

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 700**

51 Int. Cl.:

**F16D 55/225** (2006.01)

**B61H 5/00** (2006.01)

**F16D 65/092** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2013 PCT/JP2013/000560**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO13121731**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2013 E 13749865 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2816250**

54 Título: **Forro de freno para vehículo ferroviario, y freno de disco equipado con el mismo**

30 Prioridad:

**14.02.2012 JP 2012029158**

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

**18.06.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SAKAYAMA, YUIKO;  
KATOU, TAKANORI y  
SAKAGUCHI, ATSUSHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 767 700 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 vehículo ferroviario, y freno de disco equipado con el mismo

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un freno de disco que utiliza una horquilla de freno flotante como dispositivo de freno para un vehículo ferroviario, y, particularmente, se refiere a un forro de freno para un vehículo ferroviario, que es presionado contra una superficie de rozamiento de un disco de freno fijado a una rueda o a un eje, así como a un freno de disco para un vehículo ferroviario, equipado con el forro de freno.

10

### TÉCNICA ANTERIOR

Conforme se aumenta la velocidad y se crece en tamaño, es frecuente utilizar un freno de disco como dispositivo de freno para un vehículo de transporte terrestre tal como un vehículo ferroviario, un automóvil o una motocicleta. El freno de disco es un dispositivo que produce una fuerza de frenado por el rozamiento consecuencia del contacto de deslizamiento entre el disco de freno (en lo que sigue de esta memoria, también simplemente el 'disco') y un forro de freno (en lo que sigue de esta memoria, también simplemente el 'forro'). En el caso del freno de disco para un vehículo ferroviario, la fuerza de frenado es generada al presionar el forro mediante una horquilla de freno (en lo sucesivo de esta memoria, también simplemente 'horquilla'), contra una superficie de rozamiento del disco, que se ha montado y fijado a una rueda o a un eje. De este modo, la rotación de la rueda o del eje es ralentizada o detenida, de manera que se controla la velocidad del vehículo.

20

Normalmente, el miembro de rozamiento del forro se va reduciendo gradualmente por desgaste como resultado del frenado repetido. Sin embargo, si el miembro de rozamiento se ha reducido parcialmente por desgaste, el comportamiento del frenado se hace inestable. Por lo tanto, a fin de evitar el desgaste parcial del miembro de rozamiento, es preferible que se aplique una carga de presión uniformemente en todas las zonas del miembro de rozamiento durante el frenado.

25

Por otra parte, durante el frenado, las temperaturas de las superficies de rozamiento del forro y del disco aumentan por el calor del rozamiento. Este incremento de temperatura tiende a ser más acusado en condiciones en que la velocidad de desplazamiento del vehículo es elevada o en que el peso del vehículo es grande. En el desplazamiento real, es deseable evitar daños térmicos en el forro y en el disco, así como mejorar la durabilidad del forro y del disco. Para este fin, es necesario que se efectúe el contacto entre el forro y el disco tan uniformemente como sea posible, a fin de reducir el calor de rozamiento generado como resultado del contacto durante el frenado.

30

La horquilla incluye unos brazos de horquilla que se extienden de manera que pasan sobre el disco y los revestimientos interiores de sujeción de los brazos de la horquilla, respectivamente. Las horquillas se clasifican, principalmente, en un tipo flotante y un tipo en oposición, dependiendo de la configuración de la disposición de una fuente de accionamiento, por ejemplo, pistones o diafragmas, para presionar el forro contra el disco. En el caso del tipo flotante, la fuente de accionamiento presionante, tal como los pistones o diafragmas, se proporciona tan solo en uno de los brazos de la horquilla, cada uno de los cuales sujeta el forro. En el caso del tipo en oposición, las fuentes de accionamiento presionante, tales como los pistones o los diafragmas, se proporcionan en ambos brazos de la horquilla, respectivamente.

35

40

Para el vehículo ferroviario se utiliza a menudo el freno de disco que hace uso de la horquilla flotante. El freno de disco se describirá haciendo únicamente referencia al freno de disco del tipo flotante.

45

La Figura 1 muestra un ejemplo de configuración de un freno de disco convencional para un vehículo ferroviario, y en ella se ilustra un lado del mismo en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante. En la Figura 1(a) se proporciona una vista en planta en la que un forro es visto desde el lado de la superficie frontal, la Figura 1(b) es una vista en planta en la que el forro es visto desde el lado de la superficie trasera, la Figura 1(c) es una vista en corte transversal aumentado, tomado a lo largo de la línea A-A de la Figura 1(a), y la Figura 1(d) es una vista en corte transversal, en un estado en que el forro mostrado en la Figura 1(c) se ha desprendido de un brazo de la horquilla.

50

Un forro convencional (en lo que sigue de esta memoria, 'forro de tipo convencional') 12, mostrado en la Figura 1, está configurado de manera que incluye un miembro de rozamiento 3 que está situado frente a una superficie de rozamiento 1a de un disco 1, una placa de base 14, que tiene un espesor fijo y que sujeta el miembro de rozamiento 3 sobre una superficie frontal 14a, y una placa de guía 15, proporcionada de forma fija en el centro de una superficie trasera 14b de la placa de base 14. En la Figura 1 se muestra cómo se han dispuesto una pluralidad de miembros de rozamiento 3 en forma de bloques pequeños; esto es, se han dispuesto pares de miembros de rozamiento 3 en una dirección radial del disco 1, y se han dispuesto siete miembros de rozamiento 3 en una dirección circunferencial del disco 1, es decir, se han dispuesto 14 miembros de rozamiento 3 en total. Los miembros de rozamiento 3 están respectivamente fijados a la placa de base 14 por unos remaches 6. Puede haberse dispuesto un miembro de resorte entre los miembros de rozamiento 3 y la placa de base 14.

60

65

El forro de tipo convencional 12 se monta en un soporte de forro (en lo que sigue de esta memoria, también simplemente 'soporte'), incorporado dentro de cada brazo de horquilla, y se dispone en un estado en que una superficie de rozamiento 3a de cada miembro de rozamiento 3 se encuentra frente a la superficie de rozamiento 1a del disco 1, en paralelo. Tal como se muestra en las Figuras 1(c) y 1(d), en el lado en que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante, tal como pistones (en lo que sigue de esta memoria, también 'lado sin fuente de accionamiento presionante'), se ha incorporado integralmente, o de una pieza, un soporte 8 dentro del brazo 7 de horquilla, y se ha formado en este soporte 8 una parte cóncava 8b que acomoda en su interior la placa de guía 15 del forro 12. La placa de guía 15 del forro 12 se dispone en un estado en el que los bordes superior e inferior, 15b y 15c, de la placa de guía 15 se acoplan con los bordes superior e inferior, 8d y 8e, de la parte cóncava 8b del soporte 8, respectivamente, al tiempo que una superficie trasera (una superficie que se encuentra en un lado de superficie trasera con respecto al forro) 15a contacta estrechamente con una superficie de fondo (una superficie que se encuentra en un lado de superficie frontal con respecto al forro) 8c de la parte cóncava 8b del soporte 8. Un acoplamiento tan fuerte de la placa de guía 15 con la parte cóncava 8b del soporte 8 hace posible que el forro 12 del lado sin fuente de accionamiento presionante sea fuertemente sujeto al soporte 8 directamente incorporado dentro del brazo 7 de la horquilla.

Al mismo tiempo, en el lado en que se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante (en lo que sigue de esta memoria, también el 'lado de la fuente de accionamiento presionante'), existe un soporte asegurado a la fuente de accionamiento presionante, y se ha formado en este soporte una parte cóncava similar a la del lado sin fuente de accionamiento presionante. Similarmente al lado sin fuente de accionamiento presionante, el fuerte acoplamiento de la placa de guía con la parte cóncava del soporte hace posible que el forro 12 del lado de la fuente de accionamiento presionante sea fuertemente sujeto al soporte incorporado dentro del brazo de la horquilla, por medio de la fuente de accionamiento presionante.

En el freno de disco convencional configurado como se ha descrito anteriormente, durante el frenado, en el lado de la fuente de accionamiento presionante, se acciona la fuente de accionamiento presionante, por lo que se carga una fuerza de presión sobre el forro 12 desde la fuente de accionamiento presionante, y el forro 12 es presionado contra el disco. Por otra parte, tal y como se muestra en la Figura 1(c), en el lado sin fuente de accionamiento presionante, se aplica al brazo 7 de horquilla una fuerza de reacción a la fuerza de presión ejercida sobre el lado de la fuente de accionamiento presionante, y el brazo 7 de horquilla se mueve de forma deslizante hacia el disco 1 (véase la flecha blanca de la Figura 1(c)) y el forro 12 es presionado contra el disco 1. Llegados a este punto, tanto en el lado de la fuente de accionamiento presionante como en el lado sin fuente de accionamiento presionante, la fuerza de presión que es cargada sobre el forro 12 actúa directamente sobre la placa de guía 15 del forro 12, a través del soporte 8 del brazo 7 de horquilla. Es decir, la fuerza de presión que se carga sobre el forro 12 no actúa directamente sobre la placa de base 14 del forro 12, sino que actúa de manera intensiva sobre la placa de guía 15 del forro 12, debido a la estructura de una parte del forro 12 que es montada en el brazo 7 de horquilla.

En el caso de que el freno de disco utilice la horquilla flotante, en el lado sin fuente de accionamiento presionante se produce un fenómeno consistente en que el brazo 7 de horquilla es doblado hasta abrirse a medida que el forro 12 es presionado contra el disco 1 durante el frenado. Debido a esto, el miembro de rozamiento 3 situado en el lado sin fuente de accionamiento presionante exhibe una tendencia a que actúe una carga más alta en una zona correspondiente a un lado circunferencial exterior del disco 1 (en lo que sigue de esta memoria, también 'zona del lado circunferencial exterior'), que en una zona correspondiente a un lado circunferencial interior del disco 1 (en lo que sigue de esta memoria, también 'zona del lado circunferencial interior'). Esto acelera de forma particular el desgaste de la zona del lado circunferencial exterior del miembro de rozamiento 3 y el desgaste parcial del miembro de rozamiento 3, e incluso acelera, probablemente, el desgaste parcial del disco 1.

Para poner fin a estos problemas, se han propuesto recientemente diversos tipos de frenos de disco con estructuras mejoradas con vistas a hacer uniforme la presión de las superficies de contacto entre el revestimiento y el disco durante el frenado.

Por ejemplo, cada uno de los documentos de Bibliografía Patente 1 y 2 divulga un freno de disco configurado como sigue. En previsión de que el brazo de horquilla se doble hasta abrirse en el lado en que no se han proporcionado, durante el frenado, pistones que sirvan como fuerza de accionamiento presionante, el miembro de rozamiento se monta en el soporte del brazo de horquilla, en un estado en el que la superficie de rozamiento del miembro de rozamiento está inclinada en un ángulo predeterminado con respecto a la superficie de rozamiento del disco. En el caso del documento de Bibliografía Patente 1, al cambiar la forma del soporte sin cambiar la estructura del forro, la superficie de rozamiento del miembro de rozamiento está inclinada con respecto a la superficie de rozamiento del disco. En el caso del documento de Bibliografía Patente 2, al cambiar el espesor del miembro de rozamiento del forro sin cambiar la estructura del soporte, la superficie de rozamiento del miembro de rozamiento está inclinada con respecto a la superficie de rozamiento del disco. De acuerdo con semejante freno de disco, durante el frenado, el contacto del miembro de rozamiento con el disco comienza desde la zona del lado circunferencial interior, y la superficie de rozamiento del miembro de rozamiento contacta con la superficie de rozamiento del disco sustancialmente en un estado paralelo, por el doblamiento del brazo de horquilla para seguir la carga aplicada. Como resultado de ello, la presión superficial se hace constante sobre todas las zonas del miembro de rozamiento.

Sin embargo, en los frenos de disco que se describen en los documentos de Bibliografía Patente 1 y 2, al inicio del frenado, la zona del lado circunferencial interior del miembro de rozamiento contacta con el disco, pero la zona del lado circunferencial exterior del mismo no contacta con el disco. Debido a esto, sigue produciéndose, probablemente, un desgaste parcial del miembro de rozamiento.

El documento US 4.333.550 A divulga un disco de freno que incluye un rotor de disco, un par de conjuntos de pastilla de freno, consistentes en una pastilla de rozamiento y un placa de respaldo, un miembro de transmisión, destinado a transmitir una fuerza de empuje desde un dispositivo de accionamiento al conjunto de pastilla de freno, un tope, destinado a limitar la magnitud del movimiento del conjunto de pastilla de freno en la dirección de rotación del rotor de disco, y un resorte de retorno de pastilla. En él, el espesor total de la placa de frenado más el miembro de transmisión se hace variable a través de una superficie inclinada hecha en ambos miembros, respectivamente, en un estado de contacto complementario. Cuando se aplica el freno, la placa de respaldo es movida de forma deslizante en la dirección de rotación del rotor de disco, a lo largo de la superficie inclinada del miembro de transmisión, a fin de incrementar el espesor total antes de contactar a tope con un miembro de tope, y, cuando se suelta el freno, el espesor total se reduce al valor inicial por el movimiento de la placa de frenado en la dirección inversa por medio del resorte de retorno de la pastilla, a lo largo de la superficie inclinada, a fin de garantizar un espacio de separación de freno entre la pastilla de freno y el rotor de disco.

## LISTA DE CITAS

### Bibliografía Patente

Documento de Bibliografía Patente 1: Publicación de Solicitud de Patente japonesa N° 2008-281156

Documento de Bibliografía Patente 2: Publicación de Solicitud de Patente japonesa N° 2008-267527

## COMPENDIO DE LA INVENCION

### PROBLEMA TÉCNICO

La presente invención se ha llevado a efecto a la luz de los problemas antes mencionados, y es un propósito de la presente invención proporcionar un forro de freno para un vehículo ferroviario, y un freno de disco para un vehículo ferroviario, equipado con este forro de freno, capaz de poner en contacto un miembro de rozamiento con un disco de freno sobre todas las zonas desde el comienzo del frenado, en un lado del freno de disco sin fuente de accionamiento presionante, utilizando una horquilla de freno flotante, aplicando uniformemente una carga de presión sobre todas las zonas del miembro de rozamiento durante el frenado, y, por último, mejorando la durabilidad.

### SOLUCIÓN AL PROBLEMA

A fin de alcanzar el anterior propósito, la esencia de la presente invención radica en un forro de freno para un vehículo ferroviario, referido en (I), en lo que sigue, y en un freno de disco para un vehículo ferroviario, referido en (II), más adelante.

(I) Un forro de freno, que se ha configurado para disponerse en un freno de disco para un vehículo ferroviario, el cual utiliza una horquilla de freno flotante, de tal modo que la horquilla de freno flotante incluye unos brazos de horquilla, cada uno de los cuales pasa sobre un disco de freno fijado a una rueda o a un eje del vehículo ferroviario; el forro de freno está sostenido por cada uno de los brazos de horquilla; y se ha proporcionado una fuente de accionamiento presionante únicamente en uno de los brazos de horquilla, cada uno de los cuales sujeta el forro de freno, de tal manera que el forro de freno se ha configurado para ser sujetado por el brazo de horquilla en un lado en el que no se ha dispuesto la fuente de accionamiento presionante, y el forro de freno comprende un miembro de rozamiento configurado para enfrentarse a una superficie de rozamiento del freno de disco; una placa de base sujeta el miembro de rozamiento en una superficie frontal; una placa de base sujeta el miembro de rozamiento en una superficie frontal; y una placa de guía está configurada para ser acomodada dentro de una parte cóncava del brazo de horquilla, en el lado configurado para ser el lado en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante, de manera que la superficie frontal de la placa de base se encuentra paralela a una superficie de rozamiento del miembro de rozamiento, un espesor de la placa de base es mayor en un lado configurado para corresponderse con un lado circunferencial interior del disco de freno, que en un lado configurado para corresponderse con un lado circunferencial exterior del disco de freno, y un espesor de la placa de guía se ha configurado de modo que es más pequeño que una profundidad de la parte cóncava del brazo de horquilla, y, en el lado destinado a ser el lado en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante, en un estado en el que la superficie de rozamiento del miembro de rozamiento está configurada para situarse frente a la superficie de rozamiento del disco de freno, en paralelo, la placa de guía se ha configurado para ser ajustada, con un cierto juego, dentro de la parte cóncava de la horquilla, en el centro de una superficie trasera de la placa de base.

Es preferible que, en el forro de freno descrito anteriormente en (I), la superficie trasera de la placa de base sea una superficie en pendiente, inclinada con respecto a la superficie frontal.

Es preferible que, en estos revestimientos interiores de freno, el espesor de la placa de base sea entre 0,25 mm y 2,0 mm mayor en el lado correspondiente al lado circunferencial interior del disco de freno, que en el

lado correspondiente al lado circunferencial exterior del disco de freno.

En estos revestimientos interiores de freno, en un estado en que la placa de guía está ajustada, con un cierto juego, dentro de la parte cóncava del brazo de horquilla, existe una cavidad entre la superficie trasera de la placa de guía y la parte cóncava del soporte, y existe una cavidad entre la superficie trasera de la placa de base y el brazo de horquilla.

(II) Un freno de disco para un vehículo ferroviario, caracterizado por incluir el anterior forro de freno.

#### EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

En el forro de freno y en el disco de freno para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la presente invención, como la superficie de rozamiento de cada miembro de rozamiento se ha dispuesto de manera que se enfrenta a la superficie de rozamiento del disco, en paralelo, en el lado sin fuente de accionamiento presionante, el miembro de rozamiento puede contactar con el disco en todas las zonas desde el comienzo del frenado. Además de ello, el forro está asegurado de forma movable al brazo de horquilla, puesto que la placa de guía se ha instalado, con un cierto juego, dentro de la parte cóncava del brazo de horquilla, y el espesor de la placa de guía es más pequeño que la profundidad de la parte cóncava del brazo de horquilla. Por lo tanto, durante el frenado, en el lado sin fuente de accionamiento presionante, la placa de base contacta con el brazo de horquilla dentro de un amplio intervalo, a fin de seguir el doblamiento del brazo de horquilla. La fuerza de presión que se carga sobre el forro no actúa, con ello, sobre la placa de guía, sino que actúa directamente sobre la placa de base, y es, por ello, posible aplicar uniformemente la carga de presión en todas las zonas del miembro de rozamiento. Como consecuencia de ello, es posible evitar el desgaste parcial de los miembros de rozamiento y mejorar la durabilidad.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra un ejemplo de configuración de un freno de disco convencional para un vehículo ferroviario, ilustrando un lado del mismo en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante;

La Figura 2 muestra un ejemplo de configuración de un freno de disco para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la presente invención, ilustrando un lado del mismo en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante; y

La Figura 3 muestra una modificación de la configuración del freno de disco para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la presente invención, ilustrando un lado del mismo en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante.

#### DESCRIPCION DE REALIZACIONES

En lo que sigue de esta memoria, se describirán en detalle realizaciones de un forro de freno y de un freno de disco para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 muestra un ejemplo de configuración de un freno de disco para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la presente invención, que ilustra un lado del mismo en el que no se ha proporcionado la fuente de accionamiento presionante. En esta figura, la Figura 2(a) es una vista en corte transversal, y la Figura 2(b) es una vista en corte transversal en un estado en que un forro mostrado en la Figura 2(a) se ha desmontado de un brazo de horquilla. Nótese que las Figuras 2(a) a 2(b) se corresponden con las Figuras 1(c) y 1(d), respectivamente. En lo que respecta a un lado del freno de disco sin fuente de accionamiento presionante, de acuerdo con la presente invención, la configuración con la que se ve el forro desde un lado de superficie frontal es la misma que la mostrada en la Figura 1(a), y la configuración con la que se ve el forro desde un lado de superficie trasera es la misma que la mostrada en la Figura 1(b).

El freno de disco de acuerdo con la presente invención incluye un disco de freno 1, un forro de freno, y una horquilla de freno en la que se monta el forro.

El disco 1, que es de una forma a modo de disco de rosquilla, está fijado a una rueda o a un eje (no mostrados) por medio de pernos o elementos similares, y está fuertemente asegurado a los mismos.

La horquilla incluye unos brazos de horquilla que se extienden de manera que pasan sobre el disco 1 y los revestimientos interiores sujetos por los brazos de horquilla, respectivamente. Puesto que la horquilla utilizada en la presente invención es una horquilla flotante, únicamente se proporciona una fuente de accionamiento presionante, tal como un pistón, en un brazo de horquilla que no se ha mostrado en las Figuras 2(a) a 2(b), de los brazos de horquilla que sujetan, cada uno de ellos, el forro. La fuente de accionamiento presionante es accionada por presión hidráulica o presión de aire.

En el lado de la fuente de accionamiento presionante, existe un soporte de forro, asegurado a la fuente de accionamiento presionante incorporada dentro del brazo de horquilla, y este soporte sujeta fuertemente un forro que es el mismo que el forro de tipo convencional 12 que se muestra en la Figura 1, de una manera similar a la manera convencional. Por otra parte, tal y como se muestra en la Figura 2(a), en el lado sin fuente de accionamiento presionante, el soporte 8 de forro está incorporado integralmente dentro del brazo 7 de horquilla, similarmente a lo mostrado en la Figura 1. Se ha formado en este soporte 8 una parte cóncava 8b que da acomodo en su interior a

una placa de guía 5 de un forro de freno 2 de acuerdo con la presente invención, que se describirá más adelante.

Tal como se muestra en la Figura 2, el forro 2 de acuerdo con la presente invención, que es sujetado por el brazo 7 de horquilla en el lado que no tiene fuente de accionamiento presionante, se ha configurado de manera que incluye un miembro de rozamiento 3 que se sitúa frente a una superficie de rozamiento 1a de un disco 1, una placa de base 4 que sujeta el miembro de rozamiento 3 en una superficie frontal 4a, y la placa de guía 5, proporcionada de forma fija en el centro de una superficie trasera de la placa de base 4. En la Figura 2 se muestra cómo se han dispuesto una pluralidad de miembros de rozamiento 3 en forma de bloques pequeños, similarmente a la Figura 1.

Cada uno de los miembros de rozamiento 3, que se ha hecho de un material de cobre sinterizado, un material basado en resina o un material similar, tiene una forma circular plana y está asegurado a la placa de base 4 por medio de un remache 6 insertado en una parte central del miembro de rozamiento 3. La forma plana del miembro de rozamiento 3 no está limitada a una forma circular, sino que puede ser una forma poligonal tal como una forma cuadrangular o una forma hexagonal. Puede haberse dispuesto un miembro de resorte entre los miembros de rozamiento 3 y la placa de base 4, a fin de soportar elásticamente los miembros de rozamiento 3. Como miembro de resorte, puede aplicarse un resorte de disco, o puede aplicarse también un resorte de placa o un resorte helicoidal.

La superficie frontal 4a de la placa de base 4 es paralela a una superficie de rozamiento 3a del miembro de rozamiento 3. Por otra parte, un espesor de la placa de base 4 es mayor en un lado correspondiente al lado circunferencial interior del disco 1 (que se corresponde con un lado inferior en la Figura 2, en lo que sigue de esta memoria, también simplemente 'lado circunferencial interior'), que en un lado correspondiente al lado circunferencial exterior del disco 1 (que se corresponde con un lado superior en la Figura 2, en lo que sigue de esta memoria, también simplemente 'lado circunferencial exterior').

Desde un punto de vista práctico, la superficie trasera 4b de esta placa de base 4 es, preferiblemente, una superficie inclinada con respecto a la superficie frontal 4a de la misma. Es también preferible que la diferencia entre un espesor 4to de lado circunferencial exterior y un espesor 4ti de lado circunferencial interior se encuentre dentro de un intervalo entre 0,25 mm y 2,0 mm. Más preferiblemente, la diferencia está entre 0,5 mm y 1,0 mm. Como se describe más adelante, cuando la diferencia entre el espesor del lado circunferencial exterior y el espesor del lado circunferencial interior de la placa de base 4 es más pequeña que 0,25 mm, una carga más pesada tiende a actuar sobre la zona del lado circunferencial exterior del miembro de rozamiento 3 si la superficie trasera 4b de la placa de base 4 contacta con la superficie frontal 8a del soporte 8 para seguir el doblamiento del brazo 7 de horquilla, al tiempo que el miembro de rozamiento 3 contacta con el disco 1 durante el frenado. Por otra parte, si la diferencia de espesores excede de 2,0 mm, una carga más pesada tiende, a la inversa, a actuar sobre la zona del lado circunferencial interior del miembro de rozamiento 3. Tal intervalo de diferencias de espesores de la placa de base 4 se corresponde con entre 0,1° y 1,0° en términos del ángulo de inclinación de la superficie trasera 4b con respecto a la superficie frontal 4a de la placa de base 4.

Un espesor 5t de la placa de guía 5 es más pequeño que una profundidad de la parte cóncava 8b del soporte 8 (brazo 7 de horquilla). Es decir, el espesor 5t de la placa de guía 5 es más pequeño que el espesor de la placa de guía 15 del forro de tipo convencional 12 mostrado en la Figura 1. La Figura 2 muestra un aspecto en el que el espesor 5t de la placa de guía 5 es fijo y la superficie trasera 5a de la placa de guía 5 es paralela a la superficie trasera 4b de la placa de base 4. Sin embargo, siempre y cuando el espesor 5t de la placa de guía 5 sea más pequeño que la profundidad de la parte cóncava 8b del soporte 8, el espesor 5t de la placa de guía 5 puede ser más pequeño en el lado circunferencial interior que en el lado circunferencial exterior, para que así la superficie trasera 5a de la placa de guía 5 pueda hacerse paralela a la superficie frontal 4a de la placa de base 4, tal como se muestra, por ejemplo, en la Figura 3.

En el forro 2 configurado como se ha descrito en lo anterior, en el lado sin fuente de accionamiento presionante, únicamente los bordes superior e inferior, 5b y 5c, de la placa de guía 5 se acoplan con los bordes superior e inferior, 8d y 8e, de la parte cóncava 8b formada en el soporte 8 del brazo 7 de horquilla, respectivamente, en un estado en el que la superficie de rozamiento 3a de cada miembro de rozamiento 3 está situada frente a la superficie de rozamiento 1a del disco 1, en paralelo. Es decir, la placa de guía 5 del forro 2 situado en el lado sin fuente de accionamiento presionante, se ajusta, con un cierto juego, dentro de la parte cóncava 8b del soporte 8, y el forro 2 es, con ello, asegurado de forma movable al brazo 7 de horquilla. En este estado ajustado con un cierto juego, se encuentra presente una cavidad c1 entre la superficie trasera 5a de la placa de guía 5 y la superficie de fondo 8c de la parte cóncava 8b del soporte 8, y se encuentra presente una cavidad c2 entre la superficie trasera 4b de la placa de base 4 y la superficie frontal 8a del soporte 8 (brazo 7 de horquilla). La superficie frontal 8a del soporte 8 es paralela a la superficie de rozamiento 1a del disco 1.

De esta manera, el freno de disco de acuerdo con la presente invención incluye el forro 2 de acuerdo con la presente invención, y proporcionado en el brazo 7 de horquilla situado en el lado sin fuente de accionamiento presionante, así como el forro de tipo convencional 12, proporcionado en el brazo de horquilla situado en el lado de la fuente de accionamiento presionante. Durante el frenado, en el lado de la fuente de accionamiento presionante, la fuente de accionamiento presionante es accionada, por lo que una fuerza de presión es cargada sobre el forro 12 desde la

fuerza de accionamiento presionante y el forro 12 es presionado contra el disco.

Por otra parte, como se muestra en la Figura 2(a), en el lado sin fuente de accionamiento presionante, una fuerza de reacción a la fuerza de presión ejercida en el lado de la fuente de accionamiento presionante, es aplicada al brazo 7 de horquilla, y el brazo 7 de horquilla se mueve de forma deslizante hacia el disco 1 (véase la flecha blanca de la Figura 2(a)) y el forro 2 es presionado contra el disco 1. En este momento, puesto que la superficie de rozamiento 3a de cada miembro de rozamiento 3 se ha dispuesto enfrentada a la superficie de rozamiento 1a del disco 1, en paralelo, el miembro de rozamiento 3 contacta con el disco 1 en todas las zonas, desde la zona del lado circunferencial interior hasta la zona del lado circunferencial exterior, desde el comienzo del frenado. Es más, como el miembro de rozamiento 3 es presionado contra el disco 1, se aplica al brazo 7 de horquilla la fuerza de reacción a la fuerza de presión, y el brazo 7 de horquilla es doblado hasta abrirse.

Seguidamente a esto, la cavidad c2 existente entre la superficie trasera 4b de la placa de base 4 y la superficie frontal 8a del soporte 8 se cierra, y la cavidad c1 existente entre la superficie trasera 5a de la placa de guía 5 y la superficie de fondo 8c de la parte cóncava 8b del soporte 8 se hace más estrecha. Esto es debido a que el forro 2 está asegurado de forma movable al brazo 7 de horquilla, puesto que la placa de guía 5 se encuentra ajustada, con un cierto juego, dentro de la parte cóncava 8b del soporte 8, y el espesor 5t de la placa de guía 5 es más pequeño que la profundidad de la parte cóncava 8b del soporte 8.

De esta manera, durante el frenado, en el lado sin fuente de accionamiento presionante, la superficie trasera 4b de la placa de base 4 contacta con la superficie frontal 8a del soporte 8 dentro de un amplio intervalo, en un estado en el que la superficie trasera 5a de la placa de guía 5 no contacta con la superficie de fondo 8c de la parte cóncava 8b del soporte 8. Por lo tanto, la fuerza de presión que es cargada sobre el forro 2 no actúa sobre la placa de guía 5 del forro 2, sino que actúa directamente sobre la placa de base 4 del forro 2. Es, con ello, posible aplicar uniformemente la carga de presión sobre todas las zonas del miembro de rozamiento 3, es decir, asegurarse del comportamiento de presión constante durante el frenado. Como consecuencia de ello, y también debido al contacto del miembro de rozamiento 3 con el disco 1 en todas las zonas desde el comienzo del frenado, tal como se ha descrito anteriormente, es posible evitar el desgaste parcial del miembro de rozamiento 3 y mejorar la durabilidad.

#### EJEMPLOS

Para comprobar los efectos ventajosos de la presente invención, se llevó a cabo el siguiente análisis de FEM (análisis según el método de los elementos finitos –“finite element method”–).

[Esbozo del análisis]

Se llevó a cabo el análisis de FEM a fin de evaluar el comportamiento de presión constante del miembro de rozamiento situado en el lado sin fuente de accionamiento presionante, durante el frenado. En el análisis, se utilizaron cuerpos elásticos como modelos del brazo de horquilla, del forro y del disco, y se aplicó al brazo de horquilla una carga correspondiente a la fuerza de presión. Se evaluó la carga que actuaba en ese momento sobre el miembro de rozamiento. El objetivo del análisis era un freno utilizado para el Shinkansen (un vehículo ferroviario de alta velocidad).

Condiciones de ejecución

La Tabla 1 muestra una lista de las principales condiciones de ejecución para el análisis de FEM.

TABLA 1

| Clasificación         | Espesor de placa de base [mm] |                               |                         | Posición de actuación de la carga |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|                       | Lado circunferencial exterior | Lado circunferencial interior | Diferencia de espesores |                                   |
| Ejemplo inventivo 1   | 4,0                           | 5,0                           | 1,0                     | Placa de base                     |
| Ejemplo inventivo 2   | 4,0                           | 4,75                          | 0,75                    | Placa de base                     |
| Ejemplo inventivo 3   | 4,25                          | 4,75                          | 0,5                     | Placa de base                     |
| Ejemplo comparativo 1 | 4,5                           | 4,5                           | 0                       | Placa de base                     |
| Ejemplo comparativo 2 | 4,5                           | 4,5                           | 0                       | Placa de guía                     |
| Ejemplo comparativo 3 | 4,0                           | 4,75                          | 0,75                    | Placa de guía                     |

En el análisis de FEM, se adoptó el freno de disco mostrado en la Figura 2, y el análisis se llevó a cabo para tres aspectos de Ejemplos inventivos 1 a 3. En cada caso, el espesor de la placa de base se estableció en un valor más grande en el lado circunferencial interior que en el lado circunferencial exterior, y la diferencia de espesores se modificó entre los Ejemplos inventivos 1 a 3, es decir, la diferencia de espesores era de 1,0 mm en el Ejemplo inventivo 1, de 0,75 mm en el Ejemplo inventivo 2, y de 0,5 mm en el Ejemplo inventivo 3. Por otra parte, en cada caso, la profundidad de la parte cóncava del soporte era 7,8 mm, el espesor de la placa de guía era más pequeño

que la profundidad de la parte cóncava del soporte, es decir, 7 mm, y se hizo que la carga de presión actuase directamente sobre la placa de base durante el frenado.

Como condiciones comunes de los Ejemplos inventivos 1 a 3, una dimensión longitudinal, o longitud, de la placa de base (longitud en la dirección correspondiente a una dirección circunferencial del disco) era 400 mm, y una magnitud en anchura (longitud en la dirección correspondiente a una dirección radial del disco) era 141 mm. En cuanto a los materiales de los respectivos miembros que constituyen el forro, los miembros de rozamiento se hicieron de material de cobre sinterizado y todas las demás partes se hicieron de un material de acero. El número de los miembros de rozamiento era 14, y la forma plana de cada miembro de rozamiento consistía en una forma circular con un diámetro de 45 mm. Se proporcionó el resorte de disco entre los miembros de rozamiento y la placa de base, a modo de miembro de resorte. Cada miembro de rozamiento se aseguró a la placa de base por medio de un remache, y la placa de base se aseguró a la placa de guía mediante un remache. El disco tenía una forma general de disco, y un diámetro interior de 476 mm y un diámetro exterior de 724 mm.

El análisis de FEM se llevó a cabo mientras se aplicaban las fuerzas de presión en tres condiciones: de 8 kN, de 10 kN y de 12 kN.

Para propósitos de comparación, el análisis se efectuó con respecto a tres aspectos de los Ejemplos comparativos 1 a 3. En el Ejemplo comparativo 1, se hizo que la carga de presión actuase directamente sobre la placa de base durante el frenado, similarmente a los Ejemplos inventivos 1 a 3, pero el espesor de la placa de base era constante, a diferencia de los Ejemplos inventivos 1 a 3. En el Ejemplo comparativo 2, en el que se supuso el disco de freno convencional, el espesor de la placa de base era constante y se hizo que la carga de presión actuase sobre la placa de guía durante el frenado. En el Ejemplo comparativo 3, el espesor de la placa de base era más grueso en el lado circunferencial interior que en el lado circunferencial exterior, similarmente a los Ejemplos inventivos 1 a 3, pero se hizo que la fuerza de presión actuase sobre la placa de guía durante el frenado, a diferencia de los Ejemplos inventivos 1 a 3.

[Método de evaluación]

El propósito de la presente invención es garantizar el comportamiento de presión constante de los miembros de rozamiento en el lado sin fuente de accionamiento presionante. Debido a esto, como índice en correspondencia con este propósito, se extrajo una carga actuante en cada uno de los miembros de rozamiento por medio del análisis de FEM, y se calculó la desviación típica de cada carga a partir de un valor de carga extraído. Si la desviación típica de la carga era pequeña, se consideraba que el comportamiento de presión constante del miembro de rozamiento era alto.

[Resultados]

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis de FEM.

Tabla 2

| Clasificación         | Desviación típica [N] de la carga que actúa sobre el miembro de rozamiento |         |         |                                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------------------------------------|
|                       | Fuerza de presión                                                          |         |         | Promedio de los resultados de las tres condiciones de la izquierda |
|                       | 8 [kN]                                                                     | 10 [kN] | 12 [kN] |                                                                    |
| Ejemplo inventivo 1   | 277,82                                                                     | 186,92  | 111,22  | 191,98                                                             |
| Ejemplo inventivo 2   | 120,90                                                                     | 69,67   | 121,68  | 104,08                                                             |
| Ejemplo inventivo 3   | 82,08                                                                      | 175,27  | 274,73  | 177,36                                                             |
| Ejemplo comparativo 1 | 415,18                                                                     | 513,97  | 610,96  | 513,36                                                             |
| Ejemplo comparativo 2 | 375,58                                                                     | 465,91  | 554,82  | 465,44                                                             |
| Ejemplo comparativo 3 | 383,76                                                                     | 464,80  | 553,49  | 467,35                                                             |

De acuerdo con el resultado que se muestra en la Tabla 2, la desviación típica de la carga que actuaba sobre el miembro de rozamiento era más pequeña en los Ejemplos inventivos 1 a 3 que en los Ejemplos comparativos 1 a 3, y el comportamiento de presión constante se vio mejorado mediante el cambio tanto de la forma de espesor de la placa de base como de la forma de espesor de la placa de guía.

#### APLICACIÓN INDUSTRIAL

El forro de freno y el freno de disco para el vehículo ferroviario, de acuerdo con la presente invención, pueden ser utilizados de manera eficaz en cualquier tipo de vehículo ferroviario y resultan particularmente útiles para un vehículo ferroviario de alta velocidad cuya velocidad de desplazamiento presente un intervalo amplio desde baja velocidad hasta alta velocidad.

LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

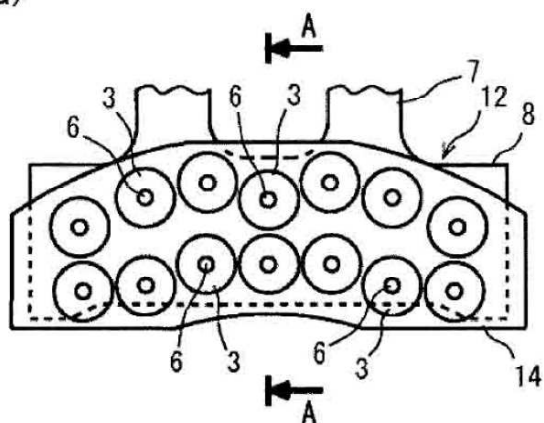
|    |      |                                           |
|----|------|-------------------------------------------|
|    | 1:   | disco de freno                            |
| 5  | 1a:  | superficie de rozamiento                  |
|    | 2:   | forro de freno                            |
|    | 3:   | miembro de rozamiento                     |
|    | 3a:  | superficie de rozamiento                  |
|    | 4:   | placa de base                             |
| 10 | 4a:  | superficie frontal                        |
|    | 4b:  | superficie trasera                        |
|    | 4to: | espesor del lado circunferencial exterior |
|    | 4ti: | espesor del lado circunferencial interior |
|    | 5:   | placa de guía                             |
|    | 5t:  | espesor                                   |
| 15 | 5a:  | superficie trasera                        |
|    | 5b:  | borde superior                            |
|    | 5c:  | borde inferior                            |
|    | 6:   | remache                                   |
| 20 | 7:   | brazo de horquilla                        |
|    | 8:   | soporte de forro                          |
|    | 8a:  | superficie frontal                        |
|    | 8b:  | parte cóncava                             |
|    | 8c:  | superficie de fondo                       |
|    | 8d:  | borde superior                            |
| 25 | 8e:  | borde inferior                            |
|    | c1:  | cavidad                                   |
|    | c2:  | cavidad                                   |
|    | 12:  | forro de freno de tipo convencional       |
|    | 14:  | placa de base                             |
| 30 | 14a: | superficie frontal                        |
|    | 14b: | superficie trasera                        |
|    | 15:  | placa de guía                             |
|    | 15a: | superficie trasera                        |
|    | 15b: | borde superior                            |
| 35 | 15c: | borde inferior                            |

# REIVINDICACIONES

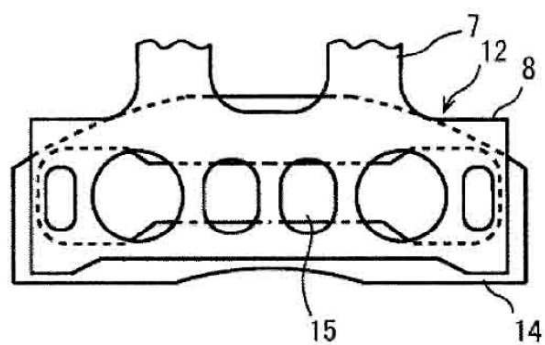
1. Un forro (2) de freno que se ha configurado para disponerse en un freno de disco para un vehículo ferroviario que utiliza una horquilla de freno flotante, de tal modo que la horquilla de freno flotante incluye unos brazos (7) de horquilla, cada uno de los cuales pasa sobre un disco de freno (1) fijado a una rueda o a un eje del vehículo ferroviario; de forma que el forro (2) de freno es sujetado por cada uno de los brazos (7) de horquilla; y una fuente de accionamiento presionante, dispuesta tan solo en uno de los brazos (7) de horquilla, cada uno de los cuales sujeta el forro (2) de freno, de tal manera que el forro (2) de freno está configurado para ser sujetado por el brazo (7) de horquilla existente en un lado en el que no se ha dispuesto la fuente de accionamiento presionante, de tal modo que el forro (2) de freno comprende:  
  
un miembro de rozamiento (3), configurado para situarse frente a una superficie de rozamiento (1a) del freno de disco (1); una placa de base (4), que sujeta el miembro de rozamiento (3) sobre una superficie frontal (4a); y una placa de guía (5), configurada para ser acomodada dentro de una parte cóncava del brazo (7) de horquilla, de manera que, en el lado configurado para ser el lado en el que no se dispone la fuente de accionamiento presionante, la superficie frontal (4a) de la placa de base (4) es paralela a una superficie de rozamiento (3a) del miembro de rozamiento (3), un espesor de la placa de base (4) es mayor en un lado configurado para corresponderse con un lado circunferencial interior del disco de freno (1), que en un lado configurado para corresponderse con un lado circunferencial exterior del disco de freno (1), y un espesor de la placa de guía (5) se ha configurado para ser menor que una profundidad de la parte cóncava del brazo (7) de horquilla, y en el lado configurado para ser el lado en el que no se dispone la fuente de accionamiento presionante, en un estado en el que la superficie de rozamiento (3a) del miembro de rozamiento (3) se configura para encarar la superficie de fricción (1a) del disco (1) en paralelo, la placa de guía (5) se ha configurado para ser ajustada, con un cierto juego, dentro de la parte cóncava del brazo (7) de horquilla, **caracterizado por que** dicha placa de guía (5) se ha proporcionado de forma fija en el centro de la superficie trasera de la placa de base (4).
2. El forro (2) de freno para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la superficie trasera (4b) de la placa de base (4) es una superficie inclinada con respecto a la superficie frontal (4a).
3. El forro (2) de freno para un vehículo ferroviario, de acuerdo con la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, **caracterizado por que** el espesor de la placa de base (4) es más grande, en entre 0,25 mm y 2,0 mm, en el lado configurado para corresponderse con el lado circunferencial interior del disco de freno (1), que en el lado configurado para corresponderse con el lado circunferencial exterior del disco de freno (1).
4. El forro (2) de freno para un vehículo ferroviario, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que**, en un estado en el que la placa de guía (5) está configurada para ser ajustada, con un cierto juego dentro de la parte cóncava del brazo (7) de horquilla, se ha dispuesto la presencia de una cavidad (c1) entre la superficie trasera (5a) de la placa de guía (5) y la parte cóncava (8b) del soporte (8), y se ha dispuesto la presencia de una cavidad (c2) entre la superficie trasera (4b) de la placa de base (4) y el brazo (7) de horquilla.
5. Un freno de disco para un vehículo ferroviario, **caracterizado por que** comprende el forro (2) de freno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

FIG. 1

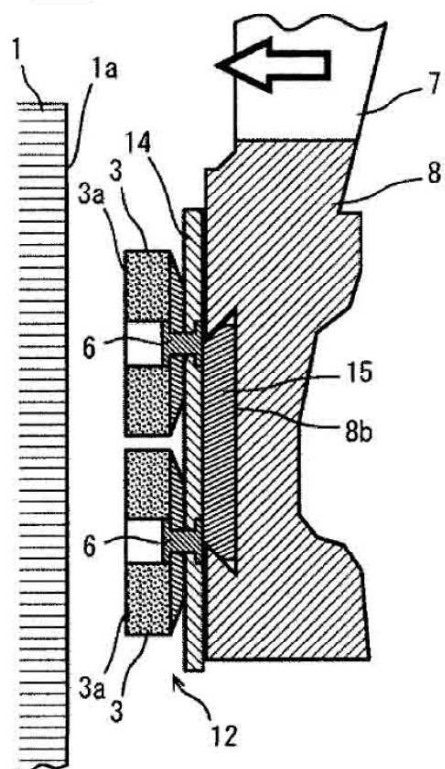
(a)



(b)



(c) A-A



(d)

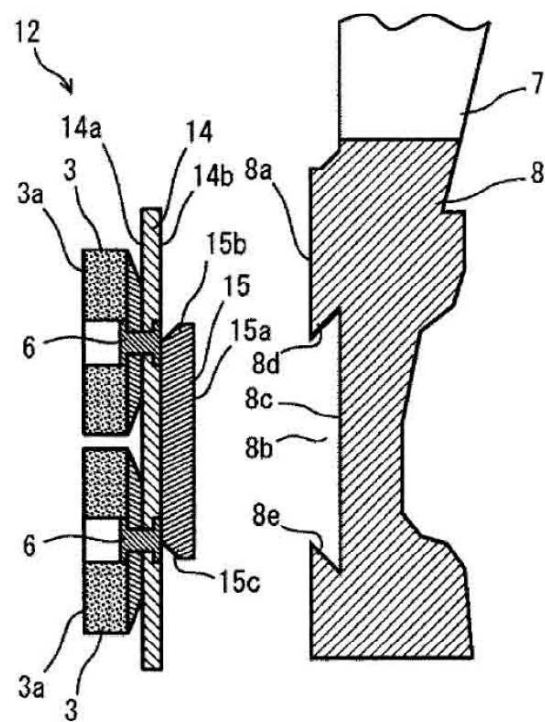
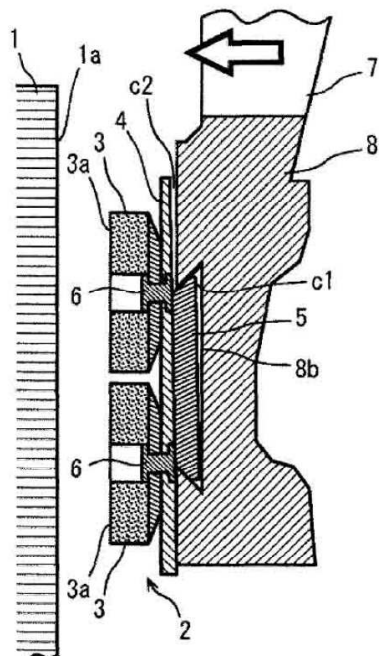


FIG. 2

(a)



(b)

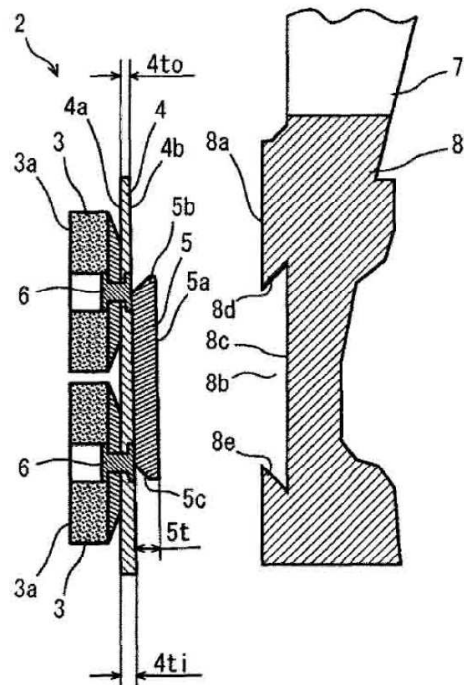
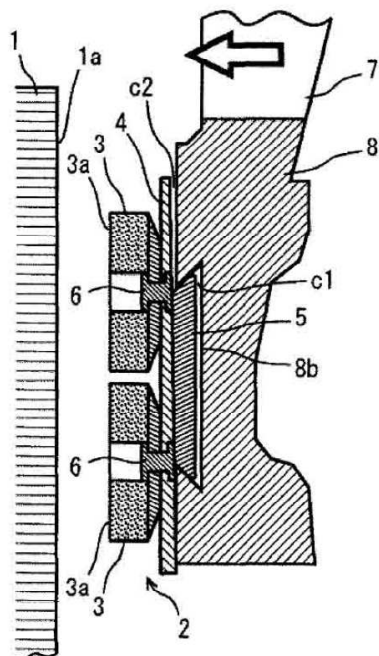


FIG. 3

(a)



(b)

