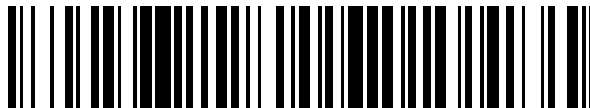


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 259**

51 Int. Cl.:

F16D 65/092 (2006.01)

B61H 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2012 PCT/JP2012/003568**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12164935**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2012 E 12792495 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 2716929**

54 Título: **Forro de freno para vehículos ferroviarios y frenos de disco equipados con el mismo**

30 Prioridad:

02.06.2011 JP 2011124145

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

20.07.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (33.3%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP;
RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
(33.3%) y
FINE SINTER CO., LTD. (33.3%)**

72 Inventor/es:

**KATO, TAKANORI;
FUJIMOTO, TAKAHIRO;
ASABE, KAZUTAKA;
SAKAGUCHI, ATSUSHI;
KARINO, YASUSHI;
SAGA, SHIN-ICHI;
MAEJIMA, TAKASHI;
NAKANO, SATORU y
NAKANO, TAKESHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 774 259 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

Forro de freno para vehículos ferroviarios y frenos de disco equipados con el mismo

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención está relacionada con un freno de disco para uso como dispositivo de frenado para vehículos ferroviarios, y en particular con un forro de freno para vehículos ferroviarios configurada para ser presionada contra una superficie de fricción de un disco de freno fijado a una rueda o a un eje de la misma y un freno de disco equipado con el forro de freno.

10

TÉCNICA ANTERIOR

Como dispositivo de frenado para vehículos de transporte terrestre tales como vehículos ferroviarios, automóviles, y motocicletas, los frenos de disco se han utilizado ampliamente en los últimos años a medida que esos vehículos se han ido haciendo cada vez más rápidos y más grandes. Un freno de disco es un dispositivo que produce una fuerza de frenado por medio de rozamiento generado por contacto deslizante entre un disco de freno y un forro de freno.

15

En el caso de los vehículos ferroviarios, se genera una fuerza de frenado presionando un forro de freno, mediante una pinza de freno, contra una superficie de fricción de un disco de freno en forma de disco con forma de donut que ha sido montado y fijado a la rueda o al eje. De esta manera, la rotación de la rueda o del eje se ralentiza o se detiene de modo que se controla la velocidad del vehículo.

20

Durante el funcionamiento, la deceleración del vehículo depende de la fuerza de frenado del freno de disco, y la fuerza de frenado depende enormemente del coeficiente de rozamiento entre el disco de freno y el forro de freno. En circulación real, se desea que la deceleración de un vehículo bajo frenado se pueda controlar de manera precisa, y para conseguir esto, el coeficiente de rozamiento entre el disco de freno y el forro de freno deseablemente debería ser estable y constante con independencia de variaciones en la velocidad de desplazamiento en el momento de inicio de la operación de frenado.

25

Además, durante la operación de frenado, las temperaturas de las superficies de fricción del forro de freno y del disco de freno que entran en contacto la una con la otra aumentan debido al calor producido por el rozamiento. El aumento de temperatura tiende a ser apreciable bajo condiciones en las que la carga de frenado aumenta, específicamente cuando el vehículo se está desplazando a alta velocidad o cuando el vehículo es pesado. En circulación real, se desea impedir el daño térmico al freno de disco de modo que se mejore su durabilidad. Para conseguir esto, es necesario proporcionar un contacto lo más uniforme posible entre el forro de freno y el disco de freno durante la operación de frenado y reducir la generación de calor por rozamiento.

30

La Figura 1 muestra un freno de disco típico convencional para vehículos ferroviarios. En la figura, la Figura 1(a) es una vista en planta de un forro de freno, y la Figura 1(b) es una vista en sección transversal ampliada de la Figura 1(a) tomada a lo largo de la línea A-A. La Figura 1(a) muestra el forro de freno vista desde el lado del disco de freno, que es el lado delantero.

40

El forro de freno 102 típica convencional (denominada en lo que sigue "forro de freno convencional") mostrada en la Figura 1 incluye: una pluralidad de órganos de fricción 103 con forma de placa ancha; soportes metálicos 104 sujetos a las superficies traseras de los órganos de fricción 103; y una placa base 106 que mantiene unidos a los órganos de fricción 103 con los soportes metálicos 104 en la cara superficial trasera. Los órganos de fricción 103, junto con los soportes metálicos 104, están montados rígidamente en la placa base 106 por medio de remaches (no mostrados). En el forro de freno 102 convencional configurada de esta manera, la placa base 106 está montada en una pinza de freno (no mostrada), de modo que las superficies delanteras de los órganos de fricción 103 están orientadas hacia la superficie de fricción 101a del disco de freno 101.

50

La pinza de freno se acciona mediante, por ejemplo, presión hidráulica o neumática como fuente de impulsión durante la operación de frenado, para presionar el forro de freno 102 contra el disco de freno 101. Durante esta operación, la fuerza de presión aplicada desde la pinza de freno al forro de freno 102 no actúa de manera uniforme sobre toda el área del forro de freno 102, sino que actúa sobre algunas zonas particulares de manera concentrada debido a la estructura de montaje de las dos piezas.

55

Como resultado de esto, en el caso de un freno de disco que incluye el forro de freno 102 convencional, la presión de contacto entre el disco de freno 101 y el forro de freno 102 aumenta localmente durante la operación de frenado porque los órganos de fricción 103 tienen una forma de placa bastante ancha y están fijados rígidamente a la placa base 106. Por consiguiente, el aumento de temperatura debido al rozamiento durante la operación de frenado resulta localmente excesivo, lo que produce como resultado un aumento de desgaste del forro de freno 102 (de los órganos de fricción 103) y del disco de freno 101 o la formación de grietas en el disco de freno 101 en el lugar que experimenta el aumento de temperatura excesivo. Este daño térmico conduce a la pérdida de durabilidad del freno de disco.

60

65

Para abordar este problema, en los últimos años se han propuesto una variedad de guarniciones de freno con una estructura mejorada con la intención de proporcionar presión de contacto uniforme entre el forro de freno y el disco de freno durante la operación de frenado. Por ejemplo, las Bibliografías de Patente 1 a 3 describen guarniciones de freno en cada una de ellas cuyos órganos de fricción se proporcionan de tal manera que el órgano de fricción del forro de freno convencional está dividido en piezas más pequeñas y la pluralidad de piezas divididas de los órganos de fricción están dispuestas de manera que estén espaciadas unas de otras.

En el forro de freno descrito en la Bibliografía de Patente 1, cada uno de los órganos de fricción está provisto de manera independiente de un soporte metálico sujeto a la superficie trasera del mismo. Los órganos de fricción junto con los soportes metálicos están montados, en la cara superficial trasera, a través de órganos de muelle proporcionados de manera independiente, en una placa base por medio de remaches, de modo que están soportados de forma resiliente de manera independiente.

En el forro de freno descrita en la Bibliografía de Patente 2, los órganos de fricción se proporcionan en parejas, estando cada pareja conformada por dos órganos adyacentes de los órganos de fricción, y los órganos de fricción emparejados están juntos provistos de una lámina resiliente de una sola pieza sujeta a las superficies traseras de los mismos. Cada lámina resiliente está montada rígidamente en la placa base por medio de dos remaches en una parte correspondiente a un espacio entre los órganos de fricción fijados a la lámina resiliente. De esta manera, cada uno de los órganos de fricción está soportado de forma resiliente de manera independiente en las dos posiciones de los remaches entre los órganos de fricción que actúan como puntos de soporte.

En el forro de freno descrita en la Bibliografía de Patente 3, los órganos de fricción se proporcionan en parejas, estando cada pareja conformada por dos órganos adyacentes de los órganos de fricción, y los órganos de fricción emparejados están juntos provistos de una película delgada metálica de una sola pieza sujeta a las superficies traseras de los mismos. Cada película delgada metálica está fijada a la placa base por medio de dos remaches a través de elementos elásticos en una parte correspondiente a un espacio entre los órganos de fricción que están sujetos a la película delgada metálica. De esta manera, cada uno de los órganos de fricción está soportado de forma resiliente de manera independiente en las dos posiciones de los remaches entre los órganos de fricción que actúan como puntos de soporte.

Se espera que todas las guarniciones de freno descritas en las Bibliografías de Patente 1 a 3 tengan presión de contacto uniforme con respecto al disco de freno durante la operación de frenado porque sus órganos de fricción están soportados de forma resiliente sobre la placa base.

Sin embargo, el forro de freno descrita en la Bibliografía de Patente 1 está configurada de tal manera que cada uno de los órganos de fricción se puede mover de manera independiente. Debido a esto, el coeficiente de rozamiento entre el disco de freno y el forro de freno puede variar dependiendo de la velocidad de desplazamiento o del momento de inicio de la operación de frenado. Esta variabilidad del coeficiente de rozamiento se produce también en las guarniciones de freno descritas en las Bibliografías de Patente 2 y 3. Esto se debe a que cada uno de los órganos de fricción en esas bibliografías también se puede mover de manera independiente porque cada uno de ellos está soportado de forma resiliente a través de la lámina resiliente o de la película delgada metálica en la posición entre los órganos de fricción emparejados que actúa como punto de soporte.

Si el coeficiente de rozamiento varía dependiendo de la velocidad de desplazamiento en el momento de inicio de la operación de frenado, un control preciso de la deceleración del vehículo bajo frenado resulta difícil, haciendo por lo tanto imposible garantizar las prestaciones de frenado requeridas. En particular, en el caso de vehículos ferroviarios de alta velocidad tales como un "tren bala" Shinkansen, la variación en el coeficiente de rozamiento plantea un problema porque la velocidad de desplazamiento varía ampliamente desde baja velocidad hasta alta velocidad.

Además, en el caso del forro de freno descrita en la Bibliografía de Patente 1, cada uno de los órganos de fricción está fijado a la placa base por un único remache, y de esta forma se hace que giren en sus respectivas posiciones durante la operación de frenado. Si está rotación de los órganos de fricción se repite como resultado de operaciones de frenado repetidas, se produce aflojamiento en la parte de fijación entre los órganos de fricción y la placa base, lo que finalmente produce como resultado la caída de los órganos de fricción. Por esta razón, es imposible garantizar durabilidad y fiabilidad suficientes.

En el documento US 5.538.108 A, se propone montar elementos de fricción sinterizados individuales, cilíndricos o poliédricos en los extremos en voladizo de placas metálicas resilientes. Las placas metálicas están fijadas a una placa base de una manera tal que cada extremo de las placas actúa como una cartela que se puede mover de manera independiente adaptada para absorber cualquier deformación inducida por fuerzas térmicas, permitiendo de este modo que se pueda ejercer una presión de contacto uniforme entre los elementos de fricción individuales y el disco de freno.

LISTA DE REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa nº 2008-151188

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 2: Folleto de Publicación Internacional nº WO2002/073059

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 3: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa nº 2006-194429

5

COMPENDIO DE LA INVENCION

PROBLEMA TÉCNICO

10 La presente invención se ha hecho en vista del problema anterior, y tiene como objeto proporcionar un forro de freno y un freno de disco para vehículos ferroviarios que puedan conseguir presión de contacto uniforme entre el forro de freno y el disco de freno durante la operación de frenado, consiguiendo al mismo tiempo un coeficiente de rozamiento estable entre ellos de modo que se mejoren la durabilidad y la fiabilidad.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA

15 Para conseguir el objeto anterior, los presentes inventores realizaron una variedad de ensayos y análisis y estudiaron de manera intensiva, y como consecuencia de ello realizaron los siguientes hallazgos (a) a (c).

20 (a) Como se ha indicado anteriormente, para conseguir presión de contacto uniforme entre un forro de freno y un disco de freno durante la operación de frenado, es necesario proporcionar una configuración en la cual una pluralidad de pequeños órganos de fricción esté cada uno de ellos soportado de forma resiliente de manera independiente de modo que cada uno de ellos se pueda mover de manera individual. Sin embargo, para conseguir un coeficiente de rozamiento estable entre el disco de freno y el forro de freno, el movimiento de cada órgano de fricción debe estar restringido en cierta medida.

25 (b) Tanto la presión de contacto uniforme como el coeficiente de rozamiento estable indicados en el (a) anterior se pueden conseguir al mismo tiempo proporcionando una configuración en la cual: los órganos de fricción se proporcionan en parejas, estando cada pareja conformada por dos órganos adyacentes de los órganos de fricción; los órganos de fricción emparejados están juntos provistos de un soporte metálico de una sola pieza sujeto a las superficies traseras de los mismos mientras que cada uno de ellos está provisto de manera independiente de un órgano de muelle; y los órganos de fricción están montados, en la cara superficial trasera, a través de los órganos de muelle proporcionados de manera independiente, en una placa base por medio de remaches. Esto es debido a que al estar montados a través de los órganos de muelle proporcionados de manera independiente en una placa base por medio de remaches, se hace que los órganos de fricción se puedan mover de manera individual. Además, debido al soporte metálico de una sola pieza sujeto a las superficies traseras de los órganos de fricción emparejados, se conforma un acoplamiento entre los órganos de fricción emparejados a través del soporte metálico, de modo que sus movimientos están restringidos en la medida mínimamente requerida.

35 (c) Además, si se emplea la configuración del (b) anterior, cada órgano de fricción está fijado, substancialmente por dos remaches, a la placa base. De esta manera, no se hace que giren en sus posiciones respectivas durante la operación de frenado y por lo tanto se puede impedir que se produzca aflojamiento en partes de fijación entre los órganos de fricción y la placa base. Incluso si una de las partes de fijación está rota, el órgano de fricción no se cae de inmediato.

45 La presente invención se ha conseguido basándose en los hallazgos (a) a (c) anteriores, y los resúmenes de los mismos se describen a continuación en relación con un forro de freno para vehículos ferroviarios en el (I) posterior y un disco de freno para vehículo ferroviario en el (II) posterior.

50 (I) Se proporciona un forro de freno configurada para ser presionada, por una pinza de freno, contra una superficie de fricción de un disco de freno fijado a una rueda o a un eje de un vehículo ferroviario, incluyendo el forro de freno:

una pluralidad de órganos de fricción dispuestos de manera que estén espaciados unos de otros, teniendo cada uno de los órganos de fricción una superficie delantera que está orientada hacia la superficie de fricción del disco de freno;

55 un soporte metálico sujeto a las superficies traseras de los órganos de fricción; y una placa base que soporta cada órgano de fricción en una parte central del mismo sobre la cara superficial trasera a través de un órgano de muelle, estando la placa base montada en la pinza de freno;

60 en la cual los órganos de fricción se proporcionan en parejas, estando cada pareja conformada por dos órganos adyacentes de los órganos de fricción, y el soporte metálico es un órgano de una sola pieza proporcionado para cada pareja de los órganos de fricción.

65 En el forro de freno del (I) anterior, el soporte metálico tiene una parte correspondiente a un espacio entre los órganos de fricción fijados al soporte metálico y la parte es preferiblemente una parte estrechada. En este caso, la parte estrechada del soporte metálico preferiblemente tiene una anchura mínima que va desde un tercio hasta dos tercios de una anchura máxima del órgano de fricción fijado al soporte metálico.

Además, en el forro de freno del (I) anterior, el soporte metálico tiene una parte correspondiente a un espacio entre los órganos de fricción fijados al soporte metálico y la parte preferiblemente tiene una longitud mínima que va desde 2 hasta 7 mm.

5 (II) Se proporciona un freno de disco para vehículos ferroviarios que incluye:

un disco de freno fijado a una rueda o a un eje de un vehículo ferroviario; y
una pinza de freno equipada con cualquiera de las guarniciones de freno anteriores.

10 **EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION**

Con el forro de freno y el freno de disco para vehículos ferroviarios de la presente invención, es posible conseguir presión de contacto uniforme entre el forro de freno y el disco de freno durante la operación de frenado, consiguiendo al mismo tiempo un coeficiente de rozamiento estable entre ellos de modo que la durabilidad y la fiabilidad se mejoran. Esto se hace posible proporcionando una configuración en la cual: los órganos de fricción se proporcionan en parejas, estando cada pareja conformada por dos órganos adyacentes de los órganos de fricción; los órganos de fricción emparejados están juntos provistos de un soporte metálico de una sola pieza sujeto a las superficies traseras de los mismos mientras que están provistos de manera independiente de un órgano de muelle; y los órganos de fricción están montados, en la cara superficial trasera, a través de los órganos de muelle proporcionados de manera independiente, en (a) una placa base por medio de remaches.

20 **BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

[FIG. 1] La Figura 1 muestra un freno de disco típico convencional para vehículos ferroviarios. En la figura, la Figura 1(a) es una vista en planta del forro de freno, y la Figura 1(b) es una vista en sección transversal ampliada de la Figura 1(a) tomada a lo largo de la línea A-A.

25 [FIG. 2] La Figura 2 muestra un ejemplo del freno de disco para vehículos ferroviarios de la presente invención. En la figura, la Figura 2(a) es una vista en planta del forro de freno, la Figura 2(b) es una vista en planta ampliada de una pareja de órganos de fricción, y la Figura 2(c) es una vista en sección transversal ampliada de la Figura 2(a) tomada a lo largo de la línea B-B.

30 **DESCRIPCION DE REALIZACIONES**

A continuación, se describirán con mayor detalle realizaciones del forro de freno y del freno de disco para vehículos ferroviarios de la presente invención.

35 La Figura 2 muestra un ejemplo del freno de disco para vehículos ferroviarios de la presente invención. En la figura, la Figura 2(a) es una vista en planta de un forro de freno, la Figura 2(b) es una vista en planta ampliada de una pareja de órganos de fricción, y la Figura 2(c) es una vista en sección transversal ampliada de la Figura 2(a) tomada a lo largo de la línea B-B. La Figura 2(a) y la Figura 2(b) muestran el forro de freno y la pareja de órganos de fricción, respectivamente, vistos desde el lado del disco de freno, que es el lado delantero.

40 Como se muestra en la Figura 2(c), el freno de disco de la presente invención incluye un disco de freno 1, un forro de freno 2, y una pinza de freno (no mostrada) equipada con el forro de freno 2. El disco de freno 1 tiene la forma de un disco con forma de donut, y está montado en la rueda o en el eje (no mostrado) por medios tales como un perno para que esté fijado rígidamente a ellos. La pinza de freno se activa cuando se acciona el frenado para presionar el forro de freno 2 contra una superficie de fricción 1a del disco de freno 1. Esto provoca rozamiento entre el disco de freno 1 y el forro de freno 2 debido a contacto deslizante, y produce de esta forma una fuerza de frenado. De esta manera, el freno de disco ralentiza o detiene la rotación de la rueda o del eje para controlar de este modo la velocidad del vehículo.

50 El forro de freno 2 de la presente invención como se muestra en la Figura 2 incluye una pluralidad de órganos de fricción 3, un soporte metálico 4, órganos de muelle 5, y una placa base 6 que sostiene a todos estos. Cada uno de los órganos de fricción 3 tiene una superficie delantera que está orientada hacia la superficie de fricción 1a del disco de freno 1, y están dispuestos de manera que estén espaciados unos de otros. Como se muestra en la Figura 2(a), por ejemplo, es posible adoptar una realización en la cual están dispuestos un total de catorce órganos de fricción, con dos en cada dirección radial del disco de freno 1 y siete en cada dirección circunferencial del disco de freno 1. La disposición y el número de los órganos de fricción 3 no están particularmente limitados.

60 Los órganos de fricción 3 están fabricados de un material de cobre sinterizado, un material basado en resina, o similar. Cada uno de ellos tiene la forma de una pequeña pieza que se puede obtener dividiendo el órgano de fricción 103 con forma de placa ancha del forro de freno 102 convencional como se muestra en la Figura 1. Como se muestra en las Figuras 2(a) y 2(b), los órganos de fricción 3 son circulares en vista en planta, y tienen un pequeño orificio 3a en su centro. Se inserta un remache 7 a través del pequeño orificio 3a cuando el órgano de fricción 3 se monta en la placa base 6. La forma plana del órgano de fricción 3 no está limitada a circular, sino que puede ser poligonal, como por ejemplo cuadrilátera o hexagonal.

- Los órganos de fricción 3 están provistos, en la superficie trasera de los mismos, de un soporte metálico 4 fabricado de una placa metálica delgada tal como una placa de acero, de modo que mantienen su resistencia y su rigidez. El soporte metálico 4 es un elemento de una sola pieza que se debe proporcionar para cada pareja de dos órganos de fricción 3 adyacentes para mantener unidos a los órganos de fricción 3 emparejados. En virtud de esto, los órganos de fricción 3 emparejados están acoplados entre sí por medio del soporte metálico 4. Los órganos de fricción 3 emparejados, los cuales están acoplados por el soporte metálico 4, pueden estar en relación adyacente en cualquier dirección sin limitación. Pueden ser adyacentes unos a otros en direcciones radiales del disco de freno 1, en direcciones circunferenciales del mismo, o en cualquier otra dirección.
- Los órganos de fricción 3, junto con los soportes metálicos 4, están montados en la placa base 6 por medio del remache 7 insertado a través del pequeño orificio 3a en el centro del órgano de fricción 3. Se debe resaltar que cada uno de los órganos de fricción 3 está provisto de manera independiente de un órgano de muelle 5 dispuesto entre el soporte metálico 4 y la placa base 6 en la cara superficial trasera, por lo cual cada uno de los órganos de fricción 3 está soportado de forma resiliente de manera independiente. Como un ejemplo del órgano de muelle 5, en la Figura 2 se ilustra un muelle en forma de disco, pero en su lugar se puede emplear un muelle en forma de lámina, un muelle helicoidal, o similar.
- En el freno de disco equipado con el forro de freno 2 configurada de esta manera, los órganos de fricción 3 están montados, a través de los órganos de muelle 5 proporcionados de manera independiente, en la placa base 6 por medio de remaches 7, de modo que cada uno de ellos está soportado de forma resiliente de manera independiente. Esto permite que los órganos de fricción 3 se puedan mover de manera individual. En virtud de esto, es posible conseguir presión de contacto uniforme entre el forro de freno 2 y el disco de freno 1 durante la operación de frenado.
- Además, dado que los órganos de fricción 3 emparejados están juntos provistos de un soporte metálico 4 de una sola pieza sujeto a las superficies traseras de los mismos, se conforma un acoplamiento entre los órganos de fricción 3 emparejados a través del soporte metálico 4. Debido a esto, sus movimientos están restringidos en la medida mínimamente requerida en comparación con el caso en que no están acoplados por medio del soporte metálico. En virtud de esto, es posible conseguir un coeficiente de rozamiento estable entre el disco de freno 1 y el forro de freno 2 con independencia de la velocidad de desplazamiento en el momento de inicio de la operación de frenado.
- Además, cada uno de los órganos de fricción 3 está fijado, substancialmente por dos remaches 7, a la placa base 6, de modo que no se hace que giren en sus respectivas posiciones durante la operación de frenado. De esta manera, es posible impedir aflojamiento en las partes de fijación de los órganos de fricción 3 y la placa base 6. Incluso si se produce aflojamiento en una parte de fijación, el órgano de fricción 3 no se cae de inmediato a menos que las dos partes de fijación estén rotas al mismo tiempo. Por lo tanto, es posible garantizar durabilidad y fiabilidad suficientes.
- De hecho, cada uno de los órganos de fricción 3 está soportado de forma resiliente en la posición del remache 7 inmediatamente debajo de su centro que actúa como un punto de soporte, y por lo tanto no se inclinan en gran medida ni siquiera si entran en contacto con el disco de freno 1 y se hace que se muevan durante la operación de frenado. De esta forma, el desgaste de la superficie de contacto se produce de manera uniforme en toda el área, de modo que no se produce desgaste parcial.
- En un forro de freno 2 de este tipo de la presente invención como se muestra en las Figuras 2(a) y 2(b), el soporte metálico 4 tiene una parte 4a correspondiente al espacio entre los órganos de fricción 3 emparejados fijados al soporte metálico 4, es decir, una parte de acoplamiento 4a de los órganos de fricción 3, y esta parte preferiblemente está estrechada. Esto es debido a que es ventajoso en términos de ahorro de peso. En este caso, el soporte metálico 4 está configurado preferiblemente de tal manera que la parte de acoplamiento 4a (parte estrechada) tiene una anchura mínima w que va desde un tercio hasta dos tercios de una anchura máxima D del órgano de fricción 3 fijado al soporte metálico 4 y tiene un espesor t (véase la Figura 2(c)) que va desde 1,5 hasta 4 mm. Esto se debe a que un área de contacto uniforme y un coeficiente de rozamiento estable como se ha mencionado anteriormente se pueden conseguir de manera efectiva. Se resalta que la anchura máxima D del órgano de fricción 3, tal como se hace referencia en esta memoria, significa una anchura máxima del órgano de fricción 3 en la dirección paralela a la anchura mínima w de la parte de acoplamiento 4a.
- Además, en el forro de freno 2 de la presente invención como se muestra en las Figuras 2(a) y 2(b), el soporte metálico 4 está configurado preferiblemente de tal manera que la parte de acoplamiento 4a tiene una longitud mínima l , es decir, un espacio mínimo entre los órganos de fricción 3, que va desde 2 hasta 7 mm, y más preferiblemente que va desde 3 hasta 5 mm. Si la longitud mínima l de la parte de acoplamiento 4a es demasiado corta, el movimiento de los órganos de fricción 3 está excesivamente restringido, y esto hace que sea difícil conseguir un área de contacto uniforme como se ha mencionado anteriormente. Por el contrario, si es demasiado larga, el movimiento de los órganos de fricción 3 no está restringido adecuadamente, y esto hace que sea difícil conseguir un coeficiente de rozamiento estable como se ha mencionado anteriormente.

Se resalta que la constante elástica del órgano de muelle 5 para soportar de manera resiliente los órganos de fricción 3 para permitirles que se muevan está preferiblemente en un rango desde aproximadamente 4 hasta aproximadamente 10 kN/mm para fines prácticos.

5 Ejemplos

Para verificar los efectos ventajosos de la presente invención, se realizaron análisis por el Método de Elementos Finitos (FEM) y ensayos de freno como se describe a continuación.

[Sumario de los análisis y los ensayos]

10 Se realizó un análisis FEM para evaluar la uniformidad de la presión de contacto entre un forro de freno y un disco de freno durante la operación de frenado. En el análisis, el forro de freno y el disco de freno se modelaron como cuerpos elásticos, y se aplicó una carga correspondiente a la fuerza de presión producida por la pinza de freno desde la cara posterior del forro de freno. En este análisis, se evaluaron las cargas que actuaron sobre los órganos de fricción individuales.

15 Los ensayos de freno se realizaron principalmente para evaluar la estabilidad del coeficiente de rozamiento entre el disco de freno y el forro de freno durante la operación de frenado. En los ensayos, una rueda en la cual estaba montado el disco de freno se hizo girar en su sitio, y el forro de freno montada en la pinza de freno se presionó contra el disco de freno para frenar. En estos ensayos, se encontraron los coeficientes de fricción a partir de las cargas de presión que actuaron sobre el forro de freno y el par de frenado medido.

20 Tanto el análisis FEM como los ensayos de freno estuvieron dirigidos a la evaluación de frenos de disco para uso en trenes bala.

25 [Análisis y condiciones de ensayo]

Las condiciones principales para los análisis FEM y los ensayos de freno se resumen en la Tabla 1 posterior.

[Tabla 1]

TABLA 1

Clasificación	Acoplamiento De Los Órganos De Fricción Mediante Soporte Metálico	Longitud Mínima De La Parte De Acoplamiento	Muelle En Forma De Disco	Número De Órganos De Fricción	Ensayo De Freno	Análisis FEM
Ejemplo Innovador 1	Presente	2 [mm]	Presente	14	Realizado	Realizado
Ejemplo Innovador 2	Presente	3 [mm]	Presente	14	No realizado	Realizado
Ejemplo Innovador 3	Presente	5 [mm]	Presente	14	No realizado	Realizado
Ejemplo Comparativo 1	Ausente	-	Presente	14	Realizado	Realizado
Ejemplo Comparativo 2	Ausente	-	Ausente	4	No realizado	Realizado

35 En el análisis FEM, se empleó el freno de disco mostrado en la Figura 2 y el análisis se llevó a cabo bajo tres condiciones de los Ejemplos Innovadores 1 a 3. En todos los ejemplos innovadores, el espesor del soporte metálico fue 2,3 mm, y la anchura mínima de la parte de acoplamiento del soporte metálico que acopla los órganos de fricción emparejados fue 21 mm. La longitud mínima de la parte de acoplamiento que acopla los órganos de fricción emparejados se hizo variar entre el Ejemplo Innovador 1, el Ejemplo Innovador 2, y el Ejemplo Innovador 3, configurado cada uno de ellos para tener una longitud mínima de 2 mm, 3 mm, y 5 mm, respectivamente.

40 Además, en los Ejemplos Innovadores 1 a 3, todos en común, la longitud longitudinal de la placa base (y la longitud en la dirección correspondiente a la dirección circunferencial del disco de freno) fue 400 mm, la longitud en la dirección de la anchura de la misma (la longitud en la dirección correspondiente a la dirección radial del disco de freno) fue 130 mm. Con relación a los materiales que conforman el forro de freno, los órganos de fricción se fabricaron a partir de un material de cobre sinterizado, y todas las demás piezas se fabricaron a partir de un material de acero. El número de los elementos de fricción fue catorce, y cada uno de ellos era circular en vista en planta con un diámetro de 45 mm. La constante elástica del muelle en forma de disco dispuesto entre los órganos de fricción y la placa base se estableció en 7 kN/mm. El disco de freno fue generalmente en forma de disco con un diámetro

interior de 476 mm y un diámetro exterior de 724 mm, y la longitud radial de la superficie de fricción del mismo que entra en contacto con el forro de freno fue 120 mm.

5 El análisis FEM se realizó bajo las condiciones: una fuerza de presión de 14 kN; y un coeficiente de rozamiento en la superficie de contacto entre el disco de freno y el forro de freno de 0,3.

10 A efectos de comparación, se realizó un análisis FEM adicional bajo dos condiciones de Ejemplos Comparativos 1 y 2. En el Ejemplo Comparativo 1, entre las condiciones del Ejemplo Innovador 1, no se empleó el acoplamiento de los órganos de fricción emparejados mediante el soporte metálico. En lugar de esto, el Ejemplo Comparativo 1 empleó un freno de disco en el cual cada uno de los órganos de fricción está provisto de manera independiente de un soporte metálico sujeto a la superficie trasera del mismo (el tipo de freno de disco descrito en la BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 1). En el Ejemplo Comparativo 2, se empleó el freno de disco convencional mostrado en la Figura 1.

15 Mientras tanto, se realizaron los ensayos de freno bajo dos condiciones, es decir, las condiciones del Ejemplo Innovador 1 y las condiciones del Ejemplo Comparativo 1. Los ensayos se realizaron especificando ocho velocidades diferentes en el rango de 30 a 330 km/h como velocidad inicial, asumiendo que se aplicaba frenada de emergencia desde las respectivas velocidades iniciales.

[Método de Evaluación]

20 Un objeto de la presente invención reside en proporcionar un área de contacto uniforme proporcionando al mismo tiempo un coeficiente de rozamiento estable y, además, en garantizar la durabilidad del freno de disco. En los ensayos de freno, para evaluar la estabilidad del coeficiente de rozamiento y la durabilidad, se realizaron investigaciones para encontrar, como índices correspondientes, variaciones en el coeficiente de rozamiento, así como si se hacía o no que los órganos de fricción individuales girasen en sus respectivas posiciones. En esta memoria, a partir de los coeficientes de rozamiento medios obtenidos en los ensayos de freno realizados a partir de las velocidades iniciales, se extrajeron los valores máximo y mínimo y se determinó que las diferencias entre ellos eran las variaciones del coeficiente de rozamiento.

30 Por otro lado, en los análisis FEM, para evaluar la uniformidad del área de contacto, las variaciones en las cargas que actuaron sobre los órganos de fricción individual se investigaron como un índice correspondiente. En esta memoria, a partir de las cargas que actuaron sobre los órganos de fricción cuando se aplicó la fuerza de presión, se extrajeron los valores máximo y mínimo y se determinó que las diferencias entre ellos eran las variaciones en las cargas.

[Resultados]

35 Los resultados del análisis FEM y de los ensayos de freno se resumen en la Tabla 2 posterior.

[Tabla 2]

TABLA 2

Clasificación	Ensayo De Freno		Análisis FEM
	Variación Del Coeficiente De Rozamiento	Número De Órganos De Fricción Que Se Hacen Girar	Variación En La Carga
Ejemplo Innovador 1	0,035	0	535 [N]
Ejemplo Innovador 2	-	-	417 [N]
Ejemplo Innovador 3	-	-	391 [N]
Ejemplo Comparativo 1	0,065	4	439 [N]
Ejemplo Comparativo 2	-	-	4425 [N]

45 A partir de los resultados mostrados en la tabla, se encuentra que en el Ejemplo Innovador 1, en el cual los órganos de fricción emparejados están acoplados por el soporte metálico, las variaciones del coeficiente de rozamiento son pequeñas y no se produce rotación de los órganos de fricción. También se encuentra que en los Ejemplos Innovadores 1 a 3, las variaciones en las cargas son reducidas debido al efecto del soporte resiliente de los órganos de fricción por el muelle en forma de disco. A partir de los hallazgos anteriores, es evidente que el freno de disco equipado con el forro de freno de la presente invención es capaz de proporcionar un área de contacto uniforme proporcionando al mismo tiempo un coeficiente de rozamiento estable, y además es capaz de garantizar durabilidad.

50 En cambio, se encuentra que en el Ejemplo Comparativo 1, en el cual los órganos de fricción emparejados no están acoplados por el soporte metálico, las variaciones en el coeficiente de rozamiento son relativamente grandes y se produce rotación en varios órganos de fricción. Además, se encontró que en el Ejemplo Comparativo 2, las variaciones en las cargas son grandes porque se utilizó el forro de freno convencional.

55 APLICABILIDAD INDUSTRIAL

El forro de freno y el freno de disco para vehículos ferroviarios de la presente invención se pueden utilizar de manera efectiva en una variedad de vehículos ferroviarios, y en particular son útiles en vehículos ferroviarios de alta velocidad que se desplazan en un amplio rango de velocidad desde baja velocidad hasta alta velocidad.

5 LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

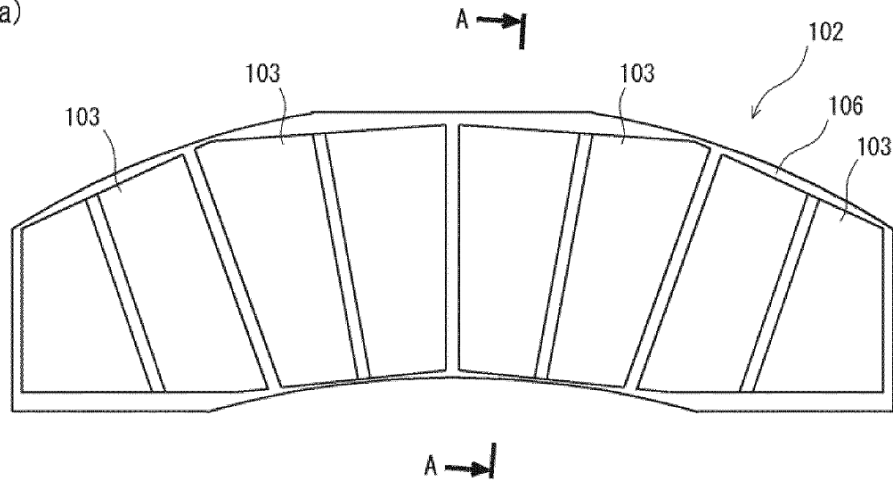
- 1: disco de freno, 1a: superficie de fricción,
- 2: forro de freno, 3: órgano de fricción, 3a: pequeño orificio,
- 4: soporte metálico, 4a: parte de acoplamiento, 5: órgano de muelle,
- 6: placa base, 7: remache

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un forro de freno (2) configurada para ser presionada, por una pinza de freno, contra una superficie de fricción (1a) de un disco de freno (1) fijado a una rueda o a un eje de un vehículo ferroviario, comprendiendo el forro de freno (2):
- 10 una pluralidad de órganos de fricción (3) dispuestos de manera que estén espaciados unos de otros, teniendo cada uno de los órganos de fricción (3) una superficie delantera que está orientada hacia la superficie de fricción (1a) del disco de freno (1);
- 15 un soporte metálico (4) sujeto a las superficies traseras de los órganos de fricción (3); y una placa base (6) que soporta cada órgano de fricción (3) en una parte central del mismo en la cara superficial trasera a través de un órgano de muelle (5), estando la placa base (6) montada en la pinza de freno;
- 20 en la cual los órganos de fricción (3) se proporcionan en parejas, estando cada pareja conformada por dos órganos adyacentes de los órganos de fricción (3), y el soporte metálico (4) es un órgano de una sola pieza proporcionado para cada pareja de los órganos de fricción (3).
- 25 2. El forro de freno (2) para vehículos ferroviarios de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el soporte metálico (4) tiene una parte correspondiente a un espacio entre los órganos de fricción (3) fijados al soporte metálico (4) y la parte es una parte estrechada.
- 30 3. El forro de freno (2) para vehículos ferroviarios de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que** la parte estrechada del soporte metálico (4) tiene una anchura mínima que va desde un tercio hasta dos tercios de una anchura máxima del órgano de fricción (3) fijado al soporte metálico (4).
- 35 4. El forro de freno (2) para vehículos ferroviarios de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el soporte metálico (4) tiene una parte correspondiente a un espacio entre los órganos de fricción (3) fijados al soporte metálico (4) y la parte tiene una longitud mínima que va desde 2 hasta 7 mm.
- 40 5. Un freno de disco para vehículos ferroviarios **caracterizado por** comprender:
- un disco de freno (1) fijado a una rueda o a un eje de un vehículo ferroviario; y una pinza de freno equipada con el forro de freno (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

FIG. 1
(a)



(b) A-A

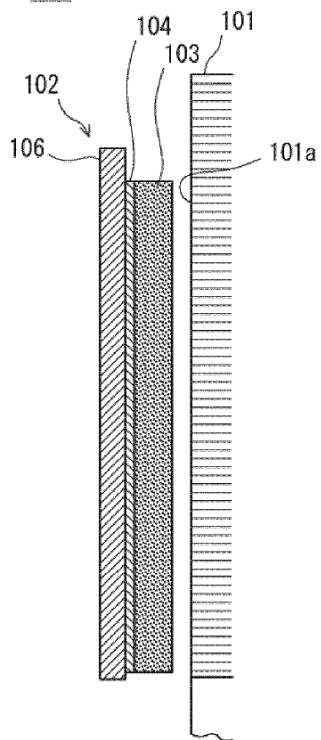


FIG. 2

