la curva de transición.

La figura 5 es un gráfico que muestra un ejemplo del comportamiento de la aceleración centrífuga teórica excesiva en el momento de circular en una sección curva. Como se muestra en la figura, cuando el vehículo circula en toda la región de la sección curva a velocidad constante, la aceleración centrífuga α_L (α_{L1}) teórica excesiva es constante en la sección curva de estado estacionario y la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva de la sección de entrada de la curva de transición se incrementa desde cero a la aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva de la sección curva de estado estacionario de acuerdo con la distancia de circulación x_1 de la sección y la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva de la sección de salida de la curva de transición se reduce desde la aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva de la sección curva de estado estacionario a cero de acuerdo con la distancia de circulación x_2 de la sección.

De este modo, en el caso en que el vehículo ferroviario circula en una sección curva, a partir de la diversa información adquirida (la información de la trayectoria en el punto de circulación del vehículo ferroviario, la velocidad V de circulación del vehículo ferroviario y la información de ACTIVADA/DEACTIVADA de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo), basada en la ecuación (1) o (2) anterior, calculando la aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva de la sección curva de estado estacionario y calculando la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva de la sección de la curva de transición con la utilización de este resultado, la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva se puede adquirir en toda la región de la sección curva.

Debe observarse que, en la realización anterior, la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva de la sección curva de transición se calcula usando la aceleración centrífuga α_{L1} teórica excesiva de la sección curva de estado estacionario. Sin embargo, la realización puede modificarse para determinar los radios de curvatura en los puntos respectivos de la sección de entrada de la curva de transición y en la sección de salida de la curva de transición y calcular directamente las aceleraciones centrífugas α_L teóricas excesivas en las secciones anteriores en base a la ecuación anterior (1) o (2).

En el presente documento, con respecto a las ecuaciones (1) y (2) anteriores, los coeficientes de corrección η_{ACTIVADA} , $\eta_{\text{DEACTIVADA}}$ SON coeficientes establecidos en consideración de una ocasión en que la carrocería 1 del vehículo tiende a inclinarse (volcar) hacia el lado del riel exterior de la vía curvada en asociación con la deflexión de los colchones de aire y los muelles 6 de eje mediante una acción de una fuerza centrífuga cuando la carrocería 1 del vehículo y el bogie 2 soportado elásticamente sobre el eje 3 por los colchones 5 de aire y los muelles 6 de eje circula en la sección curva. Además, el coeficiente de corrección η_{ACTIVADA} entre los coeficientes de corrección se encuentra un coeficiente que se utilizará en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo se ACTIVE, estableciéndose el coeficiente realizando una prueba de circulación con antelación para que el efecto de supresión de vibraciones casi no cambie incluso con la ecuación anterior (1) sin hacer referencia al ángulo de inclinación θ de la carrocería del vehículo.

Los coeficientes de corrección $\eta_{ACTIVADA}$, $\eta_{DESACTIVADA}$ reciben un signo positivo o negativo (más/menos) dependiendo de la dirección de curvatura de la sección curva. Por ejemplo, en el caso en que el signo de la aceleración detectada por los sensores 9 de aceleración en el momento de circulación en la sección curva con la curvatura en la dirección a la derecha es positivo, cada signo de los coeficientes de corrección $\eta_{ACTIVADA}$, $\eta_{DESACTIVADA}$ también es positivo. Por otro lado, en el momento de circulación en la sección curva con la curvatura en la dirección izquierda, el signo de la aceleración detectado por los sensores 9 de aceleración es negativo, y cada signo de los coeficientes de corrección $\eta_{ACTIVADA}$, $\eta_{DESACTIVADA}$ también es negativo. El signo positivo o negativo de los coeficientes de corrección $\eta_{ACTIVADA}$, $\eta_{DESACTIVADA}$ se selecciona a partir de la información de la trayectoria del mapa anterior de acuerdo con el punto de circulación.

Después de dicho procesamiento en la unidad 11 de cálculo de aceleración centrífuga teórica excesiva, la unidad 12 de cálculo de aceleración de vibración anterior carga la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva calculada por la unidad 11 de cálculo de aceleración centrífuga teórica excesiva y una aceleración α_F en una dirección lateral detectada por los sensores 9 de aceleración y resta la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva de la aceleración α_F para calcular una diferencia entre ambas, de modo que esta diferencia sirva como la aceleración del componente vibratorio. Es decir, la unidad 12 de cálculo de aceleración de la vibración elimina un componente de estado estacionario atribuible a la fuerza centrífuga procedente de la aceleración α_F que actúa sobre la carrocería 1 del vehículo cuando el vehículo circula en la sección curva, detectándose la aceleración mediante los sensores 9 de aceleración y extrae la aceleración del componente vibratorio que se requiere para el control de la supresión de vibraciones mediante la operación del activador 7.

Una señal que indica la aceleración del componente vibratorio, calculada por la unidad 12 de cálculo de aceleración de vibración se envía a la unidad 13 de control de vibración anterior y la unidad 13 de control de vibración envía la señal de activación del movimiento de extensión/retracción para suprimir la vibración al activador 7 basado en la aceleración del componente vibratorio.

En el presente documento, la señal que indica la aceleración del componente vibratorio, calculada por la unidad 12 de cálculo de aceleración de la vibración a menudo contiene ruidos en un ancho de banda de baja frecuencia de 0,5 Hz o menos, por ejemplo, aunque se elimine el componente de estado estacionario atribuible a la fuerza centrífuga. Por lo tanto, es preferible que la señal que indica la aceleración calculada del componente vibratorio se procese a través de un filtro de paso alto para eliminar los ruidos. Al eliminar los ruidos a través del filtro de paso alto, la supresión de la vibración en la sección de entrada de la curva de transición y la sección de salida de la curva de transición, en particular, puede realizarse de manera más estable.

Como se ha descrito anteriormente, incluso en el caso en que la inclinación de la carrocería del vehículo se realice mediante el procesamiento por medio del controlador 10 de supresión de vibraciones cuando el vehículo ferroviario circula en la sección curva, se usa la ecuación sin hacer referencia al ángulo de inclinación de la carrocería del vehículo (la ecuación anterior (1)) para determinar la aceleración centrífuga teórica excesiva para suprimir la vibración generada en la carrocería del vehículo en una dirección lateral. Por lo tanto, en comparación con la ecuación de la técnica anterior (la Ecuación (a) mencionada anteriormente descrita en la Bibliografía de patente 1), el número de parámetros puede disminuirse porque no se hace referencia al ángulo de inclinación de la carrocería del vehículo, y la ecuación puede simplificarse. Por lo tanto, la capacidad de una memoria para almacenar los parámetros se puede reducir, de modo que se simplifica el sistema para calcular la aceleración centrífuga teórica excesiva. La aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo se puede derivar con precisión en función de la aceleración centrífuga teórica excesiva calculada y la supresión de la vibración de la carrocería del vehículo se puede realizar utilizando la aceleración obtenida.

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

De acuerdo con el dispositivo de estimación de aceleración del componente vibratorio y el método de estimación de la aceleración del componente vibratorio para un vehículo ferroviario de la presente invención, la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre una carrocería de vehículo en una dirección lateral cuando el vehículo ferroviario que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo circula en una sección curva puede estimarse con precisión con una configuración simple del sistema, y la vibración generada en la carrocería del vehículo en una dirección lateral puede suprimirse utilizando la aceleración obtenida. Por lo tanto, la presente invención es bastante útil para la operación confortable de un vehículo ferroviario.

Lista de los signos de referencia

1. Carrocería del vehículo
2. Bogie
3. Eje
4. Raíl
5. Colchón de aire
6. Muelle de eje
7. Activador
8. Amortiguador de presión de fluido

ES 2 798 769 T3

- 9. Sensor de aceleración
- 10. Controlador de la supresión de vibraciones
- 11. Unidad de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva
- 12. Unidad de cálculo de la aceleración de vibración
- 5 13. Unidad de control de vibraciones
- 14. Controlador de la inclinación de la carrocería del vehículo
- 21. Motor eléctrico
- 22. Árbol principal
- 23. Tuerca de tornillo de bolas
- 10 24. Varilla

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de estimación de la aceleración de componente vibratorio para un vehículo ferroviario para estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería (1) del vehículo en una dirección lateral cuando el vehículo ferroviario que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo circula en una sección curva. **caracterizado por que** comprende:

un medio (9) de detección de aceleración para detectar la aceleración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral;

un medio (11) de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para adquirir información de la vía en un punto de circulación del vehículo ferroviario, una velocidad de circulación del vehículo ferroviario e información de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo, y para calcular una aceleración centrífuga α_L teórica excesiva que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral según cualquiera de las siguientes ecuaciones (1) y (2); y

un medio (12) de cálculo de la aceleración de vibración para deducir la aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo en función de la aceleración detectada por el medio (9) de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva determinada por el medio (11) de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva

en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté ACTIVADA:

$$\alpha_L = \eta_{ACTIVADA} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (1)$$

en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté DESACTIVADA:

$$\alpha_L = \eta_{DESACTIVADA} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (2)$$

donde en las ecuaciones anteriores (1) y (2), $\eta_{ACTIVADA}$ y $\eta_{DESACTIVADA}$ denotan coeficientes de corrección, V denota una velocidad de circulación, R denota un radio de curvatura de la vía, g denota la aceleración gravitacional, C denota la cantidad de peralte de la vía y G denota un ancho de vía.

2. El dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorio para un vehículo ferroviario según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el medio de cálculo de la aceleración de vibración está configurado para calcular una diferencia entre la aceleración detectada por el medio (9) de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva determinada por el medio (11) de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para obtener la aceleración del componente vibratorio.

3. El dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** el medio de cálculo de la aceleración de vibración está configurado además para procesar una señal que indica la aceleración derivada del componente vibratorio a través de un filtro de paso alto.

4. Método para un vehículo ferroviario para estimar la aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería (1) del vehículo en una dirección lateral cuando el vehículo ferroviario que tiene un dispositivo basculante de la carrocería del vehículo circula en una sección curva, **caracterizado por que** comprende:

una etapa de detección de la aceleración para detectar la aceleración que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral;

una etapa de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para adquirir información de la vía en un punto de circulación del vehículo ferroviario, una velocidad de circulación del vehículo ferroviario e información de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN de la operación de inclinación de la carrocería del vehículo, y calcular una aceleración centrífuga α_L teórica excesiva que actúa sobre la carrocería del vehículo en una dirección lateral basada en una cualquiera de las siguientes ecuaciones (1) y (2); y

una etapa de cálculo de la aceleración de vibración para deducir la aceleración del componente vibratorio que actúa sobre la carrocería del vehículo en función de la aceleración detectada en la etapa de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga α_L teórica excesiva determinada en la etapa de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva,

en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté ACTIVADA:

$$\alpha_L = \eta_{ACTIVADA} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (1)$$

en el caso de que la operación de inclinación de la carrocería del vehículo esté DESACTIVADA:

$$\alpha L = \eta_{\text{DESACTIVADA}} \times (V^2/R - g \times C/G) \quad \dots (2)$$

- 5 donde en las ecuaciones anteriores (1) y (2), η_{ACTIVADA} y $\eta_{\text{DESACTIVADA}}$ denotan coeficientes de corrección, V denota una velocidad de circulación, R denota un radio de curvatura de la vía, g denota la aceleración gravitacional, C denota la cantidad de peralte de la vía y G denota un ancho de vía.
- 10 5. Método para un vehículo ferroviario según la reivindicación 4, **caracterizado por que** en la etapa de cálculo de la aceleración de vibración, se calcula una diferencia entre la aceleración detectada en la etapa de detección de la aceleración y la aceleración centrífuga αL teórica excesiva determinada en la etapa de cálculo de la aceleración centrífuga teórica excesiva para obtener la aceleración del componente vibratorio.
- 15 6. Método para un vehículo ferroviario según una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado por que** en la etapa de cálculo de la aceleración de vibración, una señal que indica la aceleración derivada del componente vibratorio se procesa adicionalmente a través de un filtro de paso alto.
- 20 7. Método de operación de un vehículo ferroviario, comprendiendo el método:
estimar una aceleración de un componente vibratorio que actúa sobre la carrocería (1) del vehículo del vehículo ferroviario utilizando el método según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6; y
suprimir una vibración generada en la carrocería (1) del vehículo en una dirección lateral utilizando la aceleración obtenida.
- 25 8. Vehículo ferroviario que tiene el dispositivo de estimación de la aceleración de componentes vibratorios según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

FIG. 1

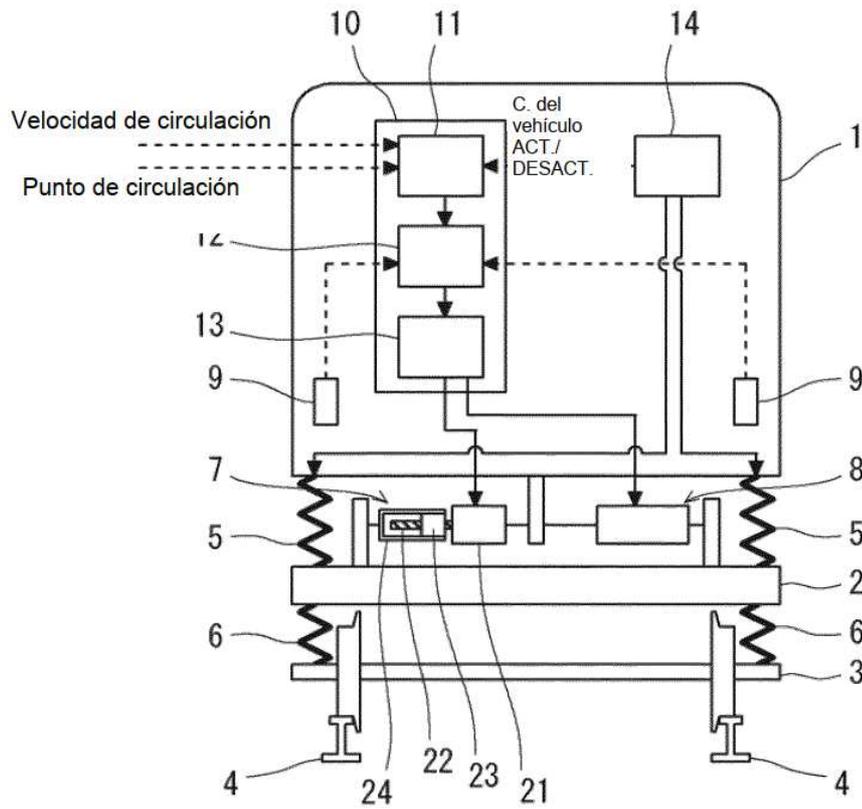


FIG. 2

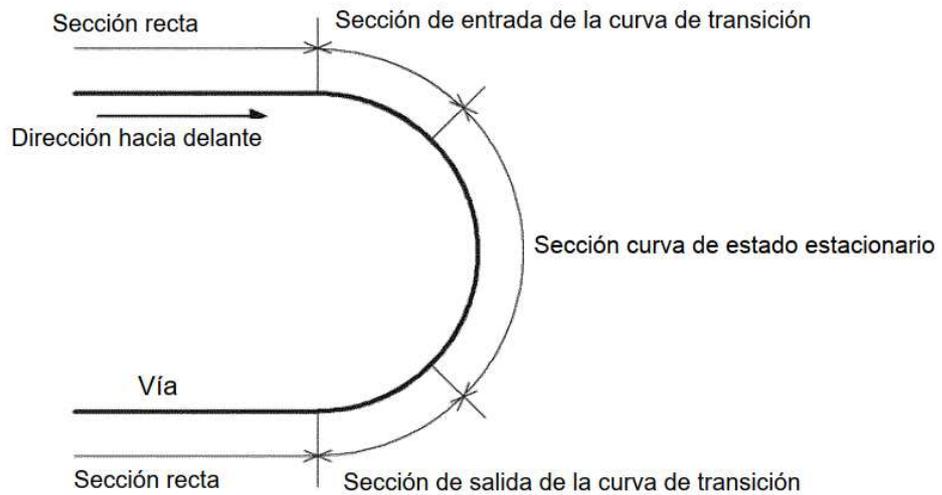
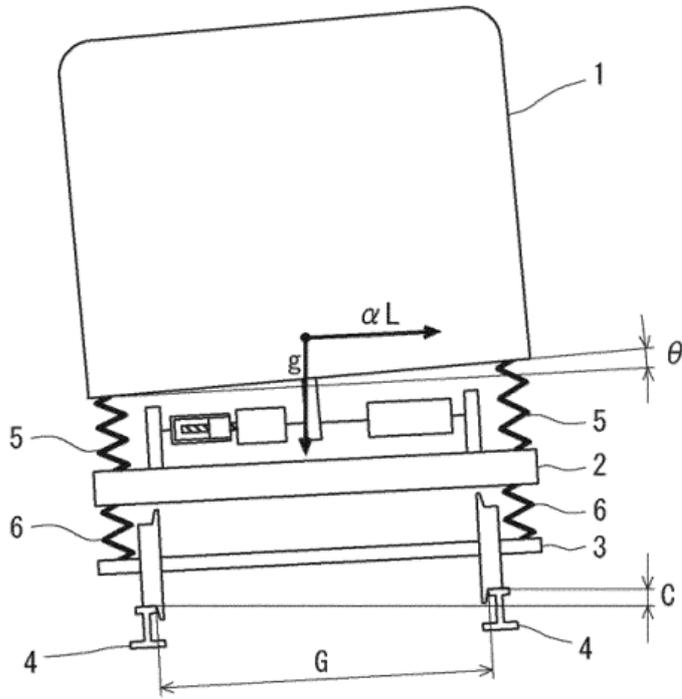


FIG. 3

PUNTO DE CIRCULACIÓN	TIPO DE SECCIÓN	DIRECCIÓN DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA	CANTIDAD DE PERALTE	ANCHO	PATRÓN DE CURVA DE TRANSICIÓN
			R	C	G	
0 ~ 100m	SECCIÓN RECTA	-	-	0mm	1435mm	-
~ 500m	SECCIÓN DE ENTRADA DE LA CURVA DE TRANSICIÓN	+ (MÁS)	$\infty \sim$ 4000m	0mm ~ 155mm	1435mm	CURVA DE SEMIONDA SENOIDAL DECRECIENTE
~ 2500m	SECCIÓN CURVA DE ESTADO ESTACIONARIO	+ (MÁS)	4000m	155mm	1435mm	-
~ 2900m	SECCIÓN DE SALIDA DE LA CURVA DE TRANSICIÓN	+ (MÁS)	4000m ~ ∞	155mm ~ 0mm	1435mm	CURVA DE SEMIONDA SENOIDAL DECRECIENTE

FIG. 4

(a)



(b)

