

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 822 352**

51 Int. Cl.:

E01B 19/00 (2006.01)

F16F 7/104 (2006.01)

F16F 7/108 (2006.01)

E01B 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2014** **PCT/CN2014/081929**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015** **WO15003634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2014** **E 14822882 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2020** **EP 3020863**

54 Título: **Amortiguador de vibraciones de rieles**

30 Prioridad:

10.07.2013 CN 201310287329

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

30.04.2021

73 Titular/es:

**QINGDAO CREATE ENVIRONMENT CONTROL
TECHNOLOGY CO., LTD. (50.0%)
1-A-1801, No. 153 Zhuzhou Road, Laoshan
District
Qingdao, Shandong 266101, CN y
CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**LI, HONG;
YIN, XUEJUN;
SUN, HAIFU;
KONG, XIANGFEI;
GUO, LI;
QU, HONGXIAO;
XU, PENG y
FU, XUEZHI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 822 352 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

Amortiguador de vibraciones de rieles

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo del control de vibraciones y ruido del tránsito ferroviario, particularmente a un dispositivo de atenuación de vibraciones dispuesto en una superficie no funcional de un riel de acero para reducir la vibración y el ruido generado forzosamente por el riel de acero durante el funcionamiento de los vehículos ferroviarios. Más en particular, la presente invención se refiere a un amortiguador de vibraciones de rieles para un riel de acero, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Asimismo, un conjunto de riel que incluye dicho amortiguador de vibraciones de rieles, tal y como se define en la reivindicación 14, también se proporciona.

15 **Antecedentes**

En los últimos años, El tránsito ferroviario en China se ha desarrollado rápidamente. Proporciona a las personas una forma rápida y confiable de viajar. Sin embargo, un problema de vibración y ruido generado por el tránsito ferroviario afecta gravemente la calidad de vida de los residentes circundantes, pone en peligro la seguridad de los edificios circundantes y tiene un impacto en la estabilidad, seguridad y vida útil del riel.

Las investigaciones muestran que en el ruido generado por el funcionamiento de los trenes, el ruido rueda-riel representa una proporción significativa, en la que el ruido de frecuencia media y de frecuencia alta irradiado por la vibración de los rieles de acero contribuye en una porción considerable con respecto al ruido finalmente general. Por esta razón, la gestión de vibraciones y ruido de los rieles de acero es de gran importancia para la reducción de vibraciones y ruido del tránsito ferroviario urbano. Para controlar la vibración y el ruido del riel de acero, los ingenieros han desarrollado varios productos de atenuación de vibraciones y ruido, entre los que un amortiguador de vibraciones sintonizado es uno común. El amortiguador de vibraciones sintonizado, como un amortiguador de vibraciones sintonizado divulgado en la solicitud de patente n.º 200480019707.1 (véase también la publicación CN 1985051 A), utiliza un dispositivo sintonizado que consiste en un sistema de resorte de masa para generar trabajo aplicando una fuerza reactiva para disipar la energía cuando los rieles de acero vibran a fin de reducir la vibración de los rieles. Este tipo de producto puede reducir en cierta medida las vibraciones y el ruido. No obstante, se puede encontrar a partir de una aplicación de ingeniería que para un elemento elástico hecho de materiales elásticos, tal como caucho, y un bloque de masa interno dispuesto en el elemento elástico (como se muestra en el documento EP 1 608 814 B1 o en el documento CN 1 774 543 A) se usan comúnmente en tales soluciones técnicas existentes, propiedades físicas de los materiales elásticos, tal como el caucho son susceptibles al medio ambiente y se rayan fácilmente dañándose por objetos externos después de la exposición al medio ambiente durante un tiempo prolongado, lo que a su vez afecta negativamente el rendimiento de reducción de vibraciones y ruido y la vida útil del amortiguador de vibraciones sintonizado, debido a que el tránsito ferroviario se extiende ampliamente en varias regiones en las que las condiciones ambientales son dramáticamente diferentes. Además, puesto que la fuerza de restricción impartida al bloque de masa por el elemento elástico de tipo caucho es menor, y que el bloque de masa produce una gran componente de tracción y empuje y una pequeña componente de cizallamiento en el elemento elástico cuando el bloque de masa se mueve dentro del elemento elástico, la disipación de la energía de cizallamiento no puede realizarse de forma eficaz y, por tanto, el efecto de atenuación de vibraciones es limitado. También, debido a limitaciones de estructura y material, el intervalo de frecuencia aplicable de este tipo de amortiguador de vibraciones sintonizado para rieles es relativamente estrecho. Por ejemplo, para control de baja frecuencia, se requiere alta elasticidad para un elastómero, pero hace que el elastómero sea blando y propenso a romperse; para control de alta frecuencia, se requiere una alta rigidez para un elastómero, pero hace que el elastómero tenga una elasticidad baja y un efecto atenuador de vibraciones deficiente. Asimismo, este tipo de amortiguador de vibraciones sintonizado para riel tiene los siguientes inconvenientes: (1) es difícil realizar una atenuación de vibraciones sintonizada en masa precisa en dos direcciones simultáneamente puesto que los bloques de masa están incrustados dentro del material elástico; (2) porque es imposible medir o sintonizar directamente la frecuencia de trabajo, el amortiguador de vibraciones sintonizado es un producto semiacabado cuando se vende y no se corresponde con el riel de acero; (3) una vez que el material se rompe, se formará una grieta en el interior y se cambiará la rigidez del elemento elástico y la frecuencia de trabajo del amortiguador de vibraciones sintonizado; (4) todos los parámetros no se pueden optimizar cuando el elemento elástico, el material elástico y el material adhesivo se montan juntos; (5) una vez que el material elástico se rompe, el bloque de masa de TMD se caería, lo que conlleva problemas de seguridad ocultos para los trenes.

En definitiva, los amortiguadores de vibraciones sintonizados existentes tienen inconvenientes tales como efectos de atenuación de ruido y vibración limitados, propiedades inestables, intervalos de frecuencia de aplicación limitada y corta vida útil.

60 **Sumario**

La presente invención busca resolver los inconvenientes antes mencionados y proporcionar un amortiguador de vibraciones de rieles con buen efecto reductor de vibraciones y ruido, mejor resistencia a la intemperie, rendimiento estable, una amplio intervalo de frecuencias aplicables, seguridad y larga vida útil.

Una solución técnica en la presente invención es un amortiguador de vibraciones de rieles, que comprende uno o más elementos elásticos y un bloque de masa, en el que el amortiguador de vibraciones de rieles comprende además al menos un marco de acoplamiento, el marco de acoplamiento tiene la misma forma superficial que la porción de acoplamiento de la superficie no funcional de un riel de acero, e incluye al menos una cavidad de absorción de vibraciones en el mismo, con el bloque de masa dispuesto al menos parcialmente en la cavidad de absorción de vibraciones del marco de acoplamiento, y el uno o más elementos elásticos dispuestos entre el bloque de masa y una pared de la cavidad de absorción de vibraciones.

Los elementos elásticos están dispuestos entre el bloque de masa y una pared de la cavidad de absorción de vibraciones en una dirección vertical y/o una dirección transversal del riel de acero, o el uno o más elementos elásticos rodean el bloque de masa entre el bloque de masa y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones.

El uno o más elementos elásticos están hechos de al menos un material seleccionado de un grupo que consiste en resorte de caucho, poliuretano elástico y metálico, que incluye resorte de disco, resorte de placa y resorte en espiral y así sucesivamente. El caucho puede ser caucho clorado, caucho de nitrilo butadieno, etc. Con el fin de garantizar un soporte elástico constante y eficaz al bloque de masa por el uno o más elementos elásticos durante su uso, el uno o más elementos elásticos dispuestos entre el bloque de masa y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones pueden estar en condición precomprimida, y un desplazamiento del uno o más elementos elásticos causado por la precompresión es mayor que la amplitud de vibración del bloque de masa durante usos con respecto a la pared de la cavidad de absorción de vibraciones. Particularmente para el resorte metálico, normalmente es necesario precomprimirlo cuando se monta con el bloque de masa y el marco de acoplamiento durante el proceso de fabricación de la presente invención. Adicionalmente, el o el uno o más elementos elásticos están conectados integralmente con el bloque de masa y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones, respectivamente, mediante unión con material adhesivo, soldadura o vulcanizado.

El amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención puede comprender también uno o más elemento de amortiguación. El uno o más elementos de amortiguación están dispuestos entre el bloque de masa y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones. El uno o más elementos de amortiguación pueden estar hechos de material de amortiguación elástico y sólido. El uno o más elementos de amortiguación pueden también estar hechos de material de amortiguación líquido. Cuando se agrega amortiguación líquida, se dispone un sello en una abertura de la cavidad de absorción de vibraciones. El sello encierra completamente la cavidad de absorción de vibraciones y el material de amortiguación líquido se carga en una porción del espacio entre el bloque de masa y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones. Para mejorar aún más el rendimiento de amortiguación del sistema, también es posible disponer palas móviles en el bloque de masa, Las palas estacionarias que cooperan alternativamente con las palas móviles están dispuestas en la pared de la cavidad de absorción de vibraciones, y el material de amortiguación líquido se carga en una porción del espacio entre las palas estacionarias y móviles adyacentes. Adicionalmente, también es posible disponer orificios de alteración de flujo o estructuras cóncavo-convexas de alteración de flujo en las palas móviles y/o estacionarias. También es posible disponer orificios de alteración de flujo o estructuras cóncavo-convexas de alteración de flujo en el bloque de masa.

Para su montaje con el riel de acero cómodamente, se puede disponer una placa de conexión en el marco de acoplamiento, y un orificio de conexión, se puede disponer una porción de conexión doblada o una estructura de encaje sobre una placa de conexión. Para mejorar la fiabilidad de la conexión entre el uno o más elementos elásticos y el marco de acoplamiento o el bloque de masa, una estructura de refuerzo de conexión se puede disponer sobre una superficie de pared de la cavidad de absorción de vibraciones que coopera con el uno o más elementos elásticos o una superficie coincidente del bloque de masa que coopera con el uno o más elementos elásticos, y en la que la estructura de refuerzo de conexión comprende una estructura cóncava-convexa superficial, una estructura moleteada superficial o una estructura abrasiva superficial.

Se pueden disponer más de una cavidad de absorción de vibraciones en el marco de acoplamiento, una al lado de la otra, en la dirección vertical del riel de acero, y/o en la dirección transversal del riel de acero, y/o a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero.

Asimismo, es necesario explicar que el marco de acoplamiento del amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención debe estar dispuesto sobre la superficie no funcional del riel de acero a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero. La superficie no funcional del riel de acero comprende la porción inferior de la cabeza de etapa ferroviaria, el alma del riel, el flanco y la superficie inferior del riel fuera del borde cuando el riel de acero está en uso.

Las ventajas de la presente invención provocadas por el sistema de resorte de bloque de masa que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos dispuestos en el marco de acoplamiento son:

(1) El marco de acoplamiento proporciona una protección eficaz para el sistema de masa-resorte que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos. En particular, cuando se utiliza el material elástico de alto polímero, el material elástico no es susceptible al envejecimiento por lo que la vida útil de sus productos se prolonga sustancialmente.

(2) Puesto que el bloque de masa de la presente invención no está encerrado dentro de los elementos elásticos, a diferencia de la técnica anterior, y que el bloque de masa de la presente invención solo se conecta con los elementos elásticos en serie, los materiales de los elementos elásticos se pueden seleccionar de una gama más amplia y hacen posible el uso de resortes metálicos, que pueden aprovechar al máximo la alta elasticidad, propiedades físicas estables influenciadas poco por los entornos, tales como la humedad y así sucesivamente, rendimiento de atenuación de vibraciones más eficaz y estable y larga vida útil.

(3) Además de la amortiguación de masa sintonizada, el bloque de masa y el marco de acoplamiento restringen el uno o más elementos elásticos y el uno o más elementos de amortiguación cuando las amplitudes de vibración del bloque de masa y del marco de acoplamiento son mayores que $1/2$ longitud de onda de una frecuencia modal, y la deformación relativa entre el bloque de masa y el marco de acoplamiento cizallará el material de amortiguación entremedio, realizando una disipación de energía adicional causada por la deformación por cizallamiento y, por tanto, un efecto reductor de vibraciones más significativo.

(4) El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención hace un gran avance en la estructura y aplica menos restricciones a los elementos elásticos. Por tanto, los materiales de los elementos elásticos se pueden elegir entre una gama más amplia. Para baja frecuencia y alta frecuencia, el caucho puede ser reemplazado por elementos elásticos como los resortes metálicos para evitar los inconvenientes del tipo existente de elementos elásticos de caucho, como la sensibilidad a la temperatura. Por tanto, el amortiguador de vibraciones de rieles es aplicable a un intervalo de parámetros más amplio, tiene un rendimiento más estable y una mejor resistencia a la intemperie.

(5) Puesto que el espacio disponible en la superficie del riel de acero es muy limitado, y que el bloque de masa de la presente invención no está dispuesto dentro del uno o más elementos elásticos, el uno o más elementos elásticos requieren menos espacio y, por lo tanto, se puede colocar un bloque de masa más grande y más pesado en las mismas condiciones de espacio, lo que a su vez mejora eficazmente el efecto de reducción de vibraciones sintonizado en masa.

(6) Los elementos elásticos, el material de amortiguación y el material adhesivo se pueden optimizar individualmente, y cada uno se puede producir a gran escala en fábricas, resultando en parámetros estables, en los que el material adhesivo proporciona fuerza de adherencia, el material elástico proporciona sintonización de frecuencia y el material de amortiguación proporciona disipación de energía.

(7) Incluso en caso de rotura del material elástico, el bloque de masa del amortiguador de vibraciones de rieles no se caería, lo que proporciona seguridad y fiabilidad.

(8) Los elementos elásticos están dispuestos a la izquierda y a la derecha del bloque de masa, y por encima y debajo del bloque de masa por separado. Por lo tanto, el mismo bloque de masa se puede ajustar independientemente en las direcciones vertical y transversal del riel de acero para realizar una reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones.

(9) El amortiguador de vibraciones de rieles es un producto terminado al salir de las fábricas. La frecuencia de trabajo del producto se puede medir y sintonizar con precisión antes de salir de las fábricas. Por tanto, no se requiere ninguna sintonización en campo. Solo se necesita unión, sujeción o conexión mediante fijaciones.

(10) Si los elementos elásticos están precomprimidos, la rigidez del uno o más elementos elásticos y la frecuencia de trabajo del amortiguador de vibraciones no cambiarían, incluso si el material se rompe o se forman grietas internas.

En resumen, el amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención tiene una estructura simple, buen efecto de reducción de vibraciones y ruido, rendimiento estable, resistencia a la intemperie excepcional, un intervalo de frecuencia aplicable más amplio, larga vida útil y excelente relación coste-rendimiento. El mismo ralentiza el desgaste del riel de acero y prolonga la vida útil del mismo y, por lo tanto, tiene un gran potencial de mercado en aplicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una primera realización de un amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 2 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una segunda realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 3 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una tercera realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 4 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una cuarta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 5 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una quinta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 6 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una sexta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 7 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una séptima

realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 8 es una vista esquemática de la estructura y vistas esquemáticas de la aplicación de una octava realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 9 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una novena realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 10 es una primera vista ampliada de la porción A de la Figura 9.

La Figura 11 es una segunda vista ampliada de la porción A de la Figura 9.

La Figura 12 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una décima realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 13 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una undécima realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 14 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una duodécima realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 15 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de B-B en la Figura 14.

La Figura 16 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimotercera realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 17 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimocuarta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 18 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimoquinta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 19 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimosexta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 20 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimoséptima realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 21 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de C-C en la Figura 20.

La Figura 22 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimoctava realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 23 es una vista ampliada de la porción D de la Figura 22.

La Figura 24 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una decimonovena realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 25 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una vigésima vista del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 26 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una vigésima primera realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 27 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una vigésima segunda realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 28 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una vigésima tercera realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 29 es una vista ampliada de la porción E de la Figura 28.

La Figura 30 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una vigésima cuarta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

La Figura 31 es una vista esquemática de la estructura y una vista esquemática de la aplicación de una vigésimo

quinta realización del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

Descripción detallada

5 La primera realización

Un amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 1 comprende un elemento elástico 4 y un bloque de masa 3. Además comprende un marco de acoplamiento 2. Las formas superficiales de las porciones del marco de acoplamiento 2 que se acoplan con una placa de flanco y un alma del riel de un riel de acero 1 son las mismas que las formas de la superficie correspondiente del riel de acero. El marco de acoplamiento 2 comprende una cavidad de absorción de vibraciones 100 en la que está dispuesto el bloque de masa 3. El uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos entre el bloque de masa 3 y una pared de la cavidad de absorción de vibraciones 100. Específicamente, el o el uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos entre el bloque de masa 3 y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones 100 en una dirección vertical del riel de acero. El marco de acoplamiento 2 está hecho de material de aleación de aluminio y el uno o más elementos elásticos 4 están hechos de material de caucho. Puesto que el material de caucho tiene un buen rendimiento de amortiguación, se utiliza comúnmente como material de amortiguación sólido elástico. Por tanto, el uno o más elementos elásticos 4 sirven al mismo tiempo como elemento de amortiguación. El bloque de masa 3 es un bloque de hierro, en el que el uno o más elementos elásticos 4 están fijados al bloque de masa 3 y al marco de acoplamiento 2 mediante un proceso de vulcanización, respectivamente. Para mejorar la fiabilidad de la conexión entre el uno o más elementos elásticos y el marco de acoplamiento y entre el uno o más elementos elásticos y el bloque de masa, una estructura o estructuras de refuerzo de conexión están dispuestas en una porción de las superficies coincidentes del marco de acoplamiento y el uno o más elementos elásticos y en una porción de las superficies coincidentes del bloque de masa y el uno o más elementos elásticos. Específicamente, la una o más estructuras de refuerzo de conexión son una estructura cóncava-convexa 30 dispuesta en la superficie correspondiente del marco de acoplamiento 2 y una estructura cóncava-convexa 31 dispuesta en la superficie correspondiente del bloque de masa 3.

En sus aplicaciones, tal y como se muestra en la Figura 1, el montaje del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención y el riel de acero se puede lograr uniendo firmemente el marco de acoplamiento 2 a las superficies correspondientes del riel de acero a lo largo de una dirección longitudinal del riel de acero usando materiales adhesivos. Cabe señalar que el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención no necesita estar dispuesto en el riel de acero de forma consecutiva y que el amortiguador de vibraciones de rieles se puede instalar sección por sección en la superficie no funcional de los rieles de acero entre traviesas de riel evitando los elementos auxiliares del riel como fijaciones y empalmes del riel, lo que se aplica a todas las soluciones técnicas mencionadas en la presente invención, y se ilustra colectivamente en el presente documento. Además de la unión, también es posible reforzar el efecto de fijación por otros medios, como por pinzas de resorte auxiliares. Cuando los rieles de acero vibran bajo la excitación de las ruedas, un sistema sintonizado por resorte de masa que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos produce trabajo aplicando una fuerza reactiva para disipar energía de modo que la vibración de los rieles de acero se atenúe y tienda a detenerse. Además, el marco de acoplamiento, el elastómero y el bloque de masa forman una estructura de amortiguación y disipación de energía restringida. Cuando las amplitudes de vibración del bloque de masa y del marco de acoplamiento son mayores que $1/2$ longitud de onda de una frecuencia modal, durante el movimiento del bloque de masa hacia el marco de acoplamiento mientras se comprime el uno o más elementos elástico, el bloque de masa y el marco de acoplamiento restringen el material de caucho, y la deformación relativa entre el bloque de masa y el marco de acoplamiento corta el material de caucho entre los mismos, realizando una disipación de energía adicional causada por la deformación por cizallamiento y, por lo tanto, un mejor efecto de atenuación de vibraciones y disipación de energía. Asimismo, puesto que la energía de vibración de los rieles de acero se atenúa rápidamente, correspondientemente, la fuerza de la radiación de ruido producida por la vibración se reduce rápidamente. Por tanto, el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención puede producir un buen efecto de reducción de vibraciones y ruido. Por otra parte, también puede atenuar el desgaste del riel de acero y prolongar su vida útil. Cabe señalar que, en esta realización, aunque el uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos respectivamente entre las superficies superior e inferior del bloque de masa 3 y el marco de acoplamiento 2 en la dirección vertical de los rieles de acero, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización de la presente invención puede controlar la vibración de los rieles de acero en ambas direcciones vertical y transversal simultáneamente, puesto que el uno o más elementos elásticos 4 tienen cierta elasticidad en la dirección transversal transversal de los rieles de acero. En aplicaciones prácticas, es posible optimizar la elasticidad del uno o más elementos elásticos 4 y el peso total del bloque de masa 3 para realizar el control de las vibraciones a diferentes frecuencias. Durante su uso, esto se puede realizar disponiendo alternativamente amortiguadores de vibraciones de rieles de la presente invención para el control de vibraciones bajo diferentes frecuencias en las superficies no funcionales de los rieles de acero.

Los materiales del uno o más elementos elásticos, el bloque de masa y el marco de acoplamiento en la presente invención se pueden seleccionar en varios materiales. Por ejemplo, el uno o más elementos elásticos pueden comprender al menos uno de resorte de caucho, poliuretano elástico o metálico; el bloque de masa puede estar hecho de materiales con alto peso específico, como acero y hierro; el marco de acoplamiento puede estar hecho de materiales resistentes a la corrosión con alta resistencia, como acero inoxidable, aleación de aluminio, acero reforzado con fibra de vidrio y así sucesivamente. Por supuesto, los procesos de conexión específicos del uno o más elementos

elásticos y el marco de acoplamiento, y el bloque de masa y el marco de acoplamiento son diferentes, dependiendo de los materiales específicos de los elementos elásticos, el bloque de masa y el marco de acoplamiento. Por ejemplo, vulcanización, laminación térmica, adhesión, soldadura, y así sucesivamente, pueden usarse, siempre que el uno o más elementos elásticos, el bloque de masa y el marco de acoplamiento se puedan conectar firmemente entre sí, todos los que pueden tener el mismo efecto. Asimismo, es posible disponer las estructuras de refuerzo de conexión solo en las superficies de contacto del marco de acoplamiento y el uno o más elementos elásticos, o solo en las superficies de contacto del bloque de masa y el uno o más elementos elásticos, dependiendo de los materiales específicos de los elementos elásticos, el bloque de masa y el marco de acoplamiento. Las configuraciones específicas de la estructura cóncavo-convexa superficial, que pertenece a una de las estructuras de refuerzo de conexión, pueden ser de varias formas, tales como rebordes, rebajes, nervaduras consecutivas o ranuras consecutivas. Las formas transversales de la estructura cóncavo-convexa de la superficie pueden ser de varias formas, como rectángulo, trapezoidal, en forma de arco, triangulares, en forma de T, y así sucesivamente. Además de las estructuras cóncavo-convexas superficiales mencionadas anteriormente, las estructuras de refuerzo de conexión podrían tener otras formas (no mostradas en los dibujos respectivamente, e ilustradas solo en el texto), tales como estructuras de moleteado superficiales o estructuras de excoiación superficiales.

En comparación con las técnicas anteriores, el amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención, que tiene el sistema de masa-resorte que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos dispuestos dentro del marco de acoplamiento, tiene las siguientes ventajas:

(1) El marco de acoplamiento proporciona una protección eficaz para el sistema de masa-resorte que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos. En particular, cuando se utiliza el material elástico de alto polímero, el material elástico no es susceptible al envejecimiento por lo que la vida útil de sus productos se prolonga sustancialmente.

(2) Puesto que el bloque de masa de la presente invención no está encerrado dentro de los elementos elásticos, a diferencia de la técnica anterior, y que el bloque de masa de la presente invención solo se conecta con los elementos elásticos en serie, los materiales de los elementos elásticos se pueden seleccionar de una gama más amplia y hacen posible el uso de resortes metálicos, que pueden aprovechar al máximo la alta elasticidad, propiedades físicas estables influenciadas poco por los entornos, tales como la humedad y así sucesivamente, rendimiento de atenuación de vibraciones más eficaz y estable y larga vida útil.

(3) Además de la amortiguación de masa sintonizada, el bloque de masa y el marco de acoplamiento restringen el uno o más elementos elásticos y el uno o más elementos de amortiguación cuando las amplitudes de vibración del bloque de masa y del marco de acoplamiento son mayores que $1/2$ longitud de onda de una frecuencia modal, y la deformación relativa entre el bloque de masa y el marco de acoplamiento cizallará el material de amortiguación entremedio, realizando una disipación de energía adicional causada por la deformación por cizallamiento y, por tanto, un efecto reductor de vibraciones más significativo.

(4) El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención hace un gran avance en la estructura y aplica menos restricciones a los elementos elásticos. Por tanto, los materiales de los elementos elásticos se pueden elegir entre una gama más amplia. Para baja frecuencia y alta frecuencia, el caucho puede ser reemplazado por elementos elásticos como los resortes metálicos para evitar los inconvenientes del tipo existente de elementos elásticos de caucho, como la sensibilidad a la temperatura. Por tanto, el amortiguador de vibraciones de rieles es aplicable a un intervalo de parámetros más amplio, tiene un rendimiento más estable y una mejor resistencia a la intemperie.

(5) Puesto que el espacio disponible en la superficie del riel de acero es muy limitado, y que el bloque de masa de la presente invención no está dispuesto dentro del uno o más elementos elásticos, el uno o más elementos elásticos requieren menos espacio y, por lo tanto, se puede disponer un bloque de masa más grande y más pesado en las mismas condiciones de espacio, lo que a su vez mejora eficazmente el efecto de reducción de vibraciones sintonizado en masa.

(6) Los elementos elásticos, el material de amortiguación y el material adhesivo se pueden optimizar individualmente, y cada uno se puede producir a gran escala en fábricas, resultando en parámetros estables, en los que el material adhesivo proporciona fuerza de adherencia, el material elástico proporciona sintonización de frecuencia y el material de amortiguación proporciona disipación de energía.

(7) Incluso en caso de rotura del material elástico, el bloque de masa del amortiguador de vibraciones de rieles no se caería, lo que proporciona seguridad y fiabilidad.

(8) Los elementos elásticos están dispuestos a la izquierda y a la derecha del bloque de masa, y por encima y debajo del bloque de masa por separado. Por lo tanto, el mismo bloque de masa se puede ajustar independientemente en las direcciones vertical y transversal del riel de acero para realizar una reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones.

(9) El amortiguador de vibraciones de rieles es un producto terminado al salir de las fábricas. La frecuencia de trabajo del producto se puede medir y sintonizar con precisión antes de salir de las fábricas. Por tanto, no se requiere ninguna sintonización en campo. Solo se necesita unión, sujeción o conexión mediante fijaciones.

(10) Si los elementos elásticos están precomprimidos, la rigidez del uno o más elementos elásticos y la frecuencia de trabajo del amortiguador de vibraciones no cambiarían, incluso si el material se rompe o se forman grietas internas. Por otro lado, cuando se utiliza el control de vibraciones de alta frecuencia, puesto que la amplitud de vibración del bloque de masa es menor, la rigidez del uno o más elementos elásticos precomprimidos cambia linealmente, lo que hace un diseño más fácil y un control más preciso. En tercer lugar, en caso de rotura del material elástico, puesto que el uno o más elementos elásticos están apretados previamente, el bloque de masa no se

caería, lo que proporciona seguridad y fiabilidad. El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

En una palabra, el amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención tiene una estructura simple, una buena propiedad de reducción de vibraciones y ruido, bajo coste, larga vida útil y excelente relación coste-rendimiento, lo que es ventajoso para ralentizar el desgaste del riel de acero y prolongar la vida útil del mismo, y por tanto proporciona una perspectiva muy amplia de aplicaciones.

La segunda realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención mostrado en la Figura 2 es diferente del de la primera realización en que el uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos entre el bloque de masa 3 y una de las superficies de la pared de la cavidad de absorción de vibraciones 100 que corresponden a la dirección vertical del riel de acero 1. El marco de acoplamiento 2 está hecho de acero reforzado con fibra de vidrio, el uno o más elementos elásticos 4 están hechos de material de poliuretano elástico de alta amortiguación, y el bloque de masa 3 está hecho de material de acero, en el que el uno o más elementos elásticos 4 se fijan al bloque de masa 3 y a una de las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100 mediante un proceso de unión química, respectivamente. Para mejorar la fiabilidad de la conexión entre el uno o más elementos elásticos y el marco de acoplamiento y la conexión entre el uno o más elementos elásticos y el bloque de masa, las estructuras de refuerzo de conexión se disponen sobre superficies de contacto del marco de acoplamiento y los elementos elásticos y sobre las superficies de contacto del bloque de masa y los elementos elásticos. Las estructuras de refuerzo de conexión son una estructura de moleteado superficial 33 dispuesta en la superficie correspondiente del bloque de masa 3 y una estructura de excoiación superficial 32 dispuesta en la superficie correspondiente del marco de acoplamiento 2. Puesto que el material de poliuretano elástico de alta amortiguación utilizado por el uno o más elementos elásticos 4 tiene un buen rendimiento de amortiguación, es uno de los materiales de amortiguación sólidos elásticos de uso común. Por tanto, el uno o más elementos elásticos 4 sirven también como uno o más elementos de amortiguación. Asimismo, el uno o más elementos elásticos 4 están precomprimidos cuando se montan con el bloque de masa 3 y el marco de acoplamiento 2 y, por lo tanto, en una condición precomprimida. Además, el desplazamiento del uno o más elementos elásticos 4 precomprimidos es o son mayores que la amplitud de vibración del bloque de masa 3 con respecto a las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100.

El método de montaje y la solución técnica mencionados anteriormente en esta realización y sus ventajas son generalmente las mismas que en la primera realización y, por lo tanto, no se repetirían. Cabe señalar que, en el amortiguador de vibraciones de rieles de esta realización, el o el uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos únicamente entre el lado izquierdo del bloque de masa 3 y el marco de acoplamiento 2 y entre el lado derecho del bloque de masa 3 y el marco de acoplamiento 2. Por lo tanto, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización se usa principalmente para controlar la vibración transversal de los rieles de acero. Por supuesto, puede controlar la vibración vertical de los rieles de acero hasta cierto punto. Comparando la solución técnica en esta realización con la de la primera realización, puesto que el uno o más elementos elásticos están precomprimidos, la rigidez del uno o más elementos elásticos y la frecuencia de trabajo del amortiguador de vibraciones no cambiarían incluso si el material de poliuretano elástico de alta amortiguación del uno o más elementos elásticos se rompe y, por lo tanto, tiene grietas internas, que pueden proporcionar un efecto de reducción de vibraciones más estable y confiable.

En aplicaciones prácticas, es posible realizar el control de las vibraciones a diferentes frecuencias optimizando la elasticidad del uno o más elementos elásticos 4 y el peso total del bloque de masa 3. durante su uso, dependiendo de una pluralidad de frecuencias de vibración principales de los rieles de acero, lo único que hay que hacer es disponer alternativamente amortiguadores de vibraciones de rieles de la presente invención para controlar las vibraciones correspondientes bajo diferentes frecuencias en las superficies no funcionales de los rieles de acero.

Basándose en un principio técnico mencionado en la primera realización, también es posible no comprimir previamente el uno o más elementos elásticos dispuestos entre el bloque de masa y el marco de acoplamiento durante el montaje del amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización de la invención. En aplicaciones prácticas, es posible elegir si precomprimir o no los elementos elásticos basándose en las características de las frecuencias de vibración de la estructura de los rieles que se deben controlar.

La tercera realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención que se muestra en la Figura 3 es diferente del de primera realización en que el marco de acoplamiento 2 está hecho de acero y que el uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos entre el bloque de masa 3 y una de las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100 que corresponden a la dirección transversal del riel de acero 1. El uno o más elementos elásticos 4 es o son un resorte metálico, y particularmente un resorte de acero helicoidal en esta realización, ambos de cuyos extremos están

soldados al marco de acoplamiento 2 y al bloque de masa 3, respectivamente. Además, durante su uso, para garantizar un apoyo consistente y eficaz al bloque de masa 3 por el uno o más elementos elásticos 4, el uno o más elementos elásticos 4 están precomprimidos y en condición precomprimida cuando se montan con el bloque de masa 3 y el marco de acoplamiento 2, y el desplazamiento del uno o más elementos elásticos precomprimidos 4 es mayor que una amplitud de vibración del bloque de masa 3 con respecto a la pared correspondiente de la cavidad de absorción de vibraciones 100 cuando el bloque de masa 3 está en uso.

Un método de aplicación de la solución técnica mencionada anteriormente de esta realización es el mismo que el de la primera realización y, por lo tanto, no se repite. Asimismo, en comparación con el amortiguador de vibraciones de rieles en la primera realización, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización tiene las siguientes ventajas: puesto que los resortes de acero helicoidal se utilizan como elementos elásticos, y los resortes de acero helicoidal tienen buena elasticidad tanto en dirección vertical como transversal, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización puede controlar las vibraciones tanto en la dirección vertical como en la transversal simultáneamente controlando la relación entre la rigidez del resorte de acero en espiral en la dirección vertical y la dirección transversal, y el rendimiento físico de los resortes de acero en espiral está menos influenciado por factores medioambientales, tales como temperatura, humedad y así sucesivamente, las propiedades de reducción de vibraciones de los resortes de acero helicoidales son más eficaces y estables, y la vida útil es más larga. De forma adicional, a diferencia de los resortes de acero helicoidales mencionados anteriormente, los resortes metálicos que se utilizan como elementos elásticos pueden también ser resortes de disco y resortes de placa, todos los que puede obtener excelentes resultados. Por supuesto, en cuanto al uno o más elementos elásticos que comprenden el uno o más resortes metálicos por separado, con el fin de garantizar un soporte constante y eficaz al bloque de masa por parte del uno o más elementos elásticos durante su uso, el uno o más elementos elásticos están preferentemente precomprimidos cuando se montan con el bloque de masa y el marco de acoplamiento durante la fabricación, que se aplica a otras soluciones técnicas de la presente invención en las que el uno o más elementos elásticos comprenden el uno o más resortes metálicos por separado, y se ilustran colectivamente en el presente documento.

Por supuesto, es posible que el uno o más elementos elásticos no estén precomprimidos como se desea. Por ejemplo, en esta realización, los extremos de un resorte helicoidal metálico se pueden soldar o unir al bloque de masa y al marco de acoplamiento, respectivamente, sin que el resorte helicoidal metálico esté precomprimido. Es necesario señalar que tener extremos del resorte helicoidal metálico en esta realización soldados al bloque de masa y al marco de acoplamiento podría lograr ciertas funciones especiales distintas del posicionamiento. Por ejemplo, tener varias espirales de resorte en ambos extremos del resorte helicoidal metálico bloqueadas por materiales adhesivos puede eliminar el problema de rigidez inicialmente no lineal del resorte inducido por error de fabricación y/o error de montaje del resorte helicoidal metálico. En términos generales, se requiere apretar previamente los elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente los elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible determinar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se necesita controlar.

La cuarta realización

El amortiguador de vibraciones de rieles mostrado en la Figura 4 es diferente del de la tercera realización en el que el uno o más elementos elásticos 4 que consisten en el uno o más resortes de acero helicoidales están dispuestos entre el bloque de masa 3 y una de las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100 que está en la dirección transversal del riel de acero y entre el bloque de masa 3 y una de las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100 que está en la dirección vertical del riel de acero al mismo tiempo.

En comparación con el uno o más elementos elásticos en la tercera realización, el o el uno o más elementos elásticos en esta realización están dispuestos independientemente a la izquierda y a la derecha del bloque de masa, y están dispuestos por encima y por debajo del bloque de masa. Las frecuencias en las direcciones vertical y transversal del riel de acero del mismo bloque de masa se pueden ajustar de forma independiente. Por tanto, se realiza una reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones, y la reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones tiene poca interferencia entre sí, lo que proporciona una mayor precisión de control. Asimismo, puesto que el uno o más elementos elásticos soportan el bloque de masa completamente desde todos los lados, el movimiento del bloque de masa es más estable durante los usos y no es propenso a producir momento de balanceo ni momento de vuelco.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La quinta realización

El amortiguador de vibraciones de rieles mostrado en la Figura 5 es diferente del mostrado en la Figura 4 en que el o

el uno o más elementos elásticos 4 dispuestos alrededor del bloque de masa 3 están hechos de material de poliuretano elástico. Además, una placa de conexión 5 se dispone en el marco de acoplamiento 2, y un orificio de conexión 6 está dispuesto en la placa de conexión 5.

- 5 En aplicaciones, tal y como se muestra en la Figura 5, además de adherir los amortiguadores de vibraciones de rieles de la invención dispuestos a ambos lados del riel de acero 1 a las superficies correspondientes del riel de acero, la placa de conexión 5 se usa para encajar en la parte inferior del riel de acero, y una fijación 7 pasa a través del orificio de conexión 6 para conectar las porciones de la placa de conexión 5 del amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención dispuesto en los lados izquierdo y derecho del riel de acero, lo que puede mejorar adicionalmente la estabilidad del montaje del riel de acero y el amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención. Incluso si falla la unión mediante material adhesivo, el amortiguador de vibraciones de rieles se puede fijar todavía a las superficies correspondientes del riel de acero y no caer. Asimismo, puesto que la conexión entre el marco de acoplamiento y el riel de acero es fiable y el uno o más elementos elásticos 4 están apretados previamente, el bloque de masa 3 no se desprende fácilmente de la cavidad de absorción de vibraciones 100, incluso el bloque de masa 3 se separa del uno o más elementos elásticos 4, que no causará problemas ocultos de seguridad al funcionamiento de los trenes.

Por supuesto, basándose en el principio técnico en la primera realización, durante el montaje del amortiguador de vibraciones de rieles de la presente invención en esta realización, es posible no precomprimir el uno o más elementos elásticos dispuestos entre el bloque de masa y el marco de acoplamiento. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprieta previamente o no el uno o más elementos elásticos dependiendo de las características de las frecuencias de vibración de la estructura del riel que necesita ser controlada.

La sexta realización

- 25 El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 6 es diferente del de la quinta realización en que el uno o más elementos elásticos 4 son un resorte compuesto que consiste en caucho y un resorte metálico. Asimismo, se dispone en la placa de conexión 5 estructuras de hebilla, que comprenden una ranura 8 y una mordaza 9 dispuestas respectivamente en la placa de conexión 5 para acoplarse entre sí. En aplicaciones, además de la unión mediante material adhesivo, las estructuras de hebilla también se utilizan para juntar los amortiguadores de vibraciones de rieles de la invención dispuestos a ambos lados del riel de acero y, por lo tanto, montar firmemente el riel de acero y el amortiguador de vibraciones de rieles integralmente. Al mismo tiempo, el material de caucho en el uno o más elementos elásticos 4 puede ser uno o más elementos de amortiguación.

- 35 En la solución técnica mencionada anteriormente de esta realización, el uno o más elementos elásticos 4 están hechos del resorte compuesto que consiste en caucho y el resorte metálico. El uso de resortes compuestos de caucho-metálicos no solo puede emplear por completo la alta elasticidad y la larga vida útil de los resortes metálicos, sino que también utiliza material de caucho para suprimir eficazmente la resonancia durante el funcionamiento de los resortes metálicos, lo que es ventajoso para mejorar aún más las propiedades de reducción de vibraciones y prolongar la vida útil de los rieles de acero.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La séptima realización

- 50 El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 7 es diferente del de la sexta realización en que la placa de conexión 5 tiene una porción de conexión doblada 10 dispuesta sobre la misma. En aplicaciones, el marco de acoplamiento 2 se ajusta al alma del riel y la placa del flanco en un lado del riel de acero 1. La placa de conexión 5 cubre toda la parte inferior del riel, y después la porción de conexión doblada 10 se pliega y encaja a presión en la placa del flanco en el otro lado del riel de acero. De esta forma, se realiza el montaje del riel de acero y el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención.

Comparado con el de la sexta realización, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización emplea la placa de conexión y la porción de conexión doblada que se encaja directamente en la superficie no funcional del riel de acero. Su instalación y remoción son rápidas y convenientes, por lo tanto son convenientes para el mantenimiento, seguras y fiables. En aplicaciones, los amortiguadores de vibraciones de rieles se pueden colocar alternativamente en el lado izquierdo y en el lado derecho del riel de acero. Además, se puede usar material adhesivo junto con la placa de conexión para unir adicionalmente los amortiguadores de vibraciones de riel de la invención al riel de acero. Cuando se utiliza la porción de conexión doblada para montar el amortiguador de vibraciones de rieles al riel de acero directamente, también es posible agregar una capa de material de amortiguación sólido en las superficies de contacto entre el marco de acoplamiento 2 y el riel de acero y las superficies de contacto entre la placa de conexión 5 y el riel de acero para evitar el ruido causado por el impacto de metales entre el marco de acoplamiento. y el riel de acero, si

el marco de acoplamiento está hecho de material metálico. En este caso, el marco de acoplamiento 2, la placa de conexión 5, el riel de acero 1 y la capa de material de amortiguación sólido pueden formar también una estructura de amortiguación restringida y, por lo tanto, pueden proporcionar una capacidad de disipación de energía mejorada y un efecto de reducción de vibraciones mejorado, que no se ilustrará.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La octava realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 8 es diferente del de la séptima realización en que el marco de acoplamiento 2 está encajado a la parte inferior del riel por la placa de conexión 5 y la porción de conexión doblada 10 dispuesta en la placa de conexión 5 de modo que se realiza el montaje entre el amortiguador de vibraciones de rieles y el riel de acero. Asimismo, el uno o más elementos elásticos 4 en la cavidad de absorción de vibraciones 100 es un resorte compuesto que consiste en un resorte de disco metálico y material de poliuretano elástico, en el que los extremos del resorte de disco metálico están fijados y soldados con el marco de acoplamiento adyacente 2 y el bloque de masa 3 integralmente.

Comparado con la séptima realización, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización utiliza el resorte compuesto que consiste en el resorte de disco metálico y el material de poliuretano elástico como el uno o más elementos elásticos 4, que pueden aprovechar plenamente las ventajas de una gran capacidad de carga, larga vida útil y ahorro de espacio de los resortes de disco. Asimismo, el espacio debajo de la parte inferior del riel de acero se puede utilizar completamente, lo que es ventajoso para dejar espacio para desechar un bloque de masa más grande y mejorar aún más el rendimiento de reducción de vibraciones. Como alternativa, como se menciona en la séptima realización, también es posible agregar una capa de material de amortiguación sólido en las superficies de contacto entre el marco de acoplamiento 2 y el riel de acero y las superficies de contacto entre la placa de conexión 5 y el riel de acero para evitar el ruido causado por el impacto de metales entre el marco de acoplamiento. y el riel de acero, si el marco de acoplamiento está hecho de material metálico.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La novena realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 9 y 10 es diferente del de la séptima realización en que el uno o más elementos elásticos 4 son un resorte de placa. El resorte de placa consiste en una pieza de resorte metálica 11 hecha de acero para resortes y una capa de caucho 12 revestida en su superficie. El bloque de masa 3 tiene canales de limitación de posición correspondientes para recibir el resorte de placa. Cabe señalar que en el uno o más elementos elásticos 4, la pieza de resorte metálica 11 se utiliza principalmente para proporcionar elasticidad y la capa de caucho 12 se utiliza para proporcionar amortiguación. Por tanto, la capa de caucho 12 sirve en este caso como elemento de amortiguación.

Un método de aplicación de esta realización del presente amortiguador de vibraciones de rieles es exactamente el mismo que el de la séptima realización y, por lo tanto, no se repetirá. Comparado con la séptima realización, además de la disipación de energía y la reducción de vibraciones realizadas por un sistema sintonizado que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elástico, la disipación de energía por cizallamiento se puede realizar mediante las piezas de resorte metálicas 11 del uno o más elementos elásticos del presente amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización que cizallan consistentemente la capa de caucho 12 entre las piezas de resorte metálicas 11 y el marco de acoplamiento bajo las restricciones del marco de acoplamiento. Por tanto, se logra una disipación de energía más rápida y, por lo tanto, un mejor rendimiento de reducción de vibraciones.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La décima realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 9 y 11 es diferente del de la novena

realización en que el uno o más elementos elásticos 4 consisten en un resorte de placa. El o los resortes de placa consisten en dos piezas de resorte metálicas 14 hechas de acero para resortes y una capa de caucho 13 entre las mismas. Similar a eso en la novena realización, el caucho 13 actúa también como elemento de amortiguación.

- 5 Un método de aplicación de esta realización y sus ventajas son sustancialmente los mismos que en la novena realización. Un punto que debe explicarse es que la estructura de amortiguación restringida, comprendida directamente por las piezas de resorte metálicas 14 y la capa de caucho 13 en esta realización, disipará constantemente la energía durante su uso. Puesto que el área efectiva de las piezas de resorte metálicas 14 para cizallar material de amortiguación entre ellas es mayor, la disipación de energía causada por la amortiguación por cizallamiento es mayor, la atenuación de la energía de vibración del riel de acero es más rápida y la reducción de vibraciones es más eficaz.

- De nuevo, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

20 La undécima realización

- Basándose en los principios técnicos de las Figuras 6, 7 y 8, el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 12 comprende un marco de acoplamiento 18 dispuesto en el lado derecho del alma del riel del riel de acero 1, un marco de acoplamiento 15 dispuesto en la parte inferior del riel y un marco de acoplamiento 22
25 dispuesto en el lado izquierdo del riel de acero, en el que el marco de acoplamiento 18 y el marco de acoplamiento 15 están dispuestos integralmente. El marco de acoplamiento 18 comprende una cavidad de absorción de vibraciones 101, en el que se dispone un bloque de masa 19. Un uno o más elementos elásticos 20 están dispuestos entre el bloque de masa 19 y las superficies de la pared de la cavidad de absorción de vibraciones 101 en la dirección vertical de un riel de acero y entre el bloque de masa 19 y las superficies de la pared de la cavidad de absorción de vibraciones
30 101 en la dirección transversal del riel de acero, respectivamente. El uno o más elementos elásticos 20 están compuestos por uno o más resortes de acero en espiral y material de caucho. El marco de acoplamiento 15 comprende una cavidad de absorción de vibraciones 102, en el que se dispone un bloque de masa 16. Un uno o más elementos elásticos 17 están dispuestos entre el bloque de masa 16 y las superficies de la pared de la cavidad de absorción de vibraciones 102 en la dirección vertical del riel de acero y entre el bloque de masa 16 y las superficies de la pared de la
35 cavidad de absorción de vibraciones 102 en la dirección transversal del riel de acero, respectivamente. El uno o más elementos elásticos 17 están hechos de material de caucho. El marco de acoplamiento 22 comprende una cavidad de absorción de vibraciones 103, en el que se dispone un bloque de masa 23. Un uno o más elementos elásticos 21 están dispuestos entre el bloque de masa 23 y las superficies de la pared de la cavidad de absorción de vibraciones 103 en la dirección vertical del riel de acero y entre el bloque de masa 23 y las superficies de la pared de la cavidad
40 de absorción de vibraciones 103 en la dirección transversal del riel de acero, respectivamente. El uno o más elementos elásticos 21 están compuestos por uno o más resortes de acero en espiral y material de caucho. Asimismo, una placa de conexión 25 con un orificio de conexión está dispuesta en el marco de acoplamiento 15. Una placa de conexión 24 con un orificio de conexión está dispuesta en el marco de acoplamiento 22. Se utiliza una fijación 26 para conectar la placa de conexión 25 con la placa de conexión 24 integralmente de modo que el riel de acero y el amortiguador de
45 vibraciones de rieles de la invención se ensamblen juntos firmemente.

- Como alternativa, es posible añadir una capa de material de amortiguación sobre las superficies de contacto de la invención y el riel de acero para evitar el ruido provocado por el impacto de metales entre el marco de acoplamiento y el riel de acero. Además, también es posible utilizar material adhesivo adicional para unir la presente invención con el
50 riel de acero con el fin de mejorar la fiabilidad de la conexión.

- En la solución técnica mencionada anteriormente de esta realización, el amortiguador de vibraciones de rieles cubre la mayoría de las superficies no funcionales del riel de acero, incluida la parte inferior, la placa del flanco y una porción del alma del riel de acero. Aprovecha todas las ventajas del espacio y se dispone más de los sistemas sintonizados
55 por resorte de masa que consisten en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos, lo que proporciona una disipación más rápida de la energía de vibración del riel de acero y mejora aún más el rendimiento del amortiguador para reducir la vibración y el ruido. Más importante, puesto que se disponen múltiples cavidades de absorción de vibraciones, el mismo comprende una pluralidad de sistemas sintonizados que consisten en un bloque de masa y elementos elásticos, que pueden ser de diferentes sistemas sintonizados que se utilizan para controlar la vibración en
60 diferentes frecuencias. Por tanto, el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención puede controlar más frecuencias de vibración y por tanto tiene un mejor efecto de reducción de vibraciones.

- Basándose en el principio técnico en esta realización, es posible que el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 13 tenga el marco de acoplamiento 18 y el marco de acoplamiento 15 integrados
65 juntos, y una placa de conexión 5 que esté dispuesta en el marco de acoplamiento 15 con un extremo dispuesto en una porción de conexión doblada 10 para encajar en el riel de acero 1, lo que también puede obtener muy buen efecto.

Adicionalmente, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La duodécima realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 14 y 15 es diferente del de la séptima realización en que el marco de acoplamiento 2 tiene cuatro cavidades de absorción de vibraciones separadas por divisores 48 a lo largo de una dirección longitudinal del riel de acero. Cada cavidad de absorción de vibraciones tiene un bloque de masa y un uno o más elementos elásticos dispuestos en su interior. En una cavidad de absorción de vibraciones 104, un bloque de masa 40 y un uno o más elementos elásticos 41 están dispuestos en su interior con el uno o más elementos elásticos 41 dispuestos rodeando el bloque de masa 40 entre el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones. En una cavidad de absorción de vibraciones 105, un bloque de masa 42 y un uno o más elementos elásticos 43 están dispuestos con el uno o más elementos elásticos 43 dispuestos rodeando el bloque de masa 42 entre el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones. En una cavidad de absorción de vibraciones 106, un bloque de masa 44 y un uno o más elementos elásticos 45 están dispuestos con el uno o más elementos elásticos 45 dispuestos rodeando el bloque de masa 44 entre el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones. En una cavidad de absorción de vibraciones 107, un bloque de masa 46 y un uno o más elementos elásticos 47 están dispuestos con el uno o más elementos elásticos 47 dispuestos rodeando el bloque de masa 46 entre el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones. Los bloques de masa 40, 42, 44 y 46 están todos hechos de hierro fundido. Los elementos elásticos 41, 43, 45 y 47 están todos hechos de material de caucho elástico de alta amortiguación, que también pueden actuar como elementos de amortiguación.

Un método de aplicación del amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización es el mismo que en la séptima realización y, por tanto, no se repite. Comparado con la séptima realización, es más ventajoso que en la solución técnica mencionada anteriormente de esta realización, puesto que cuatro cavidades de absorción de vibraciones de diferentes tamaños están dispuestas en el marco de acoplamiento a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero, por tanto, el tamaño de cada bloque de masa en cada cavidad de absorción de vibraciones es diferente entre sí y el espesor del uno o más elementos elásticos en cada cavidad de absorción de vibraciones es diferente entre sí, optimizando los parámetros de cada bloque de masa y el uno o más elementos elásticos en cada cavidad de absorción de vibraciones de forma independiente, cada sistema sintonizado por resorte de masa que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos en cada cavidad de absorción de vibraciones puede usarse para controlar la vibración bajo ciertas frecuencias, dicho de otra forma, se puede utilizar para controlar la vibración en cuatro frecuencias simultáneamente, lo que proporciona un mejor rendimiento de reducción de vibraciones y ruido durante su uso. Asimismo, los materiales de los bloques de masa en diferentes cavidades de absorción de vibraciones se pueden diseñar de forma diferente, y los materiales del uno o más elementos elásticos en diferentes cavidades de absorción de vibraciones se pueden diseñar también de forma diferente, todas cuyas soluciones se pueden utilizar para controlar eficazmente la vibración en determinadas frecuencias, siempre que la masa y la rigidez del uno o más elementos elásticos estén correctamente ajustadas y estén dentro del alcance de la invención. De forma adicional, basándose en el principio técnico de la cuarta realización, los elementos elásticos ubicados a la izquierda, derecha, arriba y abajo del bloque de masa, respectivamente, pueden estar hechos de diferentes materiales, lo que hace que las frecuencias de los bloques de masa en la dirección vertical y la dirección transversal del riel de acero puedan ajustarse de forma independiente y puedan obtener una reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones. La reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones tiene poca interferencia entre sí y puede proporcionar un control más preciso, cuya característica es aplicable a otras soluciones técnicas en las que se disponen elementos elásticos alrededor del bloque de masa y entre el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones y se ilustra colectivamente en el presente documento.

De nuevo, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimotercera realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 14 y 16 es diferente del de la duodécima realización en que el marco de acoplamiento 2 comprende una cavidad de absorción de vibraciones, en la que están dispuestos un bloque de masa 40 y un uno o más elementos elásticos 41. El bloque de masa 40 está hecho de acero fundido. El uno o más elementos elásticos 41 están hechos de material de caucho elástico de alta

amortiguación. El o el uno o más elementos elásticos 41 están dispuestos rodeando el bloque de masa 40 entre el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones, que también actúan como uno o más elementos de amortiguación. Asimismo, solo una porción media del bloque de masa 40 está dispuesta en la cavidad de absorción de vibraciones del marco de acoplamiento 2, con ambos extremos del bloque de masa 40 extendiéndose hacia el exterior del marco de acoplamiento 2.

Además de tener todas las ventajas del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 5, puesto que solo una porción del bloque de masa está dispuesta en la cavidad de absorción de vibraciones, los parámetros de masa y rigidez del uno o más elementos elásticos se pueden ajustar convenientemente, y puesto que se puede disponer un bloque de masa más grande, la solución técnica mencionada anteriormente de esta realización puede usarse no solo para el control de la vibración en frecuencias medias y altas, sino también para el control de la vibración a bajas frecuencias, lo que tiene un intervalo aplicable más amplio. De forma similar, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización se puede fijar en la superficie no funcional del riel de acero entre traviesas de riel adyacentes a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero sin interferir con elementos de riel tales como fijaciones durante el montaje. Sin embargo, puesto que la longitud del marco de acoplamiento 2 a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero es más corta que el bloque de masa 40, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización también es ventajoso para ahorrar material.

De nuevo, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimocuarta realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 14 y 17 es diferente del de la decimotercera realización en que comprende dos marcos de acoplamiento 2, ambos dispuestos en los extremos del bloque de masa 40, respectivamente. Cada marco de acoplamiento 2 tiene la cavidad de absorción de vibraciones, en la que están dispuestos el bloque de masa 40 y el uno o más elementos elásticos 41, en el que el bloque de masa 40 tiene solo porciones en sus extremos dispuestas en la cavidad de absorción de vibraciones y su porción media está expuesta entre los dos marcos de acoplamiento.

Comparado con la decimotercera realización, la solución técnica mencionada anteriormente en esta realización es más conveniente para la fabricación y el montaje. Asimismo, el tamaño del área de la sección transversal de la porción media del bloque de masa puede ser incluso mayor que el del área de la sección transversal del marco de acoplamiento, lo que es ventajoso para emplear un bloque de masa más grande, que puede proporcionar control de la vibración a frecuencias más bajas. Por otra parte, para ambos extremos del bloque de masa que cooperan con los elementos elásticos y el marco de acoplamiento, el amortiguador de vibraciones de rieles de esta realización es más estable durante su uso. Asimismo, también es ventajoso que el amortiguador de vibraciones de rieles de esta realización reduzca el material utilizado en la fabricación del marco de acoplamiento y, por tanto, ahorre costes.

Basándose en el principio técnico mencionado anteriormente de esta realización, se pueden disponer tres o más marcos de acoplamiento, lo que está dentro del alcance de protección de la invención. Adicionalmente, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimoquinta realización

Además de que la pluralidad de cavidades de absorción de vibraciones en el marco de acoplamiento están dispuestas a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero, tal y como se muestra en la Figura 15, el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 18 es diferente del de la duodécima realización en que el marco de acoplamiento 2 comprende tres cavidades de absorción de vibraciones, que están dispuestas en la dirección vertical al riel de acero. Una cavidad de absorción de vibraciones más alta tiene un bloque de masa 58 y un elemento elástico 59 dispuesto en su interior. Una cavidad intermedia de absorción de vibraciones tiene un bloque de masa 60 y un elemento elástico 61 dispuesto en su interior. Una cavidad de absorción de vibraciones más baja tiene un bloque de masa 62 y un elemento elástico 63 dispuesto en su interior. Los bloques de masa 58, 60 y 62 están hechos de material de hormigón pesado. Los elementos elásticos 59, 61 y 63 están todos hechos de poliuretano elástico.

Como se muestra en la Figura 18, en aplicaciones, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización está unido a la parte inferior de una cabeza de etapa ferroviaria y al alma del riel de acero 1 mediante material adhesivo. Para mejorar la fiabilidad de la conexión y la fijación, se usa además una pinza de resorte 64 para sujetar el

amortiguador de vibraciones de rieles sobre la superficie del riel de acero, y así realizar el montaje del amortiguador de vibraciones de rieles de la invención al riel de acero.

Similar a la duodécima realización, el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención es capaz de controlar vibraciones en múltiples frecuencias optimizando la masa y la rigidez de los elementos elásticos, y es conveniente para su uso. Por ejemplo, es posible controlar la vibración deflectiva en la cabeza de etapa ferroviaria usando un dispositivo sintonizado que consiste en el bloque de masa 58 y el uno o más elementos elásticos 59, para controlar las vibraciones transversales y verticales en el alma del riel mediante el uso de un dispositivo sintonizado que consiste en el bloque de masa 60 y el uno o más elementos elásticos 61, y para controlar las vibraciones de la placa del flanco y el alma del riel mediante el uso de un dispositivo sintonizado que consiste en el bloque de masa 62 y uno o más elementos elásticos 63. El control pertinente se puede impartir dependiendo de las características de vibración en diferentes áreas, lo que puede proporcionar un mejor efecto de atenuación de vibraciones. Los bloques de masa están hechos de hormigón pesado y, por lo tanto, no son susceptibles a la corrosión, tienen una larga vida útil y reducen significativamente los costes. Asimismo, los bloques de masa y el uno o más elementos elásticos en diferentes cavidades de absorción de vibraciones pueden estar hechos de diferentes materiales. Por ejemplo, resortes metálicos, se pueden utilizar resortes de caucho y resortes de poliuretano elástico, respectivamente. También, es además posible que los bloques de masa estén hechos de hormigón normal u hormigón armado, lo que también puede lograr muy buen efecto.

De nuevo, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimosexta realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 19 es diferente del de la decimoquinta realización en que el marco de acoplamiento 2 comprende cuatro cavidades de absorción de vibraciones con las cuatro cavidades dispuestas en un patrón de verificación. Una cavidad de absorción de vibraciones superior izquierda tiene un bloque de masa 49 y un elemento elástico 50 dispuesto su interior. Una cavidad de absorción de vibraciones superior derecha tiene un bloque de masa 51 y un elemento elástico 52 dispuesto su interior. Una cavidad de absorción de vibraciones inferior izquierda tiene un bloque de masa 53 y un elemento elástico 54 dispuesto su interior. Una cavidad de absorción de vibraciones inferior derecha tiene bloques de masa 55 y 56 y un elemento elástico 57 dispuesto su interior. Todos los bloques de masa están hechos de hierro fundido. Todos los elementos elásticos 50, 52, 54 y 57 están hechos de diferentes materiales de caucho con diferentes rigideces, respectivamente.

Similar a la decimoquinta realización, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización también puede controlar vibraciones bajo múltiples frecuencias simultáneamente. Particularmente, para la cavidad de absorción de vibraciones inferior derecha que tiene dos bloques de masa, se pueden controlar las vibraciones en diferentes frecuencias después de la optimización de parámetros, lo que puede proporcionar una atenuación de vibraciones más eficaz.

Cabe señalar que, basándose en principios técnicos de la duodécima, decimoquinta y presente realizaciones, las cavidades de absorción de vibraciones en un marco de acoplamiento se pueden colocar en la dirección vertical y/o en la dirección transversal del riel de acero y/o en la dirección longitudinal del riel de acero, lo que puede controlar las vibraciones en múltiples frecuencias y son convenientes durante su uso. De nuevo, el uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimoséptima realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 20 y 21 es diferente del mostrado en la Figura 4 en que el marco de acoplamiento 2 está hecho de placa de acero, y en que la cavidad de absorción de vibraciones 100 del marco de acoplamiento tiene un elemento de amortiguación 65 dispuesto en su interior. El elemento de amortiguación 65 está hecho de material de amortiguación líquido. Las juntas 66 están dispuestas en las aberturas a ambos lados de la cavidad de absorción de vibraciones 100. Las juntas 66 están hechas de placa de acero. Las juntas 66 están soldadas al marco de acoplamiento y, por lo tanto, encierran completamente la cavidad de absorción de vibraciones 100. El material de amortiguación líquido carga una porción del espacio entre el bloque de masa 3 y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100.

Un método de aplicación del amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización es el mismo que en la primera

realización y, por tanto, no se repite. En comparación con el amortiguador de vibraciones de rieles que se muestra en la Figura 4, cuando el bloque de masa 3 se desplaza al absorber la energía de vibración del riel de acero, el material de amortiguación líquido producirá una fuerza reactiva para evitar que el bloque de masa se desplace de modo que la energía del bloque de masa se disipe rápidamente, puesto que el elemento de amortiguación 65 hecho del material de amortiguación líquido se añade en la cavidad de absorción de vibraciones. Por tanto, no solo la energía de vibración del riel de acero se disipa rápidamente, sino que también se suprime la resonancia del uno o más elementos elásticos 4, de modo que el uno o más elementos elásticos 4 pueden recuperarse todavía, lo que puede mejorar la vida útil a la fatiga del uno o más elementos elástico y, por lo tanto, prolongar la vida útil del amortiguador de la invención.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimoctava realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 22 y 23 es diferente del de la decimoséptima realización en que el bloque de masa 3 tiene una estructura cóncava-convexa que altera el flujo dispuesta sobre el mismo. Específicamente, la estructura cóncavo-convexa que altera el flujo es una pluralidad de rebordes 67 que tienen una sección transversal triangular dispuesta en las superficies del bloque de masa 3.

En comparación con la decimoséptima realización, el elemento de amortiguación 65 que consiste en el bloque de masa 3 y el material de amortiguación líquido tiene un área de contacto efectiva más grande y, por lo tanto, la fuerza de arrastre producida por el material de amortiguación líquido al bloque de masa es mayor debido a la pluralidad de rebordes 67 dispuestos en las superficies del bloque de masa 3, lo que puede disipar la energía rápidamente y proporcionar un mejor efecto de atenuación de vibraciones.

Basándose en el principio técnico mencionado anteriormente en esta realización, las secciones transversales de los rebordes 67 pueden tener varias formas, tales como arco, rectángulo, trapezoidal y así sucesivamente. Asimismo, puede haber varias estructuras cóncavas-convexas de alteración de flujo. Por ejemplo, las estructuras cóncavas-convexas pueden ser una pluralidad de ranuras 68 en las superficies del bloque de masa 3 mostrado en la Figura 24, o una pluralidad de protuberancias locales 69 en las superficies del bloque de masa mostrado en la Figura 25, o una pluralidad de rebajes locales 70 en las superficies del bloque de masa 3 que se muestra en la Figura 26. Aparte de las formas ilustradas, las secciones transversales de las ranuras 68, los rebordes locales 69 y las cavidades locales 70 pueden tener varias formas siempre que aumenten el área de contacto efectivo entre el bloque de masa y el material de amortiguación líquido.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

La decimonovena realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 27 es diferente del de la decimoctava realización en que la estructura cóncavo-convexa alteradora del flujo consiste en una pluralidad de orificios alteradores del flujo 71 que atraviesan el bloque de masa 3 en la dirección vertical del Riel de acero. Los orificios de alteración de flujo 71 están sumergidos en el elemento de amortiguación 65 que está hecho de material de amortiguación líquido.

Los orificios de alteración del flujo 71 dispuestos en el bloque de masa 3 pueden aumentar eficazmente el área de contacto válida entre el bloque de masa y el material de amortiguación líquido. Cuando el bloque de masa 3 se mueve, el material de amortiguación líquido en los orificios de alteración de flujo 71 se mueve con relación al bloque de masa 3. Por consiguiente, se produce una fuerza resistiva para disipar la energía. Por lo tanto, tener los orificios de alteración del flujo 71 dispuestos en el bloque de masa 3 puede mejorar eficazmente el rendimiento de reducción de vibraciones del amortiguador. Puesto que los orificios de alteración de flujo 71 están dispuestos en la dirección vertical del riel de acero, el efecto de reducción de vibraciones es más significativo cuando el bloque de masa se mueve en la dirección vertical del riel de acero. Por tanto, esta solución técnica es más adecuada para el control de la vibración vertical del riel de acero. Basándose en este principio, también es posible disponer los orificios de alteración del flujo 72 en el bloque de masa en la dirección transversal del riel de acero para controlar la vibración transversal del riel de acero, como se muestra en la Figura 27. Seguramente, es posible tener los orificios alteradores del flujo en el bloque de masa tanto en la dirección vertical como en la dirección transversal del riel de acero, lo que es ventajoso para mejorar completamente la capacidad de control de la vibración del riel de acero y está dentro del alcance de la invención.

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos

generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

5

La vigésima realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en las Figuras 28 y 29 es diferente del de la decimosexta realización en que las palas móviles 73 están dispuestas en el bloque de masa 3, y palas estacionarias dispuestas en las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100 para cooperar con las palas móviles 73

10

alternativamente, y una porción de los espacios entre la pala estacionaria estática adyacente 74 y una pala móvil 73 se carga con el material de amortiguación líquido 65.

15

Similar a una solución técnica en la decimoctava realización, el área de contacto válida entre el bloque de masa y el material de amortiguación líquido aumenta sustancialmente debido a la cooperación de las palas móviles y estacionarias dispuestas en el bloque de masa y las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones, mientras que los efectos de extrusión se imparten al material de amortiguación líquido mediante las palas móviles y estacionarias que cooperan entre sí durante el funcionamiento, lo que puede disipar la energía rápidamente y proporcionar un mejor efecto de reducción de vibraciones.

20

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

25

La vigésima primera realización

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 30 es diferente del de la vigésima realización en que los orificios 75 y 76 de alteración del flujo están dispuestos en las palas móviles y estacionarias 73 y 74, respectivamente.

30

Puesto que los orificios de alteración de flujo están dispuestos tanto en las palas móviles como en las estacionarias, el material de amortiguación líquido se ve obligado a moverse en los orificios de alteración del flujo cuando las palas móviles se acercan a las palas estáticas, lo que mejora aún más la capacidad de disipación de energía y, por tanto, el rendimiento de reducción de vibraciones del amortiguador. Basándose en el principio técnico mencionado anteriormente en esta realización, los orificios de alteración de flujo pueden disponerse solo en palas móviles o solo en palas estacionarias, lo que también puede proporcionar un buen efecto de reducción de vibraciones. Asimismo, basándose en los principios técnicos de esta realización y la decimoctava realización, también es posible disponer además las estructuras cóncavo-convexas de alteración de flujo, tales como rebordes, salientes, protuberancias locales o rebajes locales, en las palas estacionarias y/o móviles, todas las que pueden proporcionar un efecto similar, que se describen solo en el texto sin ilustrarse en dibujos adicionales.

35

40

El uno o más elementos elásticos en esta realización pueden estar precomprimidos o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

45

La vigésima segunda realización

50

El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención mostrado en la Figura 31 es diferente del de la quinta realización en que el marco de acoplamiento 2 encierra una parte de una placa del flanco y una parte de la parte inferior del riel de acero 1, y comprende una cavidad de absorción de vibraciones 100, correspondientemente, el bloque de masa 3 tiene forma de 'C', el o el uno o más elementos elásticos 4 están dispuestos entre el bloque de masa 3 y la cavidad de absorción de vibraciones 100 en la dirección vertical y la dirección transversal del riel de acero, en el que el uno o más elementos elásticos 4 están fijados al bloque de masa 3 y al marco de acoplamiento 2 mediante un proceso de vulcanización, están precomprimidos y en condición precomprimida cuando se montan con el bloque de masa 3 y el marco de acoplamiento 2, y el desplazamiento del elemento elástico 4 causado por la precompresión es mayor que la amplitud de vibración del bloque de masa 3 con respecto a las paredes de la cavidad de absorción de vibraciones 100 cuando el bloque de masa 3 está en uso.

55

60

Un método para montar el amortiguador de vibraciones de rieles y el riel de acero en esta realización es el mismo que el método en la quinta realización y, por tanto, no se repite. Comparado con la quinta realización, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización está montaje con el riel de acero en una posición más baja, lo que puede proporcionar más espacio para los accesorios del riel de acero, como la placa de pescado, y mejorar la adaptabilidad

65

del borde del riel de acero. Asimismo, tal y como se muestra en la Figura 31, el amortiguador de vibraciones de rieles en esta realización de la invención puede cooperar con placas de amortiguación que restringen el laberinto durante su uso. Las placas de amortiguación que restringen el laberinto comprenden una placa de conexión 201 y una placa de restricción 200. La placa de conexión 201 y la placa de restricción 202 tienen estructuras cóncavas-convexas que cooperan entre sí. Una capa de material de amortiguación 202 está dispuesta en un espacio entre la placa de conexión 201 y la placa de restricción 200. Puesto que la placa de amortiguación que restringe el laberinto tiene un efecto de reducción de ruido y vibración de amplio intervalo, cuando la placa de amortiguación que restringe el laberinto se utiliza junto con el amortiguador de vibraciones de rieles, el amortiguador de vibraciones de rieles se puede usar para controlar la vibración en ciertas frecuencias que contribuyen significativamente a la vibración y el ruido, y la placa de amortiguación que restringe el laberinto se puede usar para suprimir la vibración y el ruido en una amplia gama de frecuencias de forma eficaz, lo que puede proporcionar una gestión general más excelente de la vibración y el ruido del riel de acero. Basándose en el principio técnico mencionado anteriormente en esta realización, las soluciones en otras realizaciones pueden cooperar con la placa de amortiguación que restringe el laberinto, así como en los usos deseados. Por ejemplo, la placa de amortiguación que restringe el laberinto se puede colocar adicionalmente en el alma del riel y encima del amortiguador de vibraciones de rieles, en aplicaciones del amortiguador de vibraciones de rieles que se muestra en la Figura 28, o se puede colocar adicionalmente en la parte inferior del riel que se muestra en aplicaciones del amortiguador de vibraciones de rieles mostrado en la Figura 22, ambos pueden proporcionar un efecto muy bueno de reducción de vibraciones y ruido, y se describen solo en el texto sin ilustrarse en dibujos adicionales. Es necesario explicar que en esta realización, el uno o más elementos elásticos se pueden precomprimir o no según se desee. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

Es obvio a partir de las realizaciones mencionadas anteriormente que el amortiguador de vibraciones de rieles de la invención tiene el sistema masa-resorte que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos dispuestos dentro del marco de acoplamiento. Tiene al menos las siguientes ventajas. (1) El marco de acoplamiento proporciona una protección eficaz para el sistema de masa-resorte que consiste en el bloque de masa y el uno o más elementos elásticos. En particular, cuando se utiliza el material elástico de alto polímero, el material elástico no es susceptible al envejecimiento por lo que la vida útil de sus productos se prolonga sustancialmente. (2) Puesto que el bloque de masa de la presente invención no está encerrado dentro de los elementos elásticos, a diferencia de la técnica anterior, y que el bloque de masa de la presente invención solo se conecta con los elementos elásticos en serie, los materiales de los elementos elásticos se pueden seleccionar de una gama más amplia y hacen posible el uso de resortes metálicos, que pueden aprovechar al máximo la alta elasticidad, propiedades físicas estables influenciadas poco por los entornos, tales como la humedad y así sucesivamente, rendimiento de atenuación de vibraciones más eficaz y estable y larga vida útil. (3) Además de la amortiguación de masa sintonizada, el bloque de masa y el marco de acoplamiento restringen el uno o más elementos elásticos y el uno o más elementos de amortiguación cuando las amplitudes de vibración del bloque de masa y del marco de acoplamiento son mayores que $1/2$ longitud de onda de una frecuencia modal, y la deformación relativa entre el bloque de masa y el marco de acoplamiento cizallará el material de amortiguación entremedio, realizando una disipación de energía adicional causada por la deformación por cizallamiento y, por tanto, un efecto reductor de vibraciones más significativo. (4) El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención hace un gran avance en la estructura y aplica menos restricciones a los elementos elásticos. Por tanto, los materiales de los elementos elásticos se pueden elegir entre una gama más amplia. Para baja frecuencia y alta frecuencia, el caucho puede ser reemplazado por elementos elásticos como los resortes metálicos para evitar los inconvenientes del tipo existente de elementos elásticos de caucho, como la sensibilidad a la temperatura. Por tanto, el amortiguador de vibraciones de rieles es aplicable a un intervalo de parámetros más amplio, tiene un rendimiento más estable y una mejor resistencia a la intemperie. (5) Puesto que el espacio disponible en la superficie del riel de acero es muy limitado, y que el bloque de masa de la presente invención no está dispuesto dentro del uno o más elementos elásticos, el uno o más elementos elásticos requieren menos espacio y, por lo tanto, se puede colocar un bloque de masa más grande y más pesado en las mismas condiciones de espacio, lo que a su vez mejora eficazmente el efecto de reducción de vibraciones sintonizado en masa. (6) Los elementos elásticos, el material de amortiguación y el material adhesivo se pueden optimizar individualmente, y cada uno se puede producir a gran escala en fábricas, resultando en parámetros estables, en los que el material adhesivo proporciona fuerza de adherencia, el material elástico proporciona sintonización de frecuencia y el material de amortiguación proporciona disipación de energía. (7) Incluso en caso de rotura del material elástico, el bloque de masa del amortiguador de vibraciones de rieles no se caería, lo que proporciona seguridad y fiabilidad. (8) Los elementos elásticos están dispuestos a la izquierda y a la derecha del bloque de masa, y por encima y debajo del bloque de masa por separado. Por lo tanto, el mismo bloque de masa se puede ajustar independientemente en las direcciones vertical y transversal del riel de acero para realizar una reducción de vibraciones de masa sintonizada en ambas direcciones. (9) El amortiguador de vibraciones de rieles es un producto terminado al salir de las fábricas. La frecuencia de trabajo del producto se puede medir y sintonizar con precisión antes de salir de las fábricas. Por tanto, no se requiere ninguna sintonización en campo. Solo se necesita unión, sujeción o conexión mediante fijaciones. (10) Si los elementos elásticos están precomprimidos, la rigidez del uno o más elementos elásticos y la frecuencia de trabajo del amortiguador de vibraciones no cambiarían, incluso si el material se rompe o se forman grietas internas. Por otro lado, cuando se utiliza el control de vibraciones de alta frecuencia, puesto que la amplitud de vibración del bloque de masa

es menor, la rigidez del uno o más elementos elásticos precomprimidos cambia linealmente, lo que hace un diseño más fácil y un control más preciso. En tercer lugar, en caso de rotura del material elástico, dado que el uno o más elementos elásticos están apretados previamente, el bloque de masa no se caería, lo que proporciona seguridad y fiabilidad.

5 El uno o más elementos elásticos de la invención pueden estar o no precomprimidos, de modo que cuando el uno o más elementos elásticos no están precomprimidos, es necesario considerar el posicionamiento y la fijación del uno o más elementos elásticos. En términos generales, se requiere apretar previamente el uno o más elementos elásticos para controlar las vibraciones de alta frecuencia, y no es necesario apretar previamente el uno o más elementos
10 elásticos para controlar las vibraciones de baja frecuencia. En aplicaciones prácticas, es posible seleccionar si se aprietan previamente o no los elementos elásticos en función de las características de las frecuencias de vibración de la estructura que se va a controlar.

15 El amortiguador de vibraciones de rieles de la invención tiene una adaptabilidad versátil, larga vida útil, buena resistencia a la intemperie, excelente efecto reductor de vibraciones y ruido, y una amplia perspectiva de aplicaciones. Asimismo, las realizaciones de la invención son solo para fines ilustrativos, y los métodos de montaje de la invención y los rieles de acero Z se pueden incluir, además de unirse con material adhesivo, conectándose a presión y conectándose mediante las fijaciones mencionadas en las realizaciones, mientras que otros medios, tales como la conexión por clips de resorte se puede utilizar en su montaje. Se entenderá por los expertos en la técnica que se
20 pueden realizar modificaciones dentro del alcance de la invención tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un amortiguador de vibraciones de rieles para un riel de acero (1) para tránsito ferroviario, teniendo el riel (1) una cabeza de etapa ferroviaria, un alma, un flanco y una parte inferior, comprendiendo el amortiguador de vibraciones de rieles uno o más elementos elásticos (4) y un bloque de masa (3), en donde el amortiguador de vibraciones de rieles comprende además al menos un marco de acoplamiento (2) que está hecho de acero, acero inoxidable, aleación de aluminio o acero reforzado con fibra de vidrio, el marco de acoplamiento (2) incluye en su interior al menos una cavidad de absorción de vibraciones (100), con el bloque de masa (3) dispuesto al menos parcialmente en la cavidad de absorción de vibraciones (100) del marco de acoplamiento, y el uno o más elementos elásticos (4) están dispuestos entre el bloque de masa (3) y una pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100), en donde, durante su uso, el marco de acoplamiento (2) se puede unir a una porción de la superficie no funcional del riel de acero (1) mediante unión, sujeción, o mediante fijaciones, **caracterizado por que:** la superficie del marco de acoplamiento (2) que se puede unir a la porción de la superficie no funcional, durante su uso, se ajusta a la porción de la superficie no funcional, y la superficie no funcional comprende al menos un alma del riel, flanco y superficie inferior del riel.
2. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el o el uno o más elementos elásticos (4) están dispuestos entre el bloque de masa (3) y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100) de modo que, durante su uso, el uno o más elementos elásticos (4) están en una dirección vertical y/o transversal del riel de acero (1), o el uno o más elementos elásticos (4) rodean el bloque de masa (3) entre el bloque de masa (3) y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100).
3. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el uno o más elementos elástico (4) están hechos de al menos un material seleccionado de un grupo que consiste en resorte de caucho, poliuretano elástico y metálico, el resorte metálico incluye resorte de disco, resorte de placa y resorte helicoidal.
4. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un desplazamiento del uno o más elementos elásticos (4) causado por la precompresión es mayor que la amplitud de vibración del bloque de masa (3) durante su funcionamiento con respecto a la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100) cuando el uno o más elementos elásticos (4) dispuestos entre el bloque de masa (3) y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100) están en un estado precomprimido.
5. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además uno o más elementos de amortiguación (65) dispuestos entre el bloque de masa (3) y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100), en el que el uno o más elementos de amortiguación (65) están hechos de un material de amortiguación sólido elástico o un material de amortiguación líquido, cuando el elemento de amortiguación (65) es líquido, una junta está dispuesta en una abertura de la cavidad de absorción de vibraciones (100) y sella completamente la cavidad de absorción de vibraciones (100), llenándose el material de amortiguación líquido en una porción del espacio entre el bloque de masa (3) y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100).
6. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 5, en el que las palas móviles (73) están dispuestas en el bloque de masa (3), y las palas estacionarias (74) están dispuestas en la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100) y cooperan alternativamente con las palas móviles (73), y el material de amortiguación líquido se carga en una porción del espacio entre las palas estacionarias (74) y las palas móviles (73) adyacentes.
7. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 6, en el que los orificios de alteración de flujo o las estructuras cóncavo-convexas de alteración de flujo están dispuestos en las palas móviles (73) y/o en las palas estacionarias (74).
8. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los orificios de alteración de flujo o las estructuras cóncavo-convexas de alteración de flujo están dispuestos en el bloque de masa (3).
9. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una placa de conexión (5) está dispuesta en el marco de acoplamiento (2), y un orificio de conexión (6), una porción de conexión doblada o una estructura de encaje están dispuestos sobre la placa de conexión (5).
10. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una estructura de refuerzo de conexión está dispuesta sobre una superficie de pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100) que coopera con el uno o más elementos elásticos (4) y/o una superficie de acoplamiento del bloque de masa (3) que coopera con el uno o más elementos elásticos (4), y en donde la estructura de refuerzo de conexión comprende una estructura de superficie cóncavo-convexa, una estructura moleteada superficial o una estructura abrasiva superficial.
11. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el marco de acoplamiento (2) está adaptado para colocarse sobre la superficie no funcional del riel de acero a lo largo de una dirección longitudinal del riel de acero, y en el que la superficie no funcional del riel de acero incluye la superficie de una porción inferior de una cabeza de etapa ferroviaria, superficie de un alma del riel, superficie de una placa del flanco, y superficie

inferior del riel de acero fuera del borde del riel de acero cuando el riel de acero está en uso.

5 12. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 1, en el que más de una cavidad de absorción de vibraciones están dispuestas en el marco de acoplamiento (2) una al lado de la otra, en donde durante su uso, las cavidades de absorción de vibraciones están en la dirección vertical del riel de acero y/o en la dirección transversal del riel de acero y/o a lo largo de la dirección longitudinal del riel de acero.

10 13. El amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el o el uno o más elementos elásticos (4) están conectados integralmente con el bloque de masa (3) y la pared de la cavidad de absorción de vibraciones (100) respectivamente mediante unión con material adhesivo, soldadura o vulcanizado.

14. Un conjunto de riel con control de ruido que comprende:

15 un amortiguador de vibraciones de rieles de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13; y
un riel de acero;
en donde el marco de acoplamiento (2) está unido a una porción de la superficie no funcional del riel de acero (1) mediante unión, sujeción, o mediante fijaciones, y en donde la superficie no funcional del riel de acero incluye la superficie de una parte inferior de una cabeza de etapa ferroviaria, superficie de un alma del riel, superficie de una placa del flanco y superficie inferior del riel de acero fuera del borde del riel de acero cuando el riel de acero está en uso;
20 en donde la superficie del marco de acoplamiento (2) que está unida a la porción de la superficie no funcional se ajusta a la porción de la superficie no funcional.

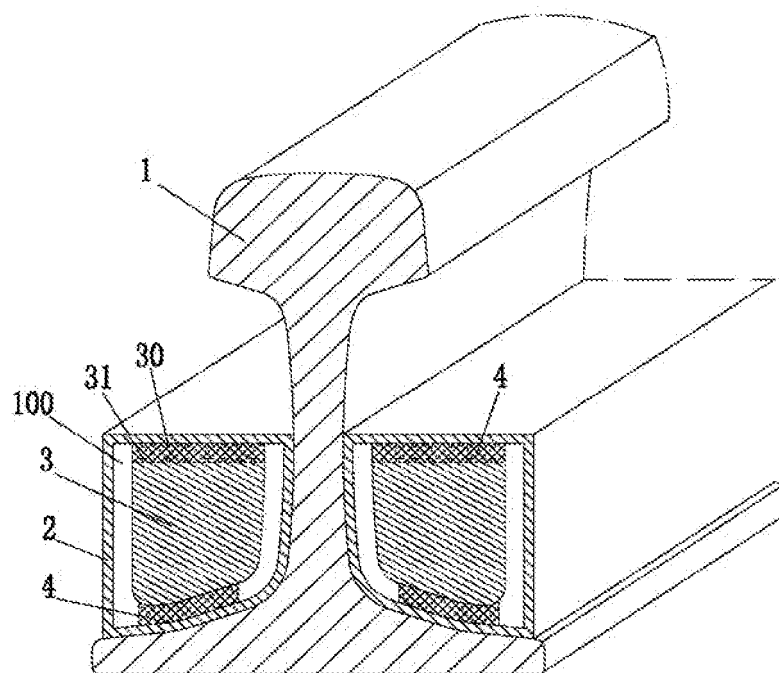


Fig. 1

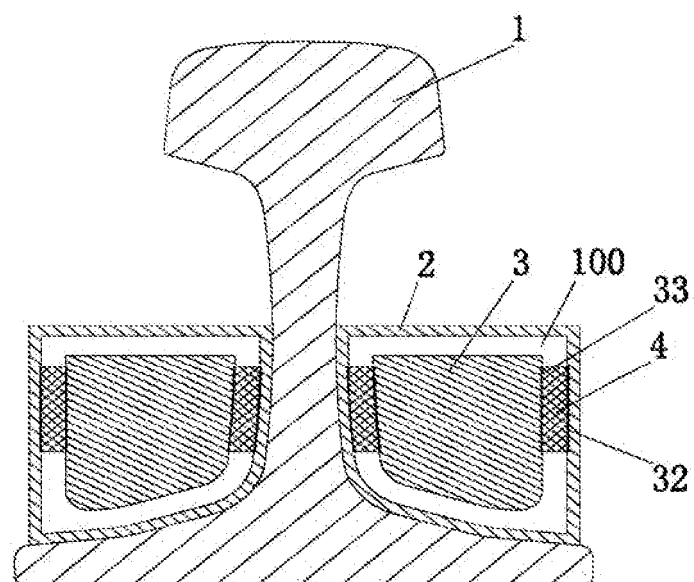


Fig. 2

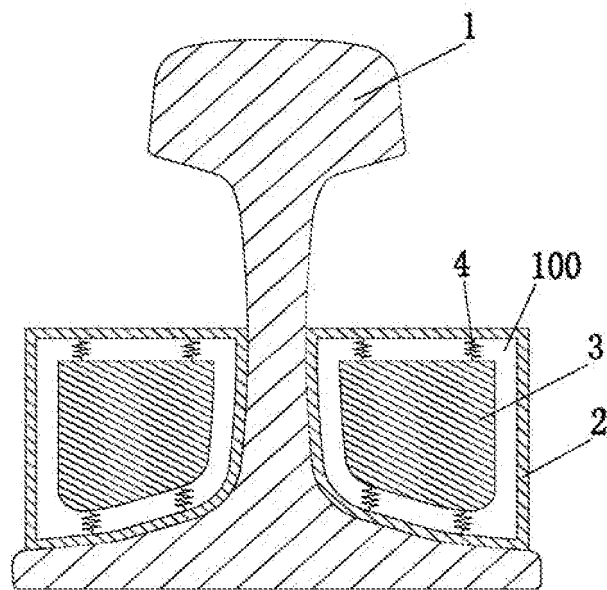


Fig. 3

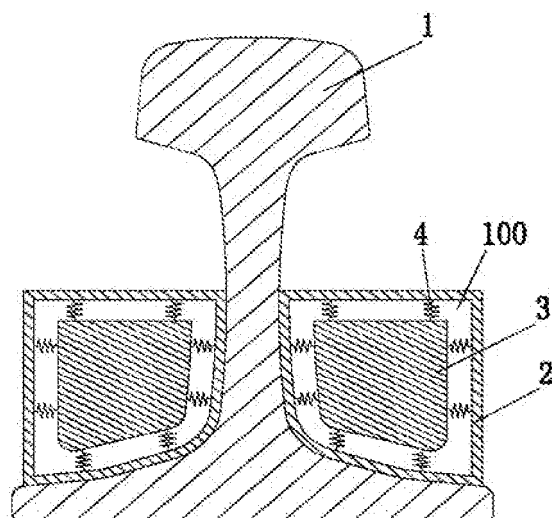


Fig. 4

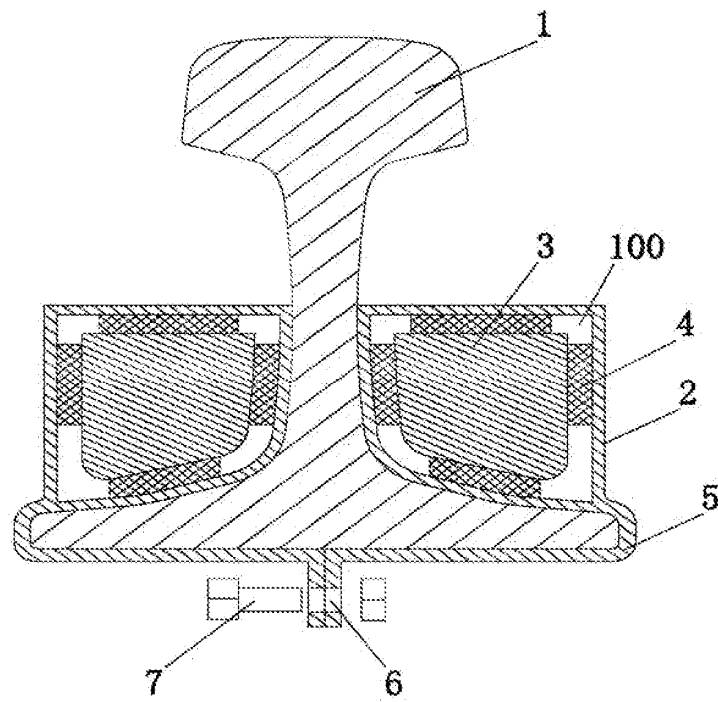


Fig. 5

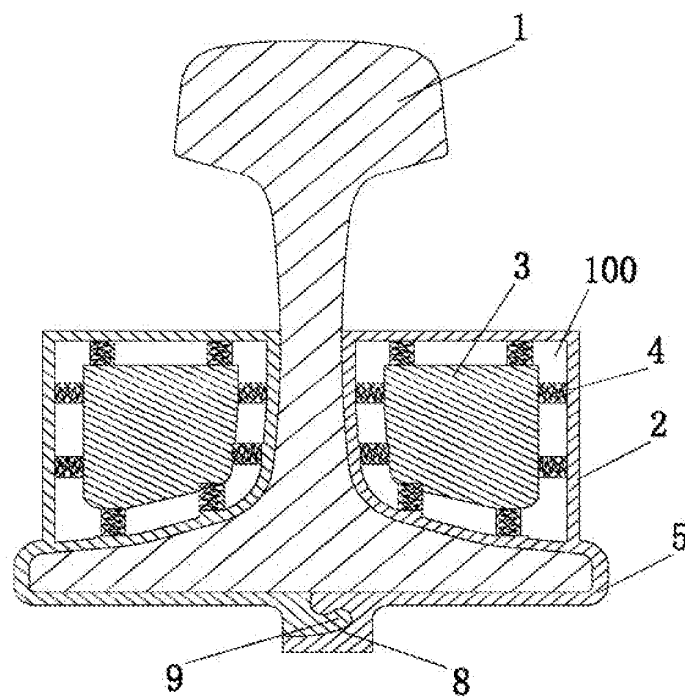


Fig. 6

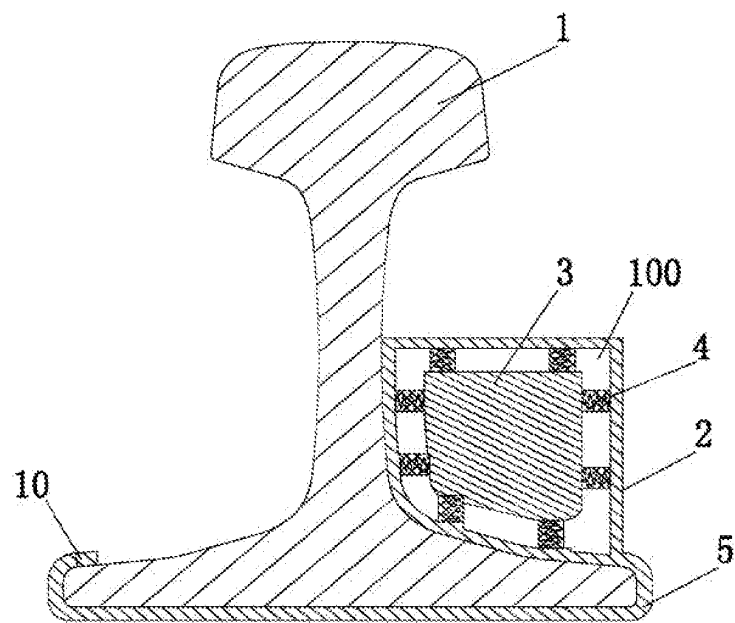


Fig. 7

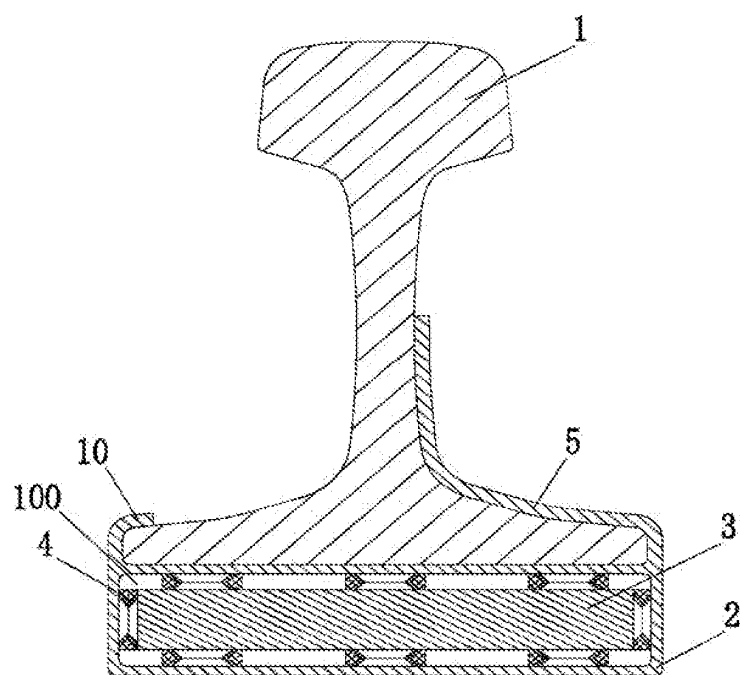


Fig. 8

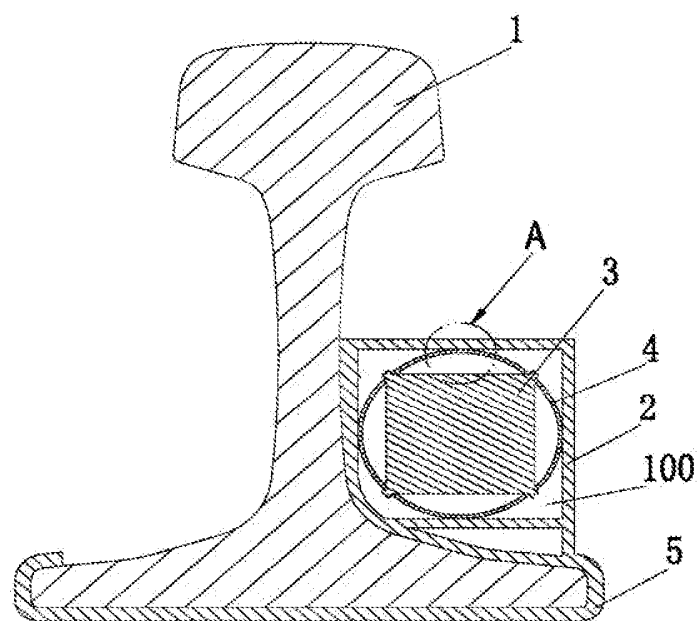


Fig. 9

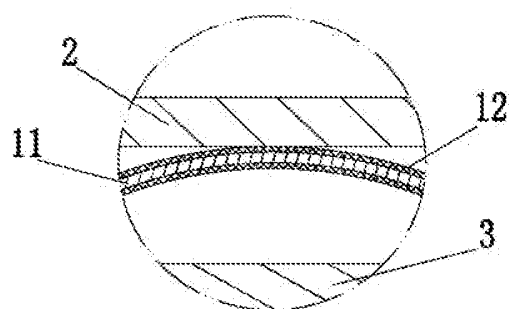


Fig. 10

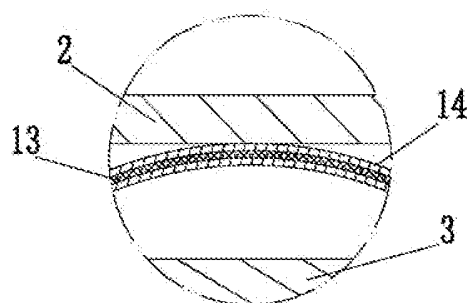


Fig. 11

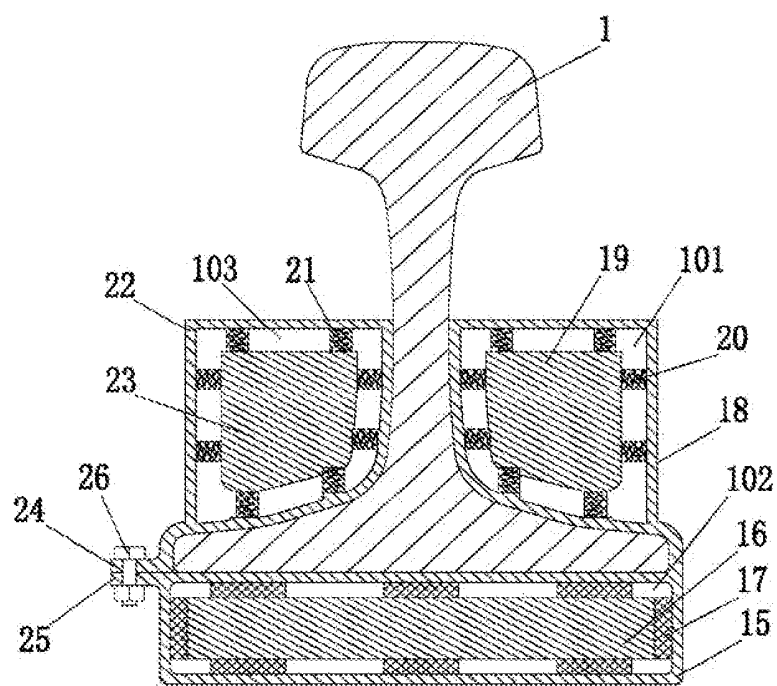


Fig. 12

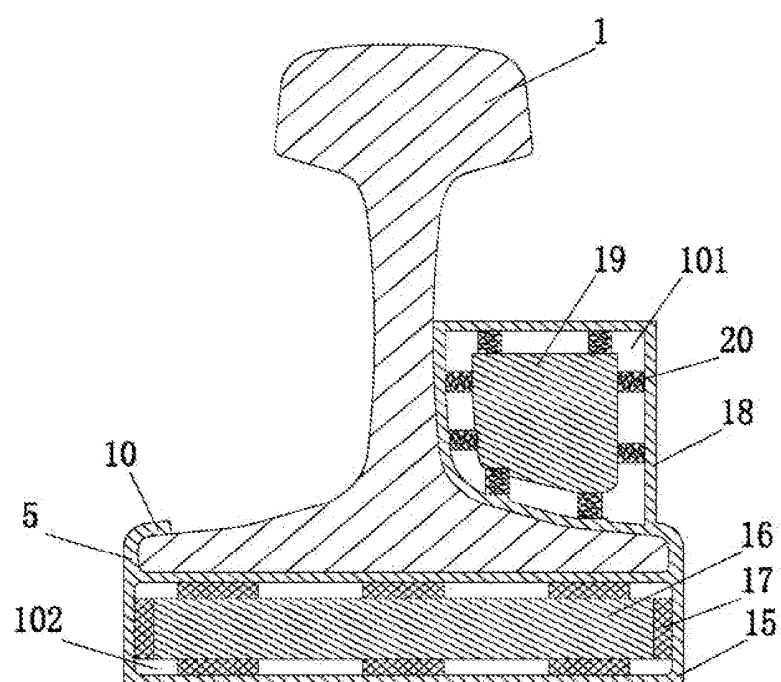


Fig. 13

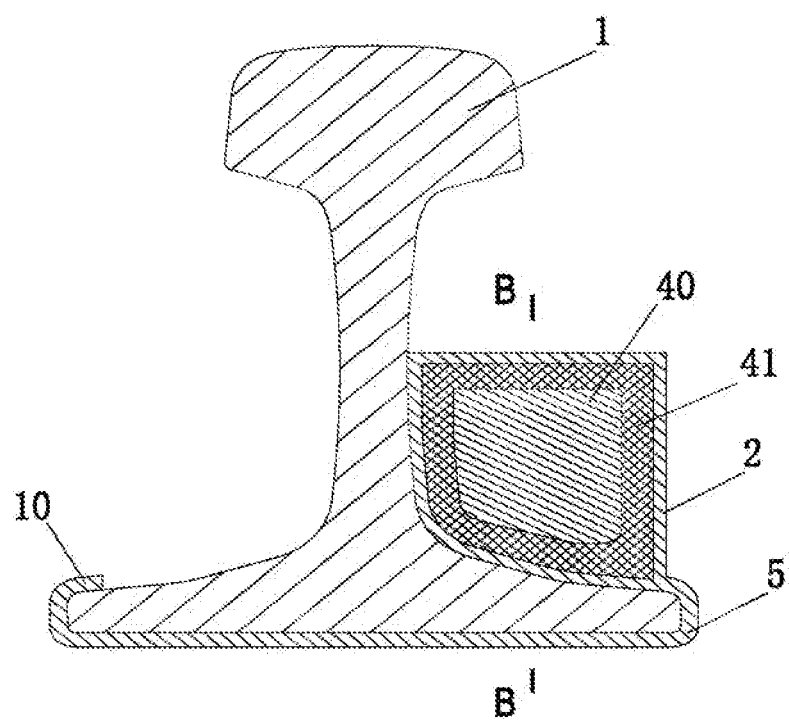


Fig. 14

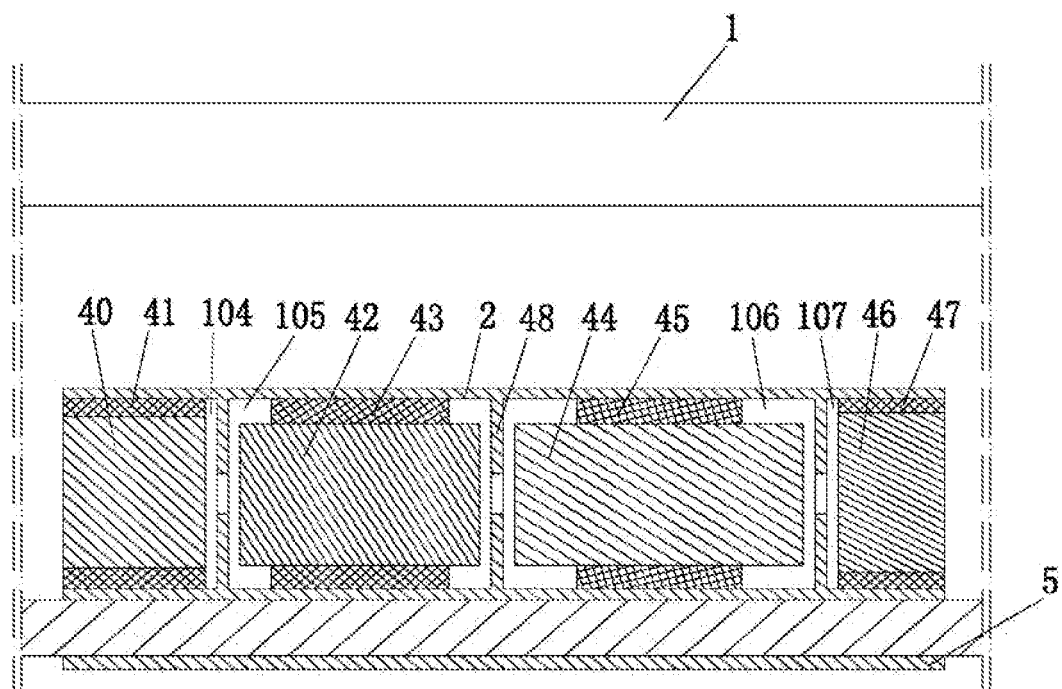


Fig. 15

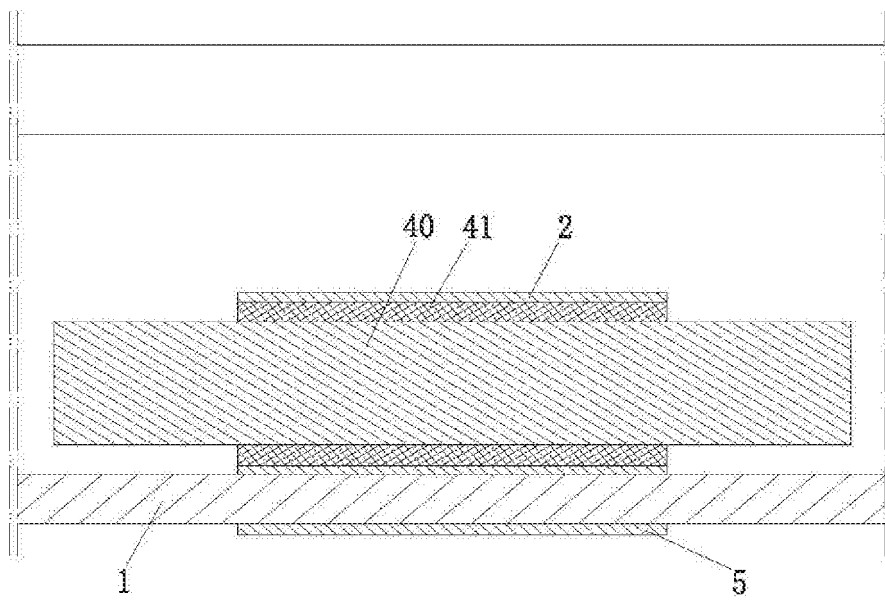


Fig. 16

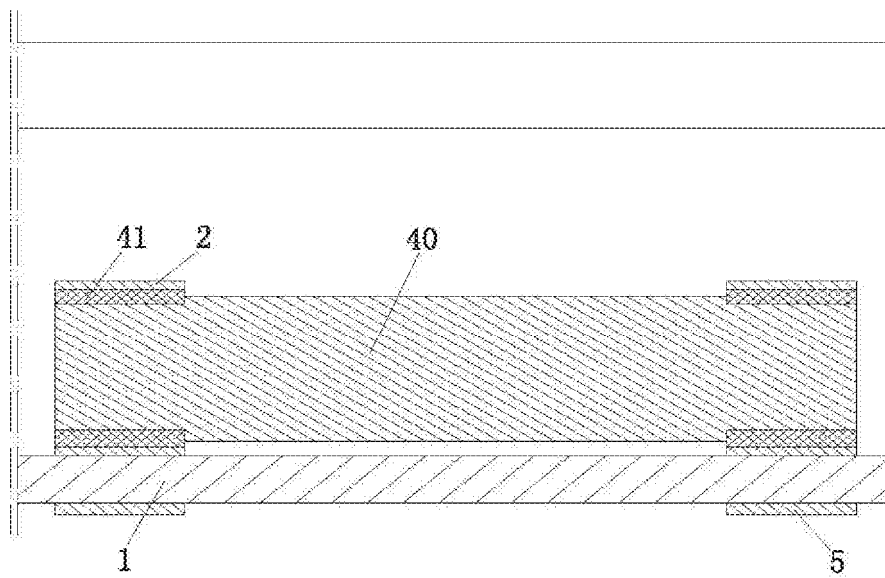


Fig. 17

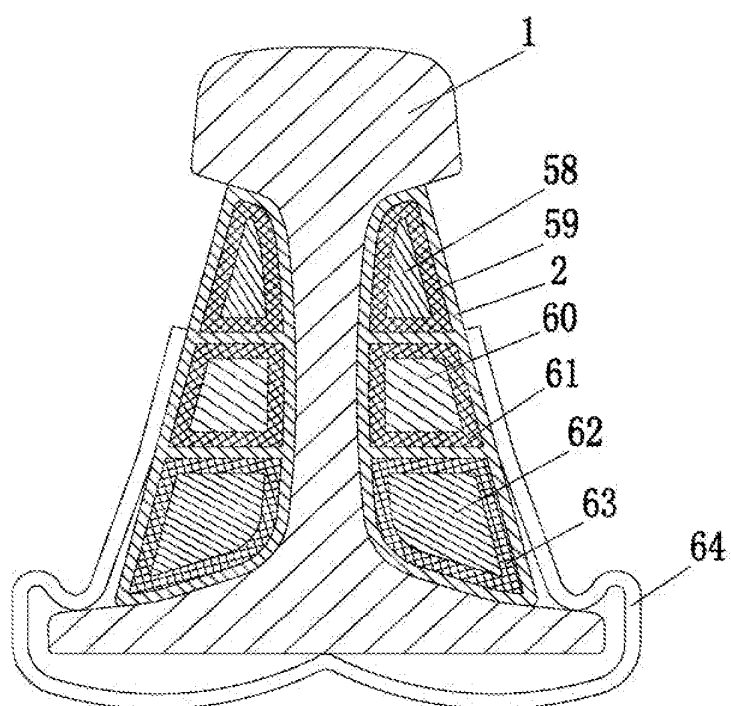


Fig. 18

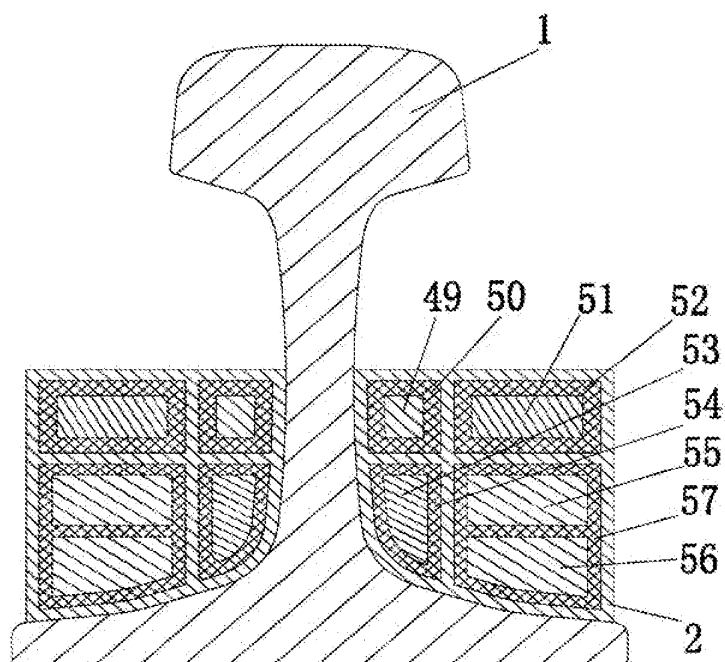


Fig. 19

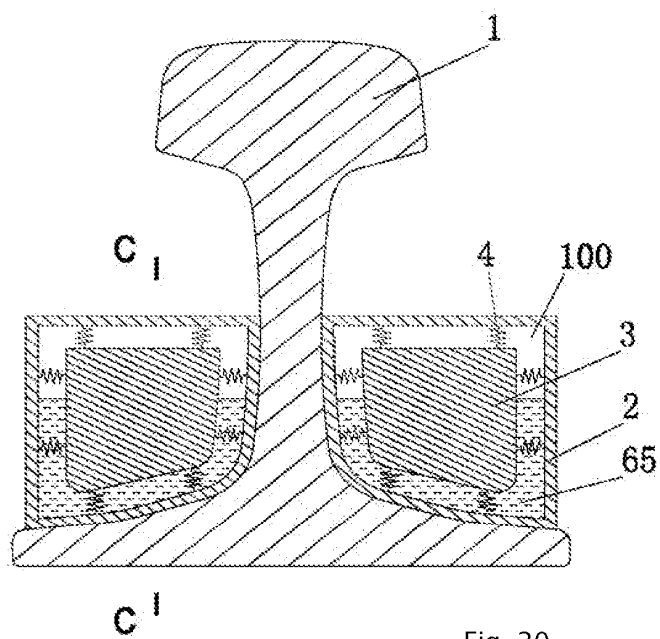


Fig. 20

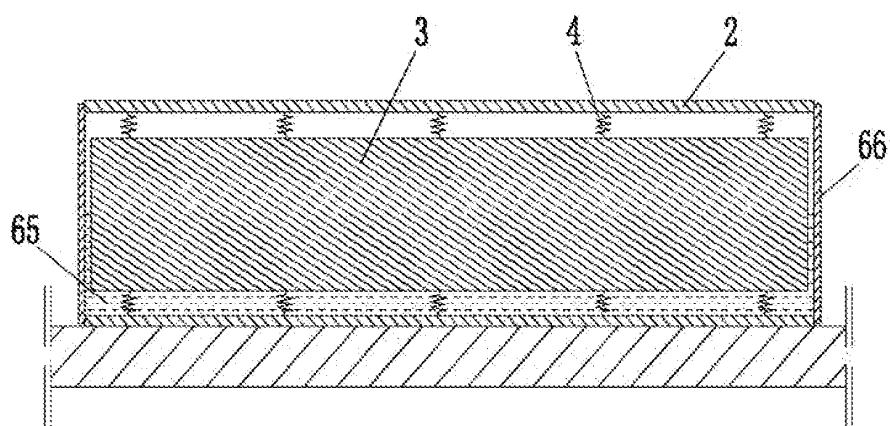


Fig. 21

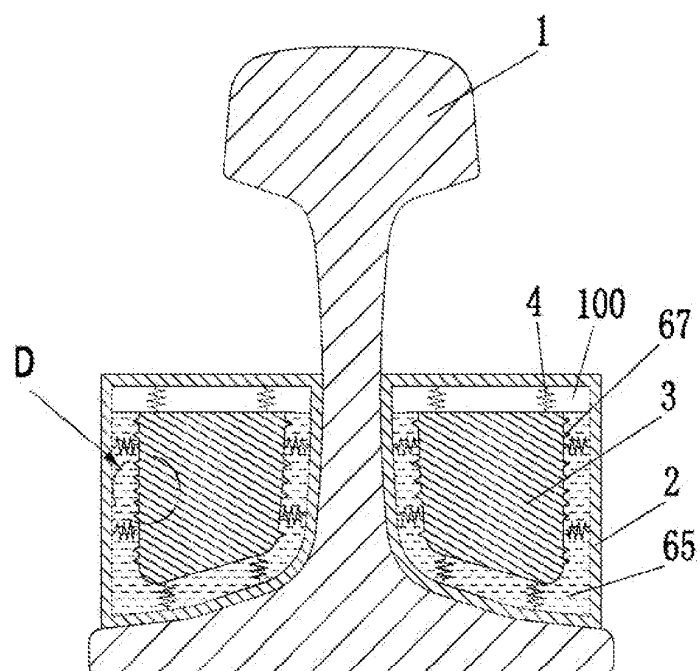


Fig. 22

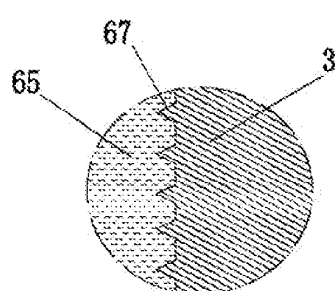


Fig. 23

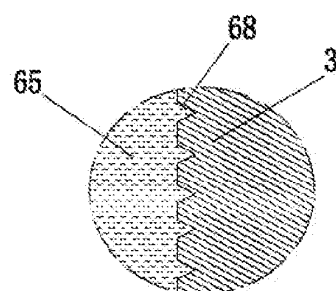


Fig. 24

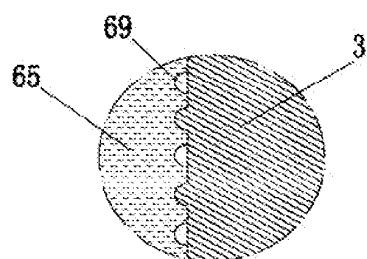


Fig. 25

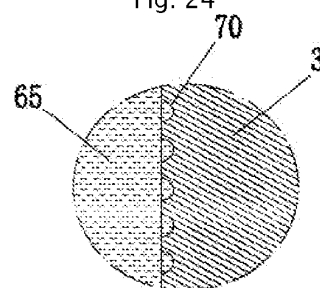


Fig. 26

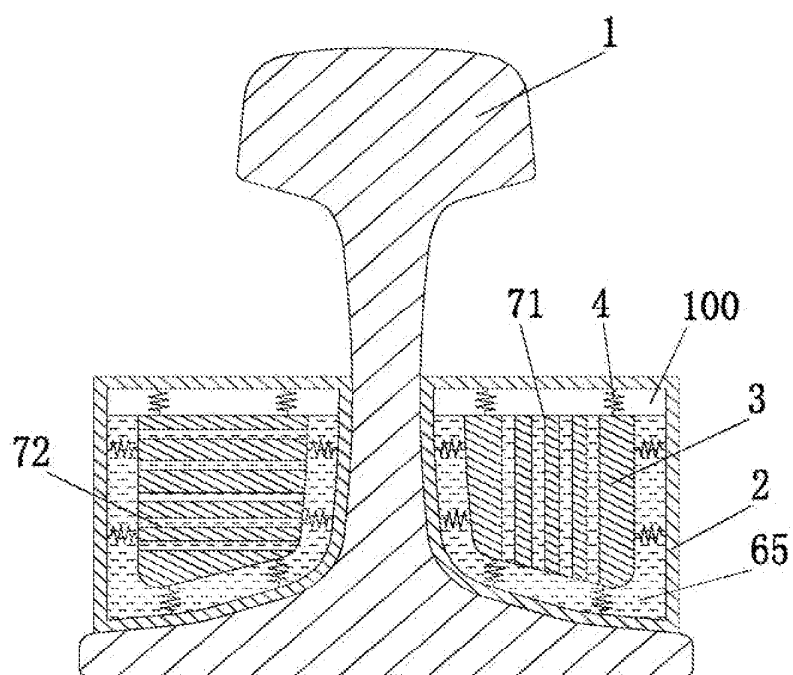


Fig. 27

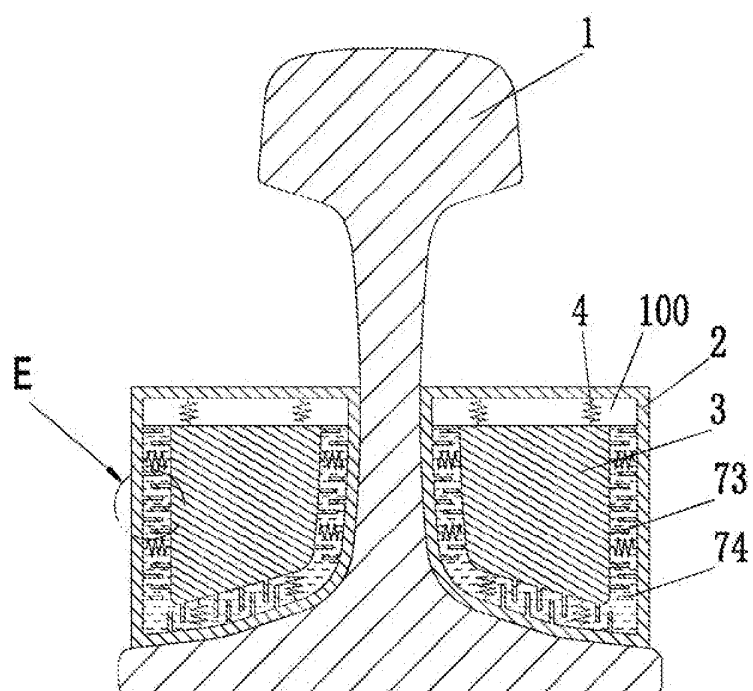


Fig. 28

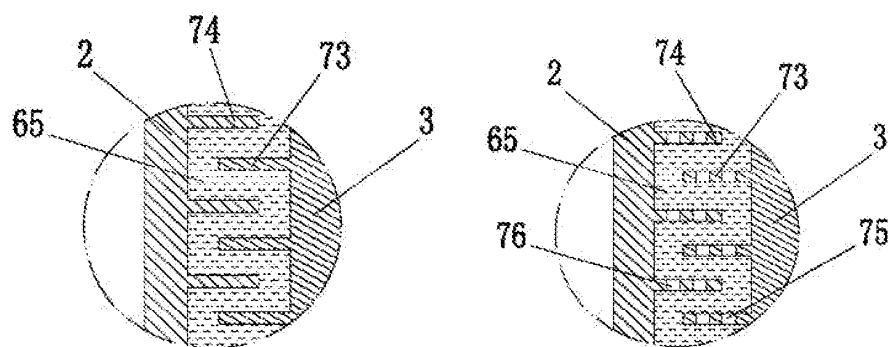


Fig. 29

Fig. 30

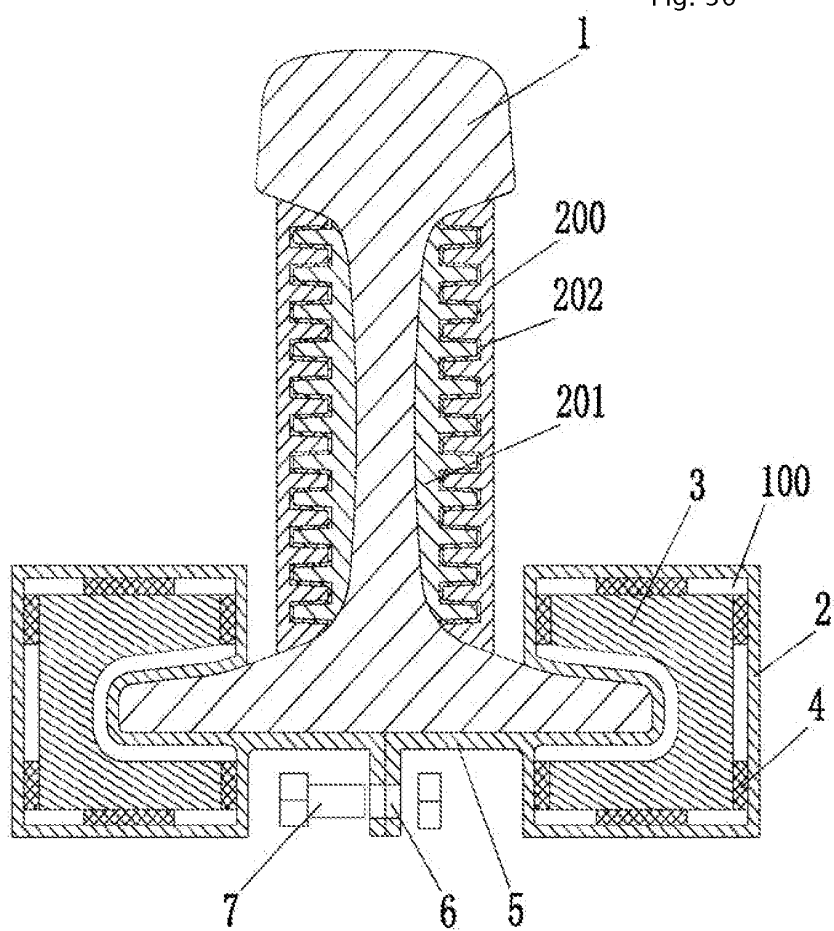


Fig. 31