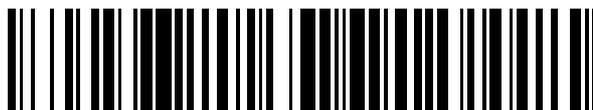


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 771**

51 Int. Cl.:

**B60B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2014 PCT/JP2014/001670**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14156102**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2014 E 14776336 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 2979896**

54 Título: **Rueda insonorizada para vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

**28.03.2013 JP 2013070314**

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

**01.06.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJIMOTO, TAKAHIRO;  
MINAMI, HIDEKI;  
SAKAI, HIROKI y  
ABE, SHINGO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 670 771 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

Rueda insonorizada para vehículo ferroviario

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una rueda insonorizada para un vehículo ferroviario y, en particular, a una rueda insonorizada para un vehículo ferroviario, que prevé una reducción significativa en el ruido causado por la vibración de la rueda, y también tiene una durabilidad excelente.

10

**Antecedentes de la técnica**

El ruido que se genera cuando un vehículo ferroviario se desplaza es un asunto de la más alta prioridad a resolver para los entornos en los bordes de las vías férreas. Tal ruido incluye los que se generan a partir de ruedas. El ruido que se genera a partir de una rueda incluye el ruido de rodadura de rueda y el así denominado ruido chirriante. El ruido chirriante se genera principalmente cuando un vehículo pasa por una carretera curvada que tiene una curvatura grande. El ruido de rodadura de rueda se genera no solo cuando un vehículo pasa por una carretera curvada sino también cuando el mismo pasa por una carretera recta.

15

20

La superficie de un raíl, así como la superficie de una rueda que entra en contacto con la misma, tienen una irregularidad muy pequeña. Como resultado, cuando la rueda rueda sobre el raíl, la rueda y el raíl se excitan, siendo concebible que se dé lugar a un ruido de rodadura de rueda. También se concibe que el ruido chirriante se pueda atribuir a la vibración de la rueda. Además, tiene lugar un ruido de rueda peculiar de una forma tal que: cuando hay una porción que tiene un desgaste de tipo onda (al que se hace referencia, en lo sucesivo en el presente documento, como "desgaste ondulado") sobre una parte de banda de rodadura, que es una porción que va a entrar en contacto con la rueda, en el raíl, y si el vehículo pasa sobre una porción desgastada de este tipo, la rueda se excita seriamente, dando lugar de este modo a ruido.

25

30

Para reducir el ruido que es generado por la vibración de una rueda (al que se hace referencia, en lo sucesivo en el presente documento, como "ruido de vibración de rueda"), las bibliografías de patente 1 y 2 han propuesto una rueda insonorizada en la que un dispositivo de insonorización se une a un lado periférico interior de una sección de llanta de la rueda. Una rueda insonorizada de este tipo se equipa con un dispositivo de insonorización que está compuesto por una combinación de una sección de cuerpo elástico tal como caucho y una sección de masa adicional y se une a una ranura de unión que está formada en una superficie periférica interior de la sección de llanta con un dispositivo de unión de metal.

35

40

Se considera que un dispositivo de insonorización de este tipo actúa como un amortiguador de vibraciones dinámicas. Un amortiguador de vibraciones dinámicas tiene una frecuencia de resonancia, que coincide con una frecuencia natural de una estructura, y puede amortiguar (reducir) la vibración de la estructura a través de resonancia. Por lo tanto, al unir un dispositivo de insonorización de este tipo a una rueda, es posible reducir el ruido debido a la vibración natural de la frecuencia coincidente. La frecuencia de resonancia  $f$  de un dispositivo de insonorización viene dada por:

$$f = (1 / 2\pi) \times (k / m)^{1/2} \quad \dots (1)$$

45

en la que  $\pi$  es la constante circular,  $k$  es una constante elástica de la sección de cuerpo elástico y  $m$  es la masa de la sección de masa adicional. Por lo tanto, dada una frecuencia natural de una rueda, es posible determinar la constante elástica  $k$  y la masa  $m$  de la sección de masa adicional a partir de la fórmula (1) de tal modo que la frecuencia de resonancia  $f$  del dispositivo de insonorización coincide con la frecuencia natural.

50

Normalmente, una rueda tiene múltiples modos de vibración natural y unas frecuencias naturales que se corresponden con esos modos de vibración natural. Por lo tanto, una rueda también tiene múltiples frecuencias naturales. Las bibliografías de patente 2 y 3 han propuesto una rueda insonorizada que incluye una pluralidad de dispositivos de insonorización que tienen, cada uno, una frecuencia de resonancia diferente, en los que la frecuencia de resonancia de cada dispositivo de insonorización coincide con cualquiera de las múltiples frecuencias naturales de la rueda. De acuerdo con estas ruedas insonorizadas, es posible reducir, de forma concurrente, el ruido que se corresponde con múltiples frecuencias naturales.

55

60

En concreto, en la rueda de la bibliografía de patente 2, se usan dos dispositivos de insonorización en los que se usan, de forma respectiva, dos tipos de cuerpos elásticos que tienen, cada uno, una constante elástica diferente, de tal modo que las frecuencias de resonancia de los dos dispositivos de insonorización son diferentes una de otra. En la rueda de la bibliografía de patente 3, un dispositivo de insonorización (un amortiguador de vibraciones dinámicas que consiste en un cuerpo elástico y una placa de apoyo) se divide en una dirección circunferencial de la rueda insonorizada, y se hace un ajuste de tal modo que cada frecuencia de resonancia de los dispositivos de insonorización divididos coincide con cualquiera de las frecuencias naturales de la rueda. Una configuración de este tipo hace posible amortiguar, de forma concurrente, las componentes de ruido que se corresponden con dos o más

65

niveles de frecuencias. Además, como resultado de dividirse en la dirección circunferencial de la rueda insonorizada, el dispositivo de insonorización que se divulga en la bibliografía de patente 3 hace posible aumentar las frecuencias naturales de la placa de apoyo a frecuencias más altas que no darán lugar a problema alguno como ruido.

5 Entre los modos de vibración natural de una rueda, un modo primario que puede dar lugar a un ruido de rodadura de rueda es uno en el que la sección de llanta vibra en una dirección dentro del plano y la sección de placa vibra en una dirección fuera del plano. Tal ruido debido a las vibraciones naturales incluye al menos, 3 niveles de componentes de frecuencia, por ejemplo, en torno a 2 kHz, en torno a 3 kHz y en torno a 4 kHz en un intervalo de 1 kHz a 10 kHz de los intervalos de frecuencia a los que es sensible el sentido del oído humano.

10 Mientras tanto, cuando un vehículo se está desplazando a una velocidad elevada, el dispositivo de insonorización está sometido a diversas fuerzas, dando lugar a un riesgo de que el dispositivo de insonorización se desprenda de la rueda. En las invenciones de acuerdo con las bibliografías de patente 1 a 3 no se han tomado suficientes medidas para impedir que el dispositivo de insonorización se desprenda de la rueda.

15 La bibliografía de patente 4 divulga un dispositivo de insonorización que incluye una sección de masa adicional con forma de anillo y una sección de cuerpo elástico que está unida a una porción periférica exterior de la sección de masa adicional, en el que la sección de cuerpo elástico se dispone en una ranura que está formada en una sección de llanta.

20 La rueda insonorizada de la bibliografía de patente 4 se configura de tal modo que la sección de cuerpo elástico está fijada a una porción de debajo de una ranura que está formada en la sección de llanta y a la sección de masa adicional, mientras que la sección de masa adicional se puede mover con respecto a la sección de llanta. Tal configuración permite la amortiguación de la vibración de la rueda.

25 En este dispositivo de insonorización, debido a que el lado de apertura de la ranura es bloqueado por la sección de masa adicional con respecto a la sección de cuerpo elástico, no es probable que la sección de cuerpo elástico se desprenda de la rueda incluso si la misma se separa de la sección de masa adicional. No obstante, en la presente invención, cuando se deteriora la sección de cuerpo elástico, aumenta el desplazamiento de la sección de masa adicional con respecto a la sección de llanta durante el desplazamiento del vehículo, y la sección de masa adicional puede chocar con otros elementos, tales como un disco de freno. Además, como resultado de que la superficie interior de la ranura de la sección de llanta y la sección de masa adicional se froten la una contra la otra, puede tener lugar un defecto en la sección de llanta y la sección de masa adicional, o estos elementos se pueden desgastar. Además, cuando la sección de cuerpo elástico se separa completamente, existe la posibilidad de que una sección de masa adicional se desprenda de la rueda. Por esta razón, una rueda que está equipada con el dispositivo de insonorización es menos duradera.

#### Lista de citas

#### 40 Bibliografía de patente

Bibliografía de patente 1: Modelo de utilidad de Japón con n.º 2577323

Bibliografía de patente 2: Patente de Japón con n.º 3097831

Bibliografía de patente 3: Publicación de solicitud de patente de Japón con n.º 58-116202

45 Bibliografía de patente 4: Publicación de solicitud de patente de Japón con n.º 2006-182136

#### Sumario de la invención

#### 50 Problema técnico

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es la provisión de una rueda insonorizada para un vehículo ferroviario, que prevé una reducción significativa en el ruido causado por la vibración de la rueda, y también tiene una durabilidad excelente.

#### 55 Solución al problema

La esencia de la presente invención es una rueda insonorizada que se describe en el siguiente punto (A):

60 (A) Una rueda insonorizada para un vehículo ferroviario, que incluye un dispositivo de insonorización montado sobre una superficie periférica interior de una sección de llanta de la rueda, incluyendo el dispositivo de insonorización:

65 un anillo de fijación que está encajado en una ranura al menos en una porción periférica exterior del anillo de fijación, estando formada la ranura en la superficie periférica interior de la sección de llanta y abierta hacia un eje central de la rueda, estando fijado el anillo de fijación a la sección de llanta;

una sección de cuerpo elástico que está adherida a una superficie periférica exterior del anillo de fijación a lo largo de una dirección circunferencial del anillo de fijación, y se dispone en la ranura; y una sección de masa adicional que está adherida a un lado opuesto de la sección de cuerpo elástico con respecto al anillo de fijación, y se dispone en la ranura, en la que

5 la sección de cuerpo elástico incluye una pluralidad de piezas de cuerpo elástico que están dispuestas a lo largo de la dirección circunferencial del anillo de fijación, la sección de masa adicional incluye una pluralidad de piezas de masa adicional que están separadas unas de otras en la dirección circunferencial del anillo de fijación, estando adherida cada pieza de masa adicional a cualquiera de la pluralidad de piezas de cuerpo elástico,

10 la rueda tiene múltiples frecuencias naturales que se corresponden con múltiples modos de vibración natural, el dispositivo de insonorización incluye una pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas, teniendo cada amortiguador de vibraciones dinámicas la pieza de cuerpo elástico y la pieza de masa adicional que está adherida a la pieza de cuerpo elástico, y

15 al menos un amortiguador de vibraciones dinámicas de la pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas tiene una frecuencia de resonancia diferente de las frecuencias de resonancia de los otros amortiguadores de vibraciones dinámicas, y cualquiera de las frecuencias de resonancia de la pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas se corresponde con cualquiera de las múltiples frecuencias naturales.

20 Obsérvese que la anchura de la sección de cuerpo elástico en la dirección axial del dispositivo de insonorización es preferiblemente de no menos de 5 mm y de no más de 10 mm. En ese caso, la anchura de la sección de masa adicional en la dirección axial del dispositivo de insonorización es preferiblemente de no menos de 5 mm y de no más de 10 mm.

25 En una sección transversal que contiene el eje de la rueda insonorizada, la ranura incluye:

una primera porción que tiene una anchura igual a una anchura mínima del anillo de fijación, o más grande que la anchura mínima, y

30 una segunda porción que se forma más cerca de una parte de debajo de la ranura con respecto a la primera porción, y que tiene una anchura más pequeña que la anchura mínima del anillo de fijación.

La rueda insonorizada incluye, preferiblemente, un saliente que está interpuesto entre los amortiguadores de vibraciones dinámicas adyacentes unos a otros en la dirección circunferencial, y que sobresale de la superficie periférica exterior del anillo de fijación.

35

Cuando la rueda insonorizada incluye el saliente, un extremo distal del saliente se encuentra preferiblemente en contacto con la parte de debajo de la ranura.

#### 40 **Efectos ventajosos de la invención**

De acuerdo con la presente invención, debido a la configuración en la que el anillo de fijación está fijado a la sección de llanta de la rueda, la vibración de la rueda se transmite a la pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas (las piezas de cuerpo elástico y las piezas de masa adicional) a través del anillo de fijación. Debido a que

45 al menos un amortiguador de vibraciones dinámicas de la pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas tiene una frecuencia de resonancia diferente de las frecuencias de resonancia de los otros amortiguadores de vibraciones dinámicas, la frecuencia de resonancia de cada amortiguador de vibraciones dinámicas se corresponde con cualquiera de las múltiples frecuencias naturales de la rueda, es posible reducir, de forma concurrente, el ruido que se corresponde con las frecuencias naturales de no menos de 2 niveles, reduciendo de forma significativa de

50 ese modo el ruido de vibración de rueda.

Además, de acuerdo con la presente invención, la sección de cuerpo elástico y la sección de masa adicional se disponen en la ranura de la sección de llanta, y un anillo de fijación que está fijado a la sección de llanta está ubicado en un lado de apertura de la ranura con respecto a la sección de cuerpo elástico y la sección de masa

55 adicional. Como resultado, incluso si una sección de masa adicional se separa de la sección de cuerpo elástico, o una sección de cuerpo elástico se separa del anillo de fijación, no es probable que esa sección de cuerpo elástico y esa sección de masa adicional separadas se desprendan de la rueda insonorizada.

Además, debido a la configuración en la que el anillo de fijación, que es uno de los componentes que constituyen el dispositivo de insonorización, está fijado a la sección de llanta de la rueda, no habrá rozamiento alguno entre el

60 dispositivo de insonorización y la sección de llanta de la rueda. Además, incluso si se deteriora la sección de cuerpo elástico, dando como resultado una disminución de la elasticidad de la misma, la sección de masa adicional no chocará con miembro alguno que no sea la sección de llanta. Por lo tanto, la rueda insonorizada es muy duradera.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 [Figura 1A] La figura 1A es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, que muestra una porción lateral de la rueda insonorizada con respecto a su eje central.
- [Figura 1B] La figura 1B es una vista ampliada de una región que se muestra mediante un círculo C en la figura 1A.
- [Figura 2] La figura 2 es una vista en planta para mostrar un ejemplo de un dispositivo de insonorización que se puede usar para una rueda insonorizada de la presente invención.
- 10 [Figura 3] La figura 3 es una vista en planta para mostrar otro ejemplo de un dispositivo de insonorización que se puede usar para una rueda insonorizada de la presente invención.
- [Figura 4A] La figura 4A es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una primera variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3.
- 15 [Figura 4B] La figura 4B es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una segunda variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3.
- [Figura 5A] La figura 5A es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una tercera variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3.
- [Figura 5B] La figura 5B es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una cuarta variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3.
- 20 [Figura 6] La figura 6 es un diagrama esquemático para mostrar una configuración de un probador de ruido de rodadura de rueda.
- [Figura 7] La figura 7 es un diagrama para mostrar niveles de corrección de ruido que se van a usar cuando se realiza un análisis de ruido.
- 25 [Figura 8] La figura 8 es un diagrama que muestra una relación entre una frecuencia central de banda de 1/3 de octava y un nivel de ruido para los ejemplos 1 a 4 y el ejemplo comparativo 1.
- [Figura 9] La figura 9 es un diagrama que muestra una relación entre una frecuencia central de banda de 1/3 de octava y un nivel de ruido para los ejemplos comparativos 1 a 5.
- [Figura 10] La figura 10 es un diagrama que muestra una relación entre una velocidad circunferencial de la rueda para raíl y un nivel de ruido para los ejemplos 1 a 4, y el ejemplo comparativo 1.
- 30 [Figura 11] La figura 11 es un diagrama que muestra una relación entre una velocidad circunferencial de rueda para raíl y un nivel de ruido para los ejemplos comparativos 1 a 5.

**Descripción de formas de realización**

35 En lo sucesivo en el presente documento se describirán con detalle, con referencia a los dibujos adjuntos, algunas formas de realización de la presente invención.

40 Las figuras 1A y 1B son unas vistas en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, en las que la figura 1A muestra una porción lateral de la rueda insonorizada con respecto a su eje central, y la figura 1B muestra una vista ampliada de una región que se muestra mediante un círculo C en la figura 1A.

45 La rueda insonorizada 1, que se usa para vehículos ferroviarios, incluye una rueda 2 y un dispositivo de insonorización 3. La rueda 2 incluye una sección de placa anular 4, y una sección de llanta anular 5 que está situada en una porción periférica exterior de la sección de placa 4. La sección de llanta 5 sobresale hacia ambos lados en la dirección del espesor de la sección de placa 4 con respecto a la sección de placa 4, y tiene una superficie periférica interior 6 que está orientada hacia un eje central A de la rueda insonorizada 1. En una superficie periférica exterior de la sección de llanta 5, una pestaña 7 sobresale, en un lado con respecto a la dirección a lo largo del eje central A, en el sentido opuesto con respecto al eje central A.

50 En la sección de llanta 5, una ranura 8, que se abre en la dirección del eje central A, se conforma en una forma anular en torno al eje central A en la superficie periférica interior 6 en un lado (el mismo lado de la pestaña 7) con respecto a la dirección a lo largo del eje central A. El dispositivo de insonorización 3 se encaja en la ranura 8 a lo largo de la totalidad de la circunferencia de la ranura 8.

55 El dispositivo de insonorización 3 incluye un anillo de fijación 10, una sección de cuerpo elástico 11 que está adherida a una superficie periférica exterior 10a del anillo de fijación 10, y una sección de masa adicional 12 que está adherida a un lado opuesto de la sección de cuerpo elástico 11 con respecto al anillo de fijación 10. El anillo de fijación 10 se hace un material de alta rigidez tal como un metal. El anillo de fijación 10 tiene una porción de lado periférico exterior en la dirección radial que se va a encajar en la ranura 8 y a fijar a la sección de llanta 5. La fijación del anillo de fijación 10 a la sección de llanta 5 se puede realizar, por ejemplo, mediante soldeo, calafateado, unión, etc.

65 Una anchura (longitud en una dirección axial del dispositivo de insonorización 3) del anillo de fijación 10 es aproximadamente la misma que una anchura de la ranura 8, y la parte de apertura de la ranura 8 es sellada por el anillo de fijación 10. La sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 se disponen en este espacio

sellado en la ranura 8.

La sección de cuerpo elástico 11 se hace de, por ejemplo, caucho. La vibración que se genera en la rueda 2 durante el desplazamiento de un vehículo se transmite a la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 a través del anillo de fijación 10, dando lugar de ese modo a que vibren la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12. Se forma una separación entre la sección de cuerpo elástico 11 y una superficie interior de la ranura 8 y entre la sección de masa adicional 12 y la superficie interior de la ranura 8 de tal modo que la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 no entrarán en contacto con la superficie interior de la ranura 8 incluso si se da lugar a que las mismas vibren.

La sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 se disponen en la ranura 8 de la sección de llanta 5, y un anillo de fijación 10 que está fijado a la sección de llanta 5 está ubicado en un lado de apertura de la ranura 8 con respecto a la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12. Como resultado, incluso si la sección de masa adicional 12 se separa de la sección de cuerpo elástico 11, o la sección de cuerpo elástico 11 se separa del anillo de fijación 10, no es probable que esa sección de cuerpo elástico 11 y esa sección de masa adicional 12 separadas se desprendan de la rueda insonorizada 1.

Debido a la configuración en la que el anillo de fijación 10, que es uno de los componentes que constituyen el dispositivo de insonorización 3, está fijado a la sección de llanta 5 de la rueda 2, no habrá rozamiento alguno entre el dispositivo de insonorización 3 y la sección de llanta 5 de la rueda 2. Además, incluso si se deteriora la sección de cuerpo elástico 11, dando como resultado a una disminución de la elasticidad de la misma, la sección de masa adicional 12 no chocará con miembro alguno que no sea la sección de llanta 5. Por lo tanto, la rueda insonorizada 1 es muy duradera.

La figura 2 es una vista en planta para mostrar un ejemplo del dispositivo de insonorización 3. La sección de cuerpo elástico 11 incluye una pluralidad de piezas de cuerpo elástico 13 que están separadas unas de otras en una dirección circunferencial del dispositivo de insonorización 3. La sección de masa adicional 12 incluye una pluralidad de piezas de masa adicional 14 que están separadas unas de otras en la dirección circunferencial del dispositivo de insonorización 3. En el ejemplo de la figura 2, la sección de cuerpo elástico 11 incluye 12 piezas de cuerpo elástico 13, y la sección de masa adicional 12 incluye 12 piezas de masa adicional 14. Cada pieza de masa adicional 14 está adherida a cualquiera de las piezas de cuerpo elástico 13.

Cada pieza de cuerpo elástico 13 y la pieza de masa adicional 14 que está adherida a la pieza de cuerpo elástico 13 constituyen un amortiguador de vibraciones dinámicas 15. En el ejemplo de la figura 2, el dispositivo de insonorización 3 incluye 12 amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L. En lo que respecta a la dirección circunferencial del dispositivo de insonorización 3, cada amortiguador de vibraciones dinámicas 15 tiene una cara de extremo sustancialmente a nivel.

Normalmente, la rueda 2 tiene múltiples frecuencias naturales que se corresponden, de forma respectiva, con múltiples modos de vibración natural. Al menos un amortiguador de vibraciones dinámicas 15 de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L tiene una frecuencia de resonancia diferente de la de otro amortiguador de vibraciones dinámicas 15. Es decir, los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L tienen al menos dos frecuencias de resonancia. Cualquiera de las frecuencias de resonancia de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L coincide con cualquiera de las frecuencias naturales de la rueda 2. Como resultado, es posible reducir, de forma concurrente, el ruido que se corresponde con al menos dos frecuencias naturales, entre las múltiples frecuencias naturales de la rueda 2.

Los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L tienen, preferiblemente, al menos tres frecuencias de resonancia, cada una de las cuales coincide con cualquier frecuencia natural de la rueda 2. Esto hace posible reducir de forma eficiente el ruido de la rueda 2.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, el ruido de rodadura de rueda debido a las vibraciones naturales de la sección de placa 4 y la sección de llanta 5 se genera a partir de la rueda 2. Tal ruido incluye, por ejemplo, las componentes de frecuencia de 2,0 kHz, 2,5 kHz, y 3,0 kHz en los intervalos de frecuencia a los que es sensible el sentido del oído humano, por ejemplo, un intervalo de 1 kHz a 10 kHz.

En este caso, por ejemplo, los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L se pueden dividir en unos grupos primero a tercero de tal modo que los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 que pertenecen al primer grupo tienen, cada uno, una frecuencia de resonancia de 2,0 kHz, los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 que pertenecen al segundo grupo tienen, cada uno, una frecuencia de resonancia de 2,5 kHz, y los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 que pertenecen al tercer grupo tienen, cada uno, una frecuencia de resonancia de 3,0 kHz. Como resultado, es posible reducir de forma significativa el ruido en un sentido auditivo. Cada uno de los grupos primero a tercero puede estar constituido por 4 amortiguadores de vibraciones dinámicas 15.

Además, configurar cualquiera de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L para tener una frecuencia de resonancia que se corresponde con una frecuencia de ruido chirriante hace posible reducir el ruido chirriante. De

forma similar, configurar cualquiera de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L para tener una frecuencia de resonancia que se corresponde con una frecuencia de ruido que se puede atribuir al desgaste ondulado hace posible reducir tal ruido.

- 5 Es posible obtener un valor deseado para cada frecuencia de resonancia de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L mediante el establecimiento de unos valores apropiados para la constante elástica  $k$  de la pieza de cuerpo elástico 13 y la masa  $m$  de la pieza de masa adicional 14 basándose en la fórmula (1).

- 10 La rueda insonorizada 1 se puede producir al dotar, en primer lugar, al dispositivo de insonorización 3 de una parte desconectada en la circunferencia de la misma, y después de encajar la sección de masa adicional 12, la sección de cuerpo elástico 11 y una porción periférica exterior del anillo de fijación 10 en la ranura 8 de la sección de llanta 5, unir la sección desconectada del dispositivo de insonorización 3 mediante, por ejemplo, soldeo.

- 15 En lo que respecta a la dirección axial del dispositivo de insonorización 3, la longitud de la sección de cuerpo elástico 11 (cada pieza de cuerpo elástico 13) es de no menos de 5 mm y de no más de 10 mm, y la longitud de la sección de masa adicional 12 (cada pieza de masa adicional 14) es de no menos de 5 mm y de no más de 10 mm. Al disponer la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 para tener tales tamaños, se vuelve sencillo unir las mismas al anillo de fijación 10, y ajustar sus frecuencias de resonancia.

- 20 El número de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 puede ser diferente de 12, por ejemplo, 24 tal como se muestra en la figura 3. En este caso, debido a que el número de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 aumenta en comparación con el dispositivo de insonorización 3 de la figura 2, es posible aumentar el número de frecuencias de resonancia correspondientes de la rueda 2. Además, debido a que incluso cuando se deteriora la pieza de cuerpo elástico 13 de algunos de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15, dando como resultado un deterioro del desempeño como el amortiguador de vibraciones dinámicas 15, la vibración se puede reducir mediante otros amortiguadores de vibraciones dinámicas 15, es posible moderar el deterioro del desempeño de control de vibraciones (una reducción en el ruido de rodadura) de la rueda 2. Se vuelve más sencillo obtener tal efecto a medida que aumenta el número de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15.

- 30 Por otro lado, debido a que el aumento en el número de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 da como resultado una disminución en las longitudes de las piezas de masa adicional 14 y las piezas de cuerpo elástico 13 en la dirección circunferencial de la rueda 2, se puede volver más probable que la pieza de masa adicional 14 se separe del anillo de fijación 10 debido al deterioro de la pieza de cuerpo elástico 13. Al disminuir el número de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15, y aumentar las longitudes de las piezas de masa adicional 14 y las piezas de cuerpo elástico 13 en la dirección circunferencial de la rueda 2, es posible hacer que sea menos probable que tenga lugar tal separación. No obstante, debido a que la pieza de masa adicional 14 permanecerá en la ranura 8 que es sellada por el anillo de fijación 10 incluso si la misma se separa del anillo de fijación 10, la posibilidad de que la misma se desprenda será muy baja.

- 40 La figura 4A es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una primera variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3, que muestra una sección que incluye el eje central de la rueda. En la figura 4A, a los componentes que se corresponden con los que se muestran en la figura 1B se les dan los mismos símbolos de referencia que los de la figura 1B, omitiendo por lo tanto la descripción de los mismos.

- 45 En esta rueda insonorizada, una ranura 8A que se abre hacia el eje central de la rueda se forma en una sección de llanta 5 de la rueda. Un anillo de fijación 10 que está incluido en el dispositivo de insonorización 3 se encaja en la ranura 8A. Como resultado, se forma un espacio sellado en la ranura 8A, y la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 se disponen en el espacio sellado en la ranura 8A.

- 50 El anillo de fijación 10 tiene una anchura sustancialmente constante. La ranura 8A incluye una primera porción 8A1 y una segunda porción 8A2 que se forma más cerca de la parte de debajo de la ranura 8A con respecto a la primera porción 8A1. La primera porción 8A1 tiene una anchura sustancialmente igual a la anchura del anillo de fijación 10 (anchura mínima). La segunda porción 8A2 tiene una anchura más pequeña que la anchura del anillo de fijación 10. En la presente forma de realización, ambas de las anchuras de la primera y la segunda porciones 8A1 y 8A2 son sustancialmente constantes, y un escalón 8S se forma en una pared interior de la ranura 8A entre la primera porción 8A1 y la segunda porción 8A2.

- 60 El anillo de fijación 10 está fijado a la sección de llanta 5 en un estado de encontrarse en contacto con el escalón 8S. Como resultado de que la segunda porción 8A2 tenga una anchura más pequeña que la anchura del anillo de fijación 10, el anillo de fijación 10 no se puede acercar a una cara de debajo de la ranura 8A a partir de un estado de encontrarse en contacto con el escalón 8S. Por lo tanto, en este estado, el intervalo entre el anillo de fijación 10 y la cara de debajo de la ranura 8A se mantiene constante. Este intervalo se establece de tal modo que la sección de masa adicional 12 y la cara de debajo de la ranura 8A están separadas no menos de una distancia constante (por ejemplo, 1 mm y, preferiblemente, 2 mm) incluso cuando la sección de masa adicional 12 se acerca a la cara de debajo de la ranura 8A por vibración. Como resultado, es posible evitar una situación en la que la sección de masa adicional 12 y la cara de debajo de la ranura 8A entran en contacto una con otra, imposibilitando que la sección de

cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 funcionen como el amortiguador de vibraciones dinámicas.

La figura 4B es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una segunda variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3, que muestra una sección que incluye el eje central de la rueda.  
 5 En la figura 4B, a los componentes que se corresponden con los que se muestran en la figura 1B se les dan los mismos símbolos de referencia que los de la figura 1B, omitiendo por lo tanto la descripción de los mismos.

En esta rueda insonorizada, una ranura 8B que se abre hacia el eje central de la rueda se forma en una sección de llanta 5 de la rueda. Un anillo de fijación 10A que está incluido en un dispositivo de insonorización 3A se encaja en la  
 10 ranura 8B. Como resultado, se forma un espacio sellado en la ranura 8B, y una sección de cuerpo elástico 11 y una sección de masa adicional 12 se disponen en el espacio sellado en la ranura 8B.

La ranura 8B tiene una forma trapezoidal en esta sección, y su anchura se vuelve más pequeña a medida que se acerca a la parte de debajo de la ranura 8B. El anillo de fijación 10A tiene una forma trapezoidal en esta sección, y la  
 15 longitud de la base superior es la anchura mínima  $W_{mín}$ . La ranura 8B incluye una primera porción 8B1 y una segunda porción 8B2 que se forma más cerca de la parte de debajo de la ranura 8B con respecto a la primera porción 8B1. La primera porción 8B1 tiene una anchura igual a la anchura mínima  $W_{mín}$  del anillo de fijación 10, o una anchura más grande que la anchura mínima  $W_{mín}$ . La segunda porción 8B2 tiene una anchura más pequeña que la anchura mínima  $W_{mín}$  del anillo de fijación 10.  
 20

El ángulo formado por un par de paredes interiores de la ranura 8B es sustancialmente igual al ángulo formado por un par de caras laterales del anillo de fijación 10A. El anillo de fijación 10A se encaja en la ranura 8B, estando orientada su cara que tiene una anchura mínima hacia la cara de debajo de la ranura 8B. La cara lateral del anillo de fijación 10A se encuentra en contacto con la pared interior de la ranura 8B a lo largo de sustancialmente la totalidad de la superficie.  
 25

Como resultado de que la segunda porción 8B2 tenga una anchura más pequeña que la anchura mínima  $W_{mín}$  del anillo de fijación 10A, el anillo de fijación 10A no se puede acercar a la cara de debajo de la ranura 8B a partir de un estado en el que sus caras laterales se encuentran en contacto con las paredes interiores de la ranura 8B. Por lo tanto, en este estado, el intervalo entre el anillo de fijación 10A y la cara de debajo de la ranura 8B se mantiene constante. Por lo tanto, el establecimiento de forma apropiada de este intervalo hará posible, al igual que en la primera variación, evitar una situación en la que la sección de masa adicional 12 y la cara de debajo de la ranura 8B entran en contacto una con otra, imposibilitando que la sección de cuerpo elástico 11 y la sección de masa adicional 12 funcionen como el amortiguador de vibraciones dinámicas.  
 30  
 35

La figura 5A es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una tercera variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3, que muestra una sección perpendicular con respecto al eje central de la rueda. En la figura 5A, a los componentes que se corresponden con los que se muestran en la figura 2 se les dan los mismos símbolos de referencia que los de la figura 2, omitiendo por lo tanto la descripción de los mismos.  
 40

Un saliente 18A que sobresale de la superficie periférica exterior del anillo de fijación 10 se proporciona entre los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 adyacentes unos a otros en la dirección circunferencial. El saliente 18A está fijado al anillo de fijación 10, y se extiende entre las piezas de masa adicional 14 adyacentes unas a otras en la dirección circunferencial. La presente forma de realización se configura de tal modo que la altura del saliente 18A a partir de la superficie periférica exterior del anillo de fijación 10 es ligeramente más pequeña que la altura del amortiguador de vibraciones dinámicas 15 a partir de la superficie periférica exterior del anillo de fijación 10.  
 45

El amortiguador de vibraciones dinámicas 15 y el saliente 18A están suficientemente separados de tal modo que el amortiguador de vibraciones dinámicas 15 no entrará en contacto con el saliente 18A incluso si vibra el amortiguador de vibraciones dinámicas 15. Por lo tanto, no habrá caso alguno en el que el amortiguador de vibraciones dinámicas 15 y el saliente 18A entren en contacto uno con otro, afectando a la función del amortiguador de vibraciones dinámicas 15.  
 50

Cuando no se proporciona el saliente 18A, si la pieza de cuerpo elástico 13 se parte, surgen problemas debido a que, como resultado de que la pieza de masa adicional 14 se mueva en la ranura 8, tiene lugar un ruido anómalo, y se perturba el equilibrio dinámico durante la rotación de la rueda. Se puede hacer que sea menos probable que tengan lugar tales problemas en la forma de realización de la figura 5A, debido a que se limita el movimiento de las piezas de masa adicional 14 en la dirección circunferencial de la rueda como resultado de la provisión del saliente 18A.  
 55  
 60

El saliente 18A puede formar una sola pieza con el anillo de fijación 10, o un cuerpo separado. Cuando el saliente 18A es un cuerpo separado del anillo de fijación 10, el saliente 18A se puede hacer de, por ejemplo, el mismo material que el de la pieza de cuerpo elástico 13. En este caso, la pieza de cuerpo elástico 13 y el saliente 18A se pueden formar colectivamente. En concreto, es posible formar colectivamente una pieza de cuerpo elástico 13 y un saliente 18A al disponer un molde que se forma con unas partes cóncavas que se corresponden con la pieza de cuerpo elástico 13 y el saliente 18A a lo largo de la totalidad de la circunferencia sobre la superficie periférica  
 65

exterior del anillo de fijación 10, vertiendo un precursor líquido, que proporciona una materia prima para la pieza de cuerpo elástico 13 y el saliente 18A, en la parte cóncava, y dando lugar después de lo anterior a que se endurezca el precursor.

- 5 En este método de producción, el precursor líquido se puede introducir entre la superficie periférica exterior del anillo de fijación 10 y el molde, endureciéndose tal cual después de lo anterior. En este caso, la pieza de cuerpo elástico 13 y el saliente 18A no se separarán completamente, y se forma para conectarse con una película delgada de cuerpo elástico. No obstante, incluso en este caso, cada amortiguador de vibraciones dinámicas 15 tiene una frecuencia de resonancia tal como se ha diseñado y vibra de una forma mutuamente independiente. Es decir, la pluralidad de piezas de cuerpo elástico 13 muestran sustancialmente el mismo comportamiento que en el caso en el que las mismas están separadas unas de otras en la dirección circunferencial del anillo de fijación 10. Por lo tanto, cada amortiguador de vibraciones dinámicas puede amortiguar la vibración de una frecuencia previamente determinada.
- 10
- 15 La figura 5B es una vista en sección de una rueda insonorizada de acuerdo con una cuarta variación de la forma de realización que se muestra en las figuras 1A a 3, que muestra una sección perpendicular con respecto al eje central de la rueda. En la figura 5B, a los componentes que se corresponden con los que se muestran en la figura 2 se les dan los mismos símbolos de referencia que los de la figura 2, omitiendo por lo tanto la descripción de los mismos.
- 20 Un saliente 18B que sobresale de la superficie periférica exterior del anillo de fijación 10 se proporciona entre los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 adyacentes unos a otros en la dirección circunferencial. El saliente 18B está fijado al anillo de fijación 10, y se extiende a su través entre las piezas de masa adicional 14 adyacentes unas a otras en la dirección circunferencial. El extremo distal (la porción más alejada con respecto a la superficie periférica exterior del anillo de fijación 10) del saliente 18B se encuentra en contacto con la cara de debajo de la ranura 8.
- 25 Como resultado de la provisión del saliente 18B, se vuelve posible, al igual que en la forma de realización que se muestra en la figura 5A, limitar el movimiento de la pieza de masa adicional 14 en la dirección circunferencial de la rueda cuando la pieza de cuerpo elástico 13 se parte, moderando de ese modo la aparición de un ruido anómalo, así como haciendo más sencillo mantener un equilibrio dinámico durante la rotación de la rueda.
- 30 A pesar de que el saliente 18B puede formar una sola pieza con el anillo de fijación 10, o un cuerpo separado, el mismo se hace un material de alta rigidez, en uno u otro caso. Como resultado, el intervalo entre el anillo de fijación 10 y la cara de debajo de la ranura 8 se mantiene constante. Este intervalo se establece de tal modo que incluso si la pieza de masa adicional 14 es acercada a la cara de debajo de la ranura 8 por vibración, la pieza de masa adicional 14 y la cara de debajo de la ranura 8 están separadas no menos de una distancia constante (por ejemplo, 1 mm y, preferiblemente, 2 mm). Como resultado, es posible evitar una situación en la que la pieza de masa adicional 14 y la cara de debajo de la ranura 8 entran en contacto una con otra, imposibilitando la función del amortiguador de vibraciones dinámicas 15. Llegados a este punto, la forma de realización de la figura 5B puede lograr los mismos efectos que los de la forma de realización que se muestra en las figuras 4A y 4B.

#### 40 Ejemplos

Se llevó a cabo una prueba usando un probador de ruido de rodadura de rueda sobre unas ruedas insonorizadas que eran unos ejemplos de la presente invención, y unas ruedas que eran unos ejemplos comparativos que no satisfacían una parte de los requisitos de la presente invención, para investigar el ruido que se iba a generar.

- 45 Al igual que en los ejemplos 1 a 4, se fabricaron unas ruedas insonorizadas 1 que incluyen, cada una, un dispositivo de insonorización 3 que tiene la estructura que se muestra en la figura 2, y en el que cada amortiguador de vibraciones dinámicas 15A a 15L era de cualquiera de tres tipos (del TIPO i al TIPO iii) que tienen unas frecuencias de resonancia diferentes. Las frecuencias naturales de la rueda insonorizada 1 que se corresponden con los modos principales de vibración natural de la rueda 2 eran de 2,0 kHz, 2,5 kHz y 3,0 kHz.
- 50

La tabla 1 muestra las frecuencias de resonancia de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 de cada tipo. La tabla 2 muestra contenidos de los amortiguadores de vibraciones dinámicas de las ruedas insonorizadas de los ejemplos, y las ruedas de los ejemplos comparativos.

- 55 [Tabla 1]

Tabla 1

Tipo de dispositivo de insonorización	Frecuencia de resonancia (kHz)
TIPO i	2,0
TIPO ii	2,5
TIPO iii	3,0

[Tabla 2]

Tabla 2

	Dispositivo de insonorización														Comentarios
	15A	15B	15C	15D	15E	15F	15G	15H	15I	15J	15K	15L	15L		
Ejemplo 1	TIPO ii	TIPO i	TIPO iii	TIPO ii	TIPO i	TIPO iii	TIPO ii	TIPO i	TIPO iii	TIPO ii	TIPO i	TIPO iii	TIPO ii	TIPO iii	Ejemplos de la presente invención
Ejemplo 2	TIPO i	TIPO i	TIPO iii	TIPO iii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO i	TIPO i	TIPO iii	TIPO iii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	
Ejemplo 3	TIPO ii	TIPO i	TIPO iii	TIPO iii	TIPO i	TIPO ii	TIPO i	TIPO i	TIPO iii	TIPO iii	TIPO i	TIPO iii	TIPO i	TIPO ii	
Ejemplo 4	TIPO i	TIPO i	TIPO iii	TIPO iii	TIPO i	TIPO i	TIPO ii	TIPO ii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO ii	TIPO iii	TIPO ii	TIPO ii	
Ejemplo comparativo 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin dispositivo de insonorización
Ejemplo comparativo 2	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	TIPO i	Con solo un tipo de dispositivo de insonorización
Ejemplo comparativo 3	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	TIPO ii	
Ejemplo comparativo 4	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	TIPO iii	
Ejemplo comparativo 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

A pesar de que se usaron 4 amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 de TIPO i, 4 amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 de TIPO ii y 4 amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 de TIPO iii en cualquiera de los ejemplos, las relaciones de posición para los 3 tipos de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 se variaron unas con respecto a otras entre los ejemplos 1 a 4.

5 Al igual que en los ejemplos comparativos, se prepararon una rueda convencional (el ejemplo comparativo 1) que no tiene dispositivo de insonorización alguno, una rueda (el ejemplo comparativo 2) en la que la totalidad de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L eran de TIPO i, una rueda (el ejemplo comparativo 3) en la que la totalidad de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L eran de TIPO ii, una rueda (el ejemplo comparativo 4) en la que la totalidad de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15A a 15L eran de TIPO iii y una rueda (el ejemplo comparativo 5) en la que se montó en la rueda 2, en lugar del dispositivo de insonorización 3, un anillo insonorizado adoptado en la bibliografía de patente 2.

15 La figura 6 es un diagrama esquemático para mostrar una configuración de un probador de ruido de rodadura de rueda que se usa en la prueba.

20 El probador de ruido de rodadura de rueda 21 incluye: un cojinete 23 para soportar de forma rotatoria un eje 22 que está unido a una rueda 2 (rueda insonorizada 1) que se va a someter a prueba; un gato hidráulico 24 que está unido al cojinete 23 y para presionar el cojinete 23 hacia abajo; una rueda para raíl 25 que está configurada para apoyarse contra una porción periférica exterior de la rueda 2 que es soportada por el cojinete 23 a través del eje 22, y para rotar la rueda 2; un cojinete 26 para soportar el eje 22 que está unido a la rueda para raíl 25; un motor 27 para accionar de forma rotativa el eje 22 que es soportado por el cojinete 26; un medidor de ruido de precisión 28 para medir el ruido que se genera a partir de la rueda 2 y generar una señal eléctrica que se corresponde con el ruido; y un analizador de frecuencia 29 para recibir una entrada de la señal eléctrica a partir del medidor de ruido de precisión 28, y realizar un análisis de la frecuencia de la señal eléctrica.

30 Durante la realización de una prueba, el eje 22 que está unido a la rueda 2 y el eje 22 que está unido a la rueda para raíl 25 se dispusieron en paralelo uno con otro; la superficie periférica exterior de la rueda 2 que es soportada por el cojinete 23 a través del eje 22 se presionó contra la superficie periférica exterior de la rueda para raíl 25 que es soportada por el cojinete 26 a través del eje 22 al accionarse por medio del gato hidráulico 24; y la rueda para raíl 25 fue rotada por el motor 27 en este estado. Como resultado, se rotó la rueda 2.

35 El medidor de ruido de precisión 28 se dispuso en una posición alejada 300 mm de la rueda 2, y el ruido generado se midió mediante el medidor de ruido de precisión 28 al rotar las ruedas insonorizadas 1 de los ejemplos y las ruedas de los ejemplos comparativos por medio del probador de ruido de rodadura de rueda 21. Se supuso que la velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25 durante la medición de ruido era la velocidad de rotación de la rueda 2 en ese instante. La velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25 se determinó a partir del número de revoluciones del motor 27 y el diámetro de la rueda para raíl 25 (910 mm en el probador de ruido de rodadura de rueda 21). Por ejemplo, cuando el número de revoluciones del motor 27 era de 1750 rpm, la velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25 era de 300 km/h.

45 La medición de ruido se realizó al ajustar el medidor de ruido de precisión 28 a características PLANAS (sin corrección auditiva) y características dinámicas RÁPIDAS. Después de la medición por el medidor de ruido de precisión 28, un análisis de frecuencia del ruido fue realizado por el analizador de frecuencia 29 basándose en la señal introducida.

50 La figura 7 es un diagrama para mostrar niveles de corrección de ruido que se van a usar cuando se analiza el ruido. Después de la aplicación de una corrección mediante la característica "A" de la figura 7 sobre el ruido medido, se realizó el procesamiento de banda de 1/3 de octava para determinar características de frecuencia y Valores globales. Los resultados se muestran en las figuras 8 a 11.

55 La figura 8 es un diagrama que muestra la relación entre la frecuencia central de banda de 1/3 de octava y el nivel de ruido para los ejemplos 1 a 4 y el ejemplo comparativo 1. La figura 9 es un diagrama que muestra la relación entre la frecuencia central de banda de 1/3 de octava y el nivel de ruido para los ejemplos comparativos 1 a 5. Los resultados que se muestran en las figuras 8 y 9 son los que se obtienen cuando la velocidad de rotación de la rueda 2 (la velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25) era de 200 km/h. Los valores globales (O. A., *Overall value*) se muestran casi en el extremo derecho de las figuras 8 y 9.

60 A partir de la figura 8, se observa que la totalidad de las ruedas insonorizadas 1 de los ejemplos 1 a 4 fueron capaces de reducir de forma significativa el ruido en torno a 2,0 kHz, 2,5 kHz, y 3,0 kHz en comparación con los ejemplos comparativos 1, es decir, el caso sin dispositivo de insonorización alguno. No se observó diferencia significativa alguna entre los ejemplos 1 a 4. Es decir, sustancialmente no hubo diferencia alguna en cuanto al efecto de reducción de ruido debido a la disposición de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15 de TIPO i a TIPO iii que se adoptan en los ejemplos 1 a 4.

65 En contraposición a esto, tal como resulta obvio a partir de la figura 9, las ruedas de los ejemplos comparativos 2 a 4

solo fueron capaces de reducir el ruido en torno a una frecuencia de un nivel de las frecuencias de resonancia de los amortiguadores de vibraciones dinámicas 15, y no fueron capaces de reducir el ruido a otras frecuencias. La rueda del ejemplo comparativo 5 mostró menos efecto de reducción de ruido en comparación con las ruedas insonorizadas 1 de los ejemplos 1 a 4 al menos en el valor global.

5 La figura 10 es un diagrama que muestra la relación entre la velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25 y el nivel de ruido para los ejemplos 1 a 4, y el ejemplo comparativo 1. La figura 11 es un diagrama que muestra la relación entre la velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25 y el nivel de ruido para los ejemplos comparativos 1 a 5. En las figuras 10 y 11, los niveles de ruido se muestran mediante valores globales.

10 Tal como se muestra en la figura 10, en comparación con la rueda del ejemplo comparativo 1, es decir, un caso sin dispositivo de insonorización alguno, las ruedas insonorizadas 1 de los ejemplos 1 a 4 lograron una reducción de nivel de ruido de no menos de 5 dB (A) en un intervalo de velocidades bajas en el que la velocidad circunferencial de la rueda para raíl 25 era de no más de 130 km/h, y también lograron una reducción de nivel de ruido de no menos de 3 dB (A) en un intervalo de velocidades elevadas de no menos de 140 km/h asimismo.

15 Por otro lado, tal como se muestra en la figura 11, sustancialmente no se observó efecto alguno de reducción de ruido en las ruedas de los ejemplos comparativos 2 a 5 en comparación con la rueda del ejemplo comparativo 1.

20 **Lista de símbolos de referencia**

	1	Rueda insonorizada
	2	Rueda
	3, 3A	Dispositivo de insonorización
25	5	Sección de llanta
	6	Superficie periférica interior
	8, 8A, 8B	Ranura
	8A1, 8B1	Primera porción de ranura
	8A2, 8B2	Segunda porción de ranura
30	10, 10A	Anillo de fijación
	10a	Superficie periférica exterior
	11	Sección de cuerpo elástico
	12	Sección de masa adicional
	13	Pieza de cuerpo elástico
35	14	Pieza de masa adicional
	15, 15A a 15L	Amortiguador de vibraciones dinámicas
	18A, 18B	Saliente

**REIVINDICACIONES**

1. Una rueda insonorizada (1) para un vehículo ferroviario, **caracterizada por** comprender un dispositivo de insonorización (3, 3A) montado sobre una superficie periférica interior (6) de una sección de llanta (5) de una rueda (2),  
 5 incluyendo el dispositivo de insonorización (3, 3A):
- un anillo de fijación (10, 10A) que está encajado en una ranura (8, 8A, 8B) al menos en una porción periférica exterior del anillo de fijación (10, 10A), estando formada la ranura (8, 8A, 8B) en la superficie periférica interior (6) de la sección de llanta (5) y abierta hacia un eje central de la rueda (2), estando fijado el anillo de fijación (10, 10A) a la sección de llanta (5);  
 10 una sección de cuerpo elástico (11) que está adherida a una superficie periférica exterior (10a) del anillo de fijación (10, 10A) a lo largo de una dirección circunferencial del anillo de fijación (10, 10A), y se dispone en la ranura (8, 8A, 8B); y
- 15 una sección de masa adicional (12) que está adherida a un lado opuesto de la sección de cuerpo elástico (11) con respecto al anillo de fijación (10, 10A), y se dispone en la ranura (8, 8A, 8B), en la que la sección de cuerpo elástico (11) incluye una pluralidad de piezas de cuerpo elástico (13) que están dispuestas a lo largo de la dirección circunferencial del anillo de fijación (10, 10A),  
 20 la sección de masa adicional (12) incluye una pluralidad de piezas de masa adicional (14) que están separadas unas de otras en la dirección circunferencial del anillo de fijación (10, 10A), estando adherida cada pieza de masa adicional (14) a cualquiera de la pluralidad de piezas de cuerpo elástico (13),  
 la rueda (2) tiene múltiples frecuencias naturales que se corresponden con múltiples modos de vibración natural, el dispositivo de insonorización (3, 3A) incluye una pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L), teniendo cada amortiguador de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L) la pieza de cuerpo elástico (13)  
 25 y la pieza de masa adicional (14) que está adherida a la pieza de cuerpo elástico (13), y al menos un amortiguador de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L) de la pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L) tiene una frecuencia de resonancia diferente de las frecuencias de resonancia de los otros amortiguadores de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L), y cualquiera de las frecuencias de resonancia de la pluralidad de amortiguadores de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L) se corresponde con  
 30 cualquiera de las múltiples frecuencias naturales.
2. La rueda insonorizada (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** una anchura de la sección de cuerpo elástico (11) en una dirección axial del dispositivo de insonorización (3, 3A) es de no menos de 5 mm y de no más de 10 mm, y  
 35 una anchura de la sección de masa adicional (12) en la dirección axial del dispositivo de insonorización (3, 3A) es de no menos de 5 mm y de no más de 10 mm.
3. La rueda insonorizada (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** en una sección transversal que contiene el eje de la rueda insonorizada (1),  
 40 la ranura (8A, 8B) incluye:
- una primera porción (8A1, 8B1) que tiene una anchura igual a una anchura mínima del anillo de fijación (10, 10A), o más grande que la anchura mínima, y  
 45 una segunda porción (8A2, 8B2) que se forma más cerca de una parte de debajo de la ranura (8A, 8B) con respecto a la primera porción (8A1, 8B1), y que tiene una anchura más pequeña que la anchura mínima del anillo de fijación (10, 10A).
4. La rueda insonorizada (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por** comprender adicionalmente:  
 50 un saliente (18A, 18B) que está interpuesto entre los amortiguadores de vibraciones dinámicas (15, 15A - 15L) adyacentes unos a otros en la dirección circunferencial, y que sobresale de la superficie periférica exterior (10a) del anillo de fijación (10, 10A).
- 55 5. La rueda insonorizada (1) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** un extremo distal del saliente (18A, 18B) se encuentra en contacto con una parte de debajo de la ranura (8, 8A, 8B).

FIG. 1A

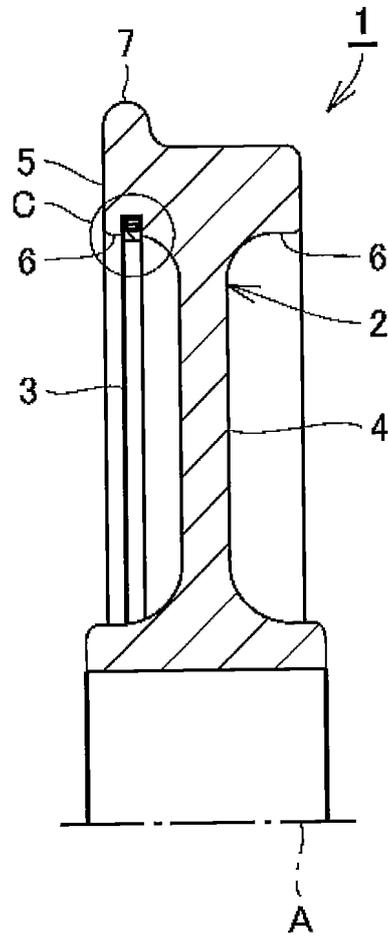


FIG. 1B

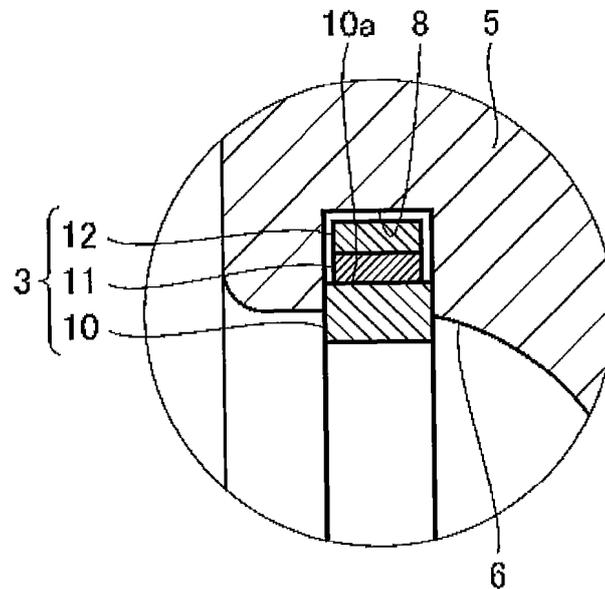


FIG. 2

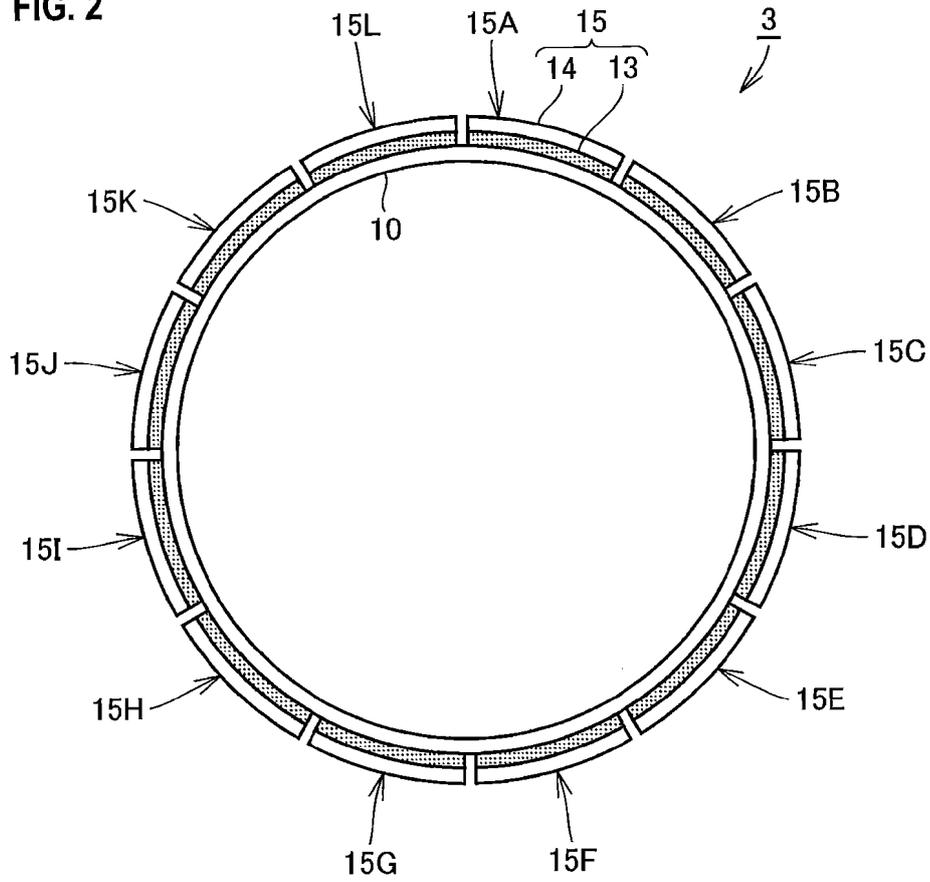


FIG. 3

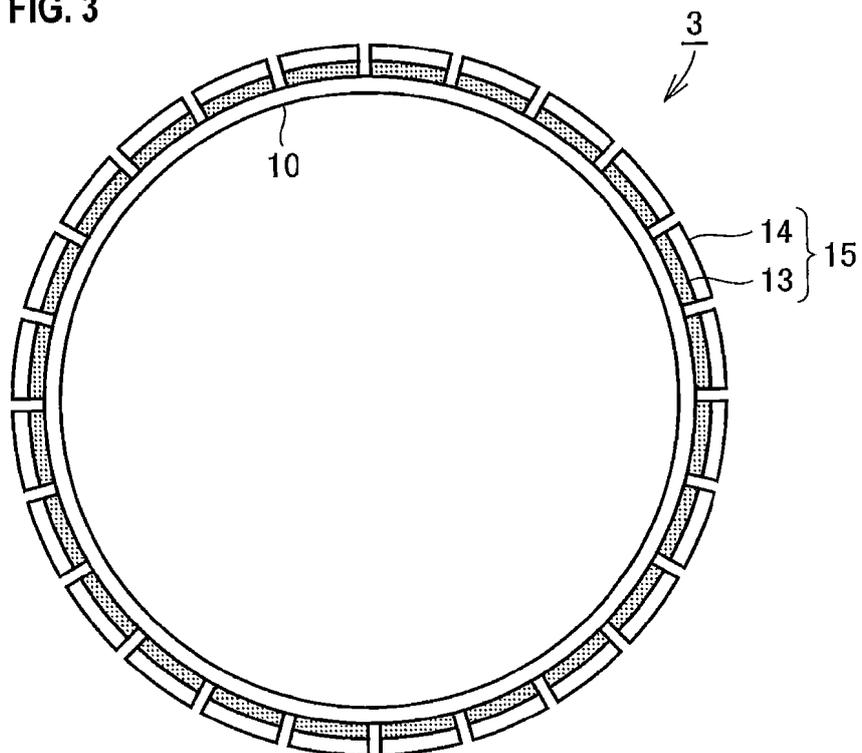


FIG. 4A

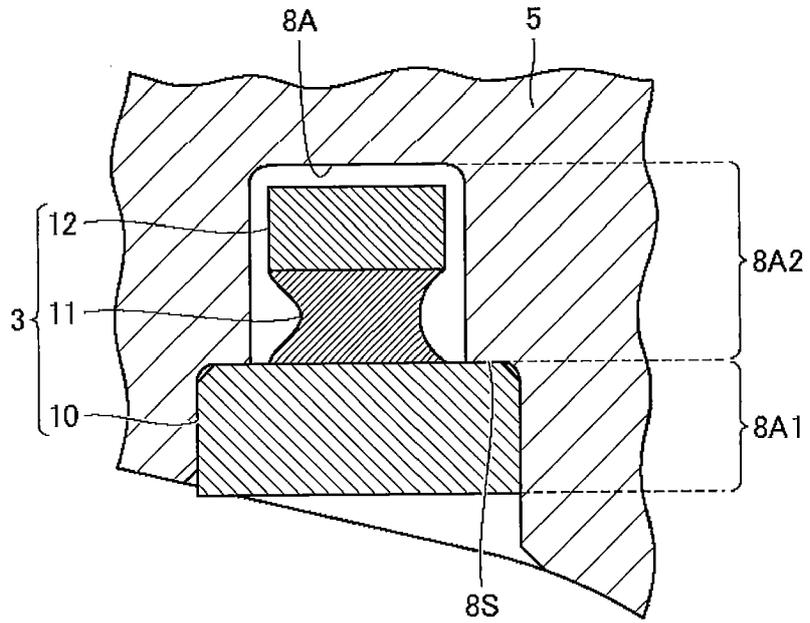


FIG. 4B

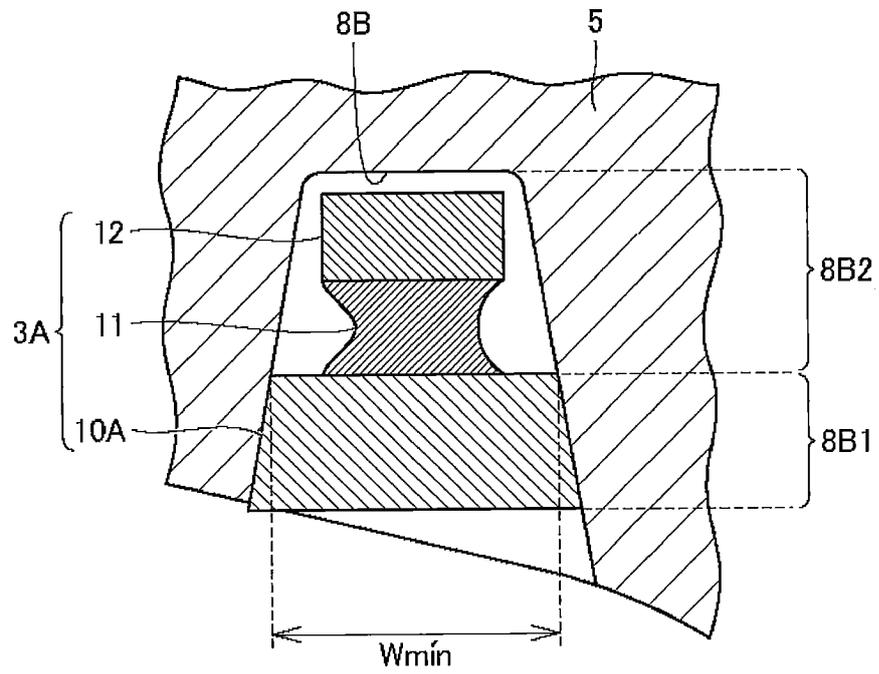


FIG. 5A

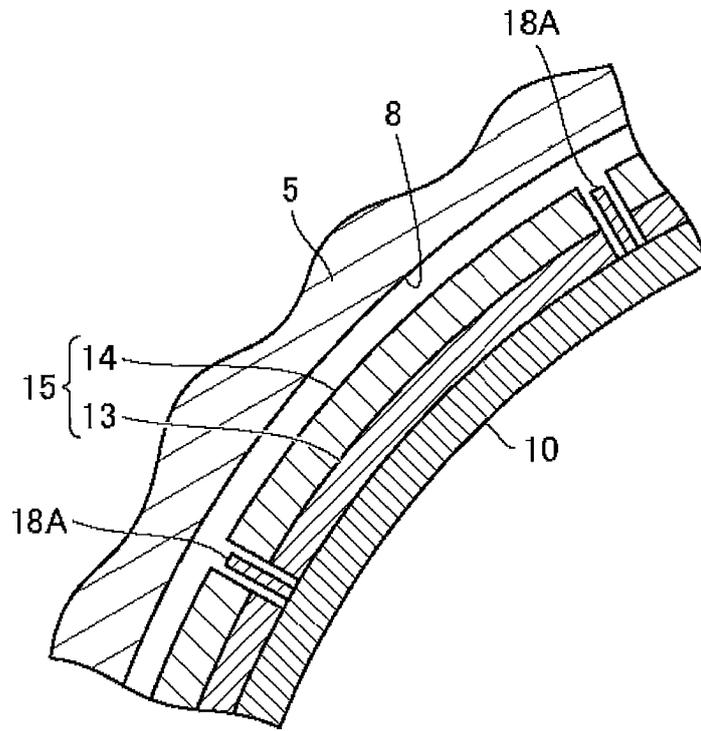


FIG. 5B

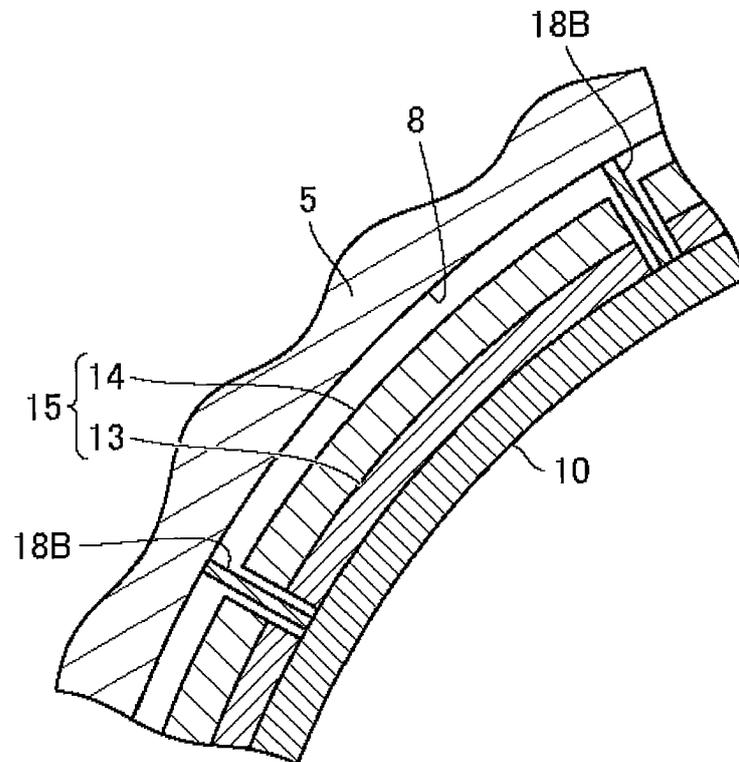


FIG. 6

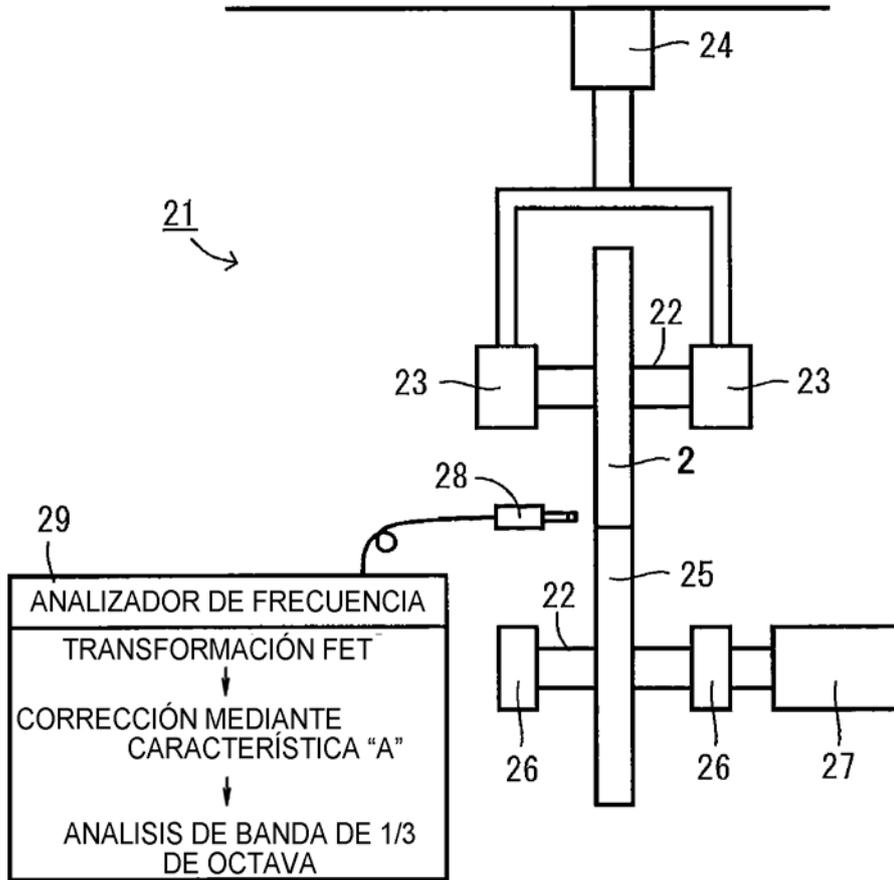


FIG.7

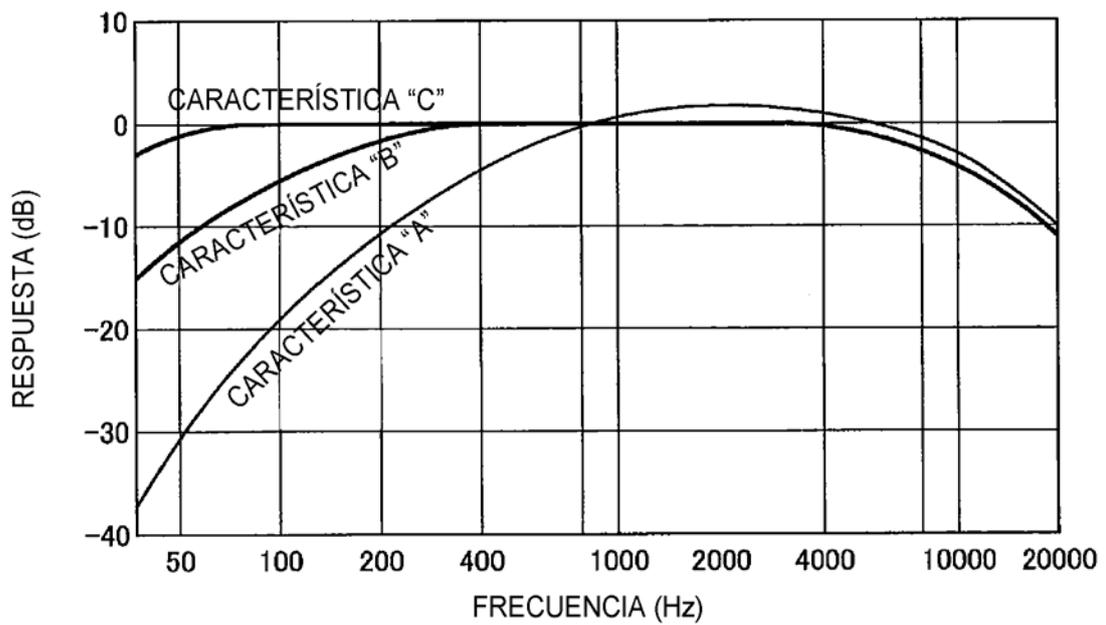


FIG. 8

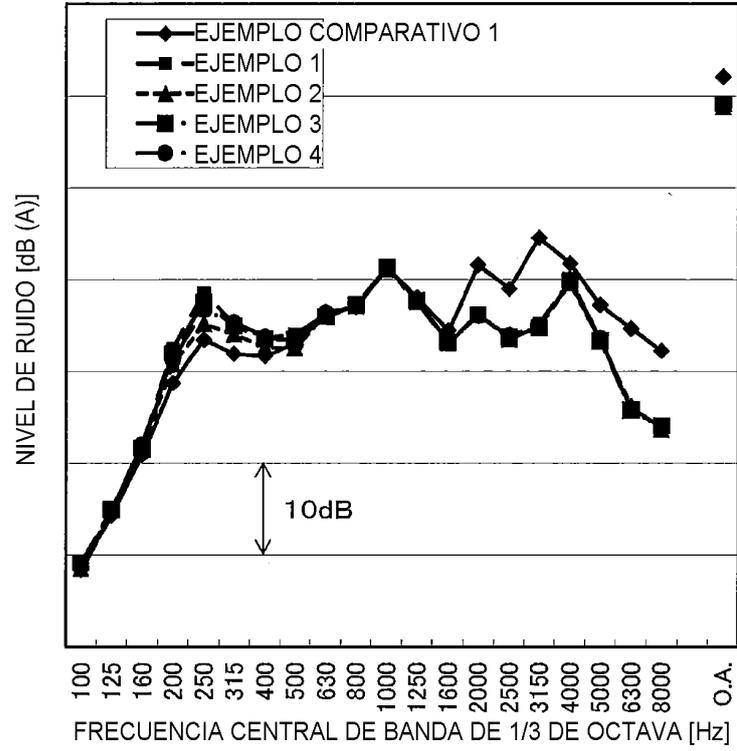


FIG. 9

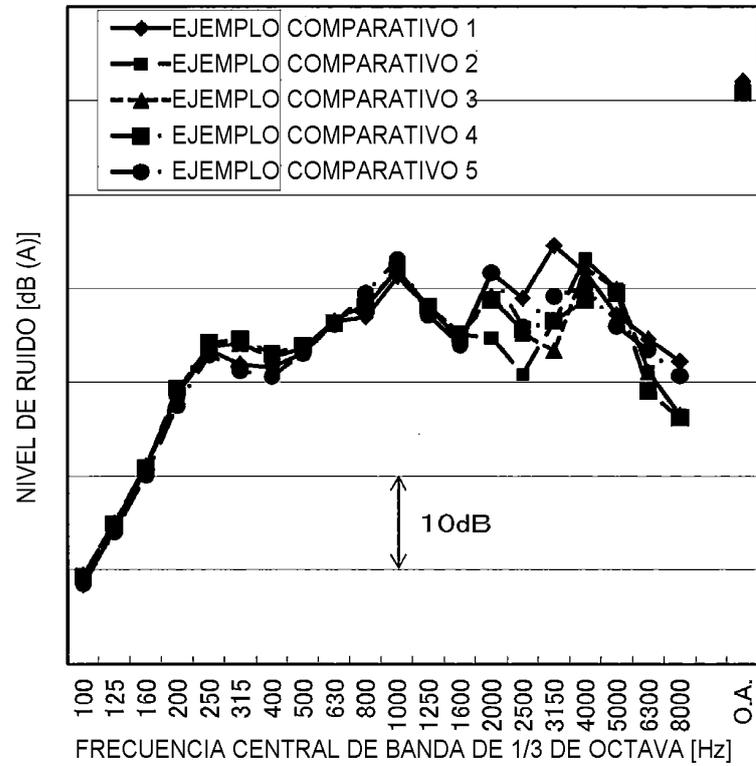


FIG. 10

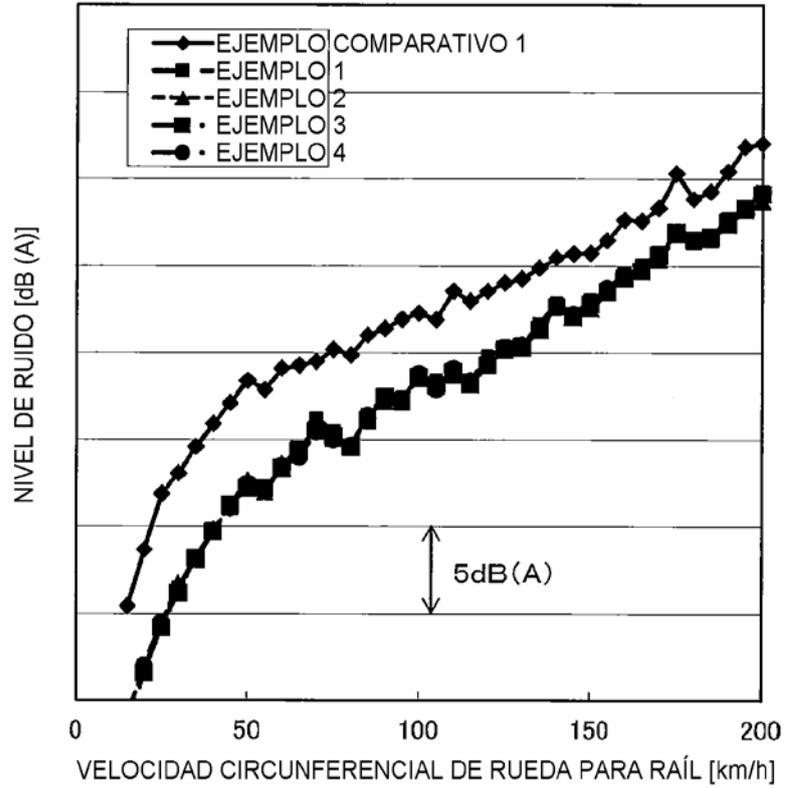


FIG. 11

