

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 898**

51 Int. Cl.:

F16D 65/12 (2006.01)

B61H 5/00 (2006.01)

F16D 65/00 (2006.01)

F16D 65/02 (2006.01)

F16D 55/224 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2016 PCT/JP2016/086223**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2017 WO17099073**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2016 E 16872971 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3388706**

54 Título: **Disco de freno para vehículo de vía férrea**

30 Prioridad:

08.12.2015 JP 2015239099

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

28.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHIRAIISHI, NOBUO;
WAKABAYASHI, YUSUKE;
KURITA, TAKESHI;
KATO, TAKANORI;
FUJIMOTO, TAKAHIRO;
NOGAMI, HIROSHI;
SAKAGUCHI, ATSUSHI y
ICHIKAWA, YUKI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 775 898 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

Disco de freno para vehículo de vía férrea

Campo técnico

5 La presente invención está relacionada con un disco de freno para un vehículo de vía férrea que se sujeta a una rueda de un vehículo de vía férrea y genera una fuerza de frenado por medio de un miembro de contacto deslizante que es empujado contra una zona deslizante.

Antecedentes de la técnica

10 Hay sistemas de frenos ya en uso que, con un disco de freno sujeto a una rueda de un vehículo de vía férrea, ralentiza o detiene la rotación de la rueda al empujar un miembro de contacto deslizante contra el disco de freno. En tales sistemas de frenos, surge una gran cantidad de calor por fricción en el disco de freno durante el frenado. Por lo tanto, en algunos casos se adopta una estructura en la que una pluralidad de aletas radiales que se extienden en la dirección radial se proporcionan sobre la cara trasera del disco de freno para de ese modo provocar que fluya aire entre el disco de freno y la rueda por rotación del disco de freno y de ese modo liberar calor desde el disco de freno.

15 En caso de un disco de freno que tiene una pluralidad de aletas radiales, cuando el disco de freno se monta en un vehículo de vía férrea de tránsito rápido y una rueda con el disco de freno rota a alta velocidad, una gran cantidad de aire fluye entre el disco de freno y la rueda y genera mucho ruido. Por lo tanto, la Bibliografía de Patente 1 propone proporcionar una nervadura circunferencial que imparte resistencia al aire que fluye entre una pluralidad de aletas radiales y ajustar un área de abertura entre las aletas radiales por medio de la nervadura circunferencial, para suprimir la cantidad de aire que fluye entre la pluralidad de aletas radiales para de ese modo reducir el ruido.

20 La Bibliografía de Patente 2 describe que en un disco de freno 11 que tiene la parte deslizante 12 conectada a los pernos 5, donde una distancia radial entre el centro de un orificio de apriete 12a formado en la parte deslizante 12 y la posición lateral periférica más interior en contacto con la rueda 4 es d_1 , una distancia radial entre el centro del orificio de apriete 12a y la posición lateral periférica más exterior en contacto con la rueda 4 es d_2 , y la longitud radial L de una superficie de deslizamiento 12b formada en la parte deslizante 12 es L, d_2/L es 0,25 o más grande y d_1/d_2 es 0,3 a 1,5. Así, puesto que se puede suprimir el fallo por fatiga de los pernos, el disco de freno puede aguantar un uso de larga duración.

30 La Bibliografía de Patente 3 describe un disco para un freno de disco, que comprende dos miembros anulares (1,3) dispuestos coaxialmente entre sí y unidos juntos por paletas que se extienden de manera generalmente radial (7) y pilares (9), que sobresalen desde un refuerzo central (5) ubicado entre los miembros anulares (1,3). Las paletas (7) se extienden para parte de la extensión radial de los miembros anulares (1,3), y los pilares (9) se ubican en una región no ocupada por las paletas (7) y preferiblemente radialmente más allá de las paletas (7). Se reduce considerablemente la absorción de potencia y la generación de ruido como resultado del reducido diámetro global de paleta, en comparación con un disco de diámetro semejante con las paletas radiales largas convencionales. Sin embargo, se mantiene el enfriamiento deseado debido al área superficial presentada por la combinación de paletas más cortas (7) y el pilar (9).

40 La Bibliografía de Patente 4 describe un disco de freno para un vehículo de vía férrea, que incluye una zona de placa en forma de anillo con un lado delantero que sirve como superficie de rozamiento y una pluralidad de aletas que sobresalen y se disponen radialmente en el lado posterior de la zona de placa, la zona de placa se fija a una rueda, en donde se proporciona una nervadura entre aletas adyacentes entre sí, y una rendija que se desarrolla en la dirección desde una cara de lado de rueda de la nervadura hacia el lado posterior de la zona de placa se dispone en una zona circunferencialmente intermedia de la nervadura, haciendo posible de ese modo suprimir la deformación provocada por calor por fricción.

45 La Bibliografía de Patente 5 describe que una rueda de vehículo de vía férrea comprende: una rueda (10) provista de una sección de placa (13); y discos de freno (1) provistos de secciones de placa circular (2) que tienen superficies delanteras (2a) que sirven como superficies de deslizamiento y que también tienen secciones de aleta (3) que se proporcionan sobresaliendo de las superficies posteriores (2b) de las secciones de placa circular (2). Los dos discos de freno (1) agarran la sección de placa (13) de la rueda (10) con las superficies de deslizamiento de los discos de freno (1) encaradas hacia fuera y se sujetan dentro de las regiones de las superficies de deslizamiento. La sección transversal más pequeña, cuya área en sección transversal es la más pequeña en una sección transversal del espacio entre la rueda (10) y un disco de freno (1), la sección transversal se toma circunferencialmente cruzando el espacio, está presente en una región formada por la superficie periférica exterior (2c) de la sección de placa circular (2) y por la superficie periférica interior (12b) de una sección de llanta (12). En una región que empieza y hacia fuera de la sección transversal más pequeña, la superficie periférica exterior (2c) de la sección de placa circular (2) se extiende a lo largo de la superficie periférica interior (12b) de la sección de llanta (12). Los discos de freno de la rueda de vehículo de vía férrea tienen una forma simple y se pueden fabricar con alta productividad, y se puede reducir eficazmente un sonido aerodinámico durante traslación a alta velocidad.

Lista de citas

Bibliografía de Patente

Bibliografía de patente 1: JP2007-205428A

Bibliografía de patente 2: JP 2006 009862 A

5 Bibliografía de patente 3: DE 36 03 555 A1

Bibliografía de patente 4: EP 2 360 386 A1

Bibliografía de patente 5: WO 2015/122148 A1

Compendio de la invención

Problema técnico

10 Al proporcionar una nervadura circunferencial en un disco de freno que tiene una pluralidad de aletas radiales como se describe en la Bibliografía de Patente 1, se puede reducir el ruido en comparación con un caso en el que un disco de freno no tiene nervadura circunferencial. Sin embargo, en caso de que el disco de freno descrito en la Bibliografía de Patente 1, a fin de reducir el ruido que surge conforme aumenta el caudal de aire debido a un aumento adicional de la velocidad, se necesita reducir aún más un área de abertura entre la nervadura circunferencial y la rueda. Cuando
15 el área de abertura se reduce de esta manera, surge el problema de que, debido a una reducción en el caudal de aire, no se pueden asegurar adecuadamente las prestaciones de liberación de calor del disco de freno.

Los presentes inventores realizaron pruebas para determinar las fuentes de sonido de un disco de freno con el propósito de desarrollar un disco de freno de poco ruido que no reduzca las prestaciones de liberación de calor del disco de freno. Primero, se investigaron las fuentes de sonido de un disco de freno rotatorio a alta velocidad así como
20 fuentes de sonido alrededor del disco de freno usando un sistema de localización de fuente de sonido de distribución de micrófonos. Como resultado, se reveló que hay presentes fuentes de sonido en las inmediaciones del disco de freno y dentro del disco de freno. A continuación, se realizó una prueba en la que se bloqueó que cada zona del disco de freno que se pensaba que generaba un flujo turbulento que se convertía en una fuente de ruido. Específicamente, el término "cada zona" se refiere a una entrada (zona de abertura en el lado circunferencial interior del disco de freno)
25 y una salida (zona de abertura en el lado circunferencial exterior del disco de freno) de un camino de flujo para aire en la cara trasera de disco, y un extremo de abertura en el lado de cara delantera de disco (zona deslizante) de cada orificio pasante a través del que se inserta un perno para sujetar el disco de freno a una rueda. Se confirmó que, como resultado de bloquear todas las zonas mencionadas anteriormente y realizar una prueba de ruido, el ruido generado desde el disco de freno fue reducido a un nivel extremadamente bajo. Además, se realizó una prueba en la que no se
30 bloqueó una ubicación entre las ubicaciones mencionadas anteriormente, y se bloquearon las dos ubicaciones restantes. Como resultado se confirmó que en las respectivas zonas se genera ruido de frecuencia específica. Sin embargo, se ha encontrado que incluso cuando todos los ruidos mencionados anteriormente se añaden juntos, el nivel de ruido era menor que en un momento normal, esto es, un estado en el que todas las regiones están abiertas. En particular, había una gran diferencia en un alto intervalo de frecuencias de 800 Hz o más.

35 Los presentes inventores analizaron los resultados de estas pruebas, y llegaron a la conclusión de que el ruido provocado por fluctuaciones en un flujo de aire en la cara trasera de disco de freno es el factor más grande, y la presente invención se completó realizando pruebas en las que se cambió de diversas maneras la forma de una nervadura circunferencial que produce fluctuaciones en este tipo de flujo de aire. Un objetivo de la presente invención es, con respecto a un disco de freno para un vehículo de vía férrea, reducir significativamente el ruido que surge desde
40 un disco de freno durante rotación a alta velocidad de una rueda, sin reducir las prestaciones de liberación de calor del disco de freno.

Solución al problema

La presente invención es un disco de freno para un vehículo de vía férrea que incluye: una zona de placa de disco que tiene una zona deslizante sobre una cara delantera (una zona semejante a una placa que excluye aletas radiales y
45 una nervadura circunferencial y similares que se describen a continuación del disco de freno se le hace referencia como "zona de placa de disco"); una pluralidad de aletas radiales proporcionadas sobre una cara trasera de la zona de placa de disco y que tiene una forma que se extiende en una dirección radial de la zona de placa de disco; una nervadura circunferencial proporcionada entre cada pareja de aletas radiales que están adyacentes entre la pluralidad de aletas radiales, y que tiene una forma que se extiende en una dirección circunferencial de la zona de placa de disco;
50 en donde: un camino de flujo, para aire que discurre desde un lado circunferencial interior a un lado circunferencial exterior de la zona de placa de disco, se forma entre la pareja de aletas radiales en un estado en el que la zona de placa de disco se sujeta a una rueda de un vehículo de vía férrea, y el camino de flujo para aire es estrechado por la nervadura circunferencial; y una pendiente gradual para suprimir fluctuaciones en un flujo de aire que pasa entre la pareja de aletas radiales se proporciona sobre la nervadura circunferencial sobre una cara lateral a lo largo de la
55 dirección radial de la zona de placa de disco. Según esta configuración, se suprime una acción por la que aire que

pasa entre una pareja de aletas radiales es perturbado por una nervadura circunferencial y genera mucho ruido, y por estos significa que ruido que se genera en el disco de freno durante rotación a alta velocidad se puede reducir en un gran margen. Por lo tanto, el ruido se puede reducir en un gran margen sin reducir el área de una zona de abertura entre la nervadura circunferencial y la rueda que influye las prestaciones de liberación de calor.

- 5 Preferiblemente, la pendiente gradual se puede proporcionar sobre una cara lateral de la nervadura circunferencial que se encara al lado circunferencial interior a lo largo de la dirección radial de la zona de placa de disco, o sobre ambas caras laterales de la nervadura circunferencial que se encara al lado circunferencial interior y el lado circunferencial exterior, respectivamente, a lo largo de la dirección radial de la zona de placa de disco. Según esta configuración, por al menos una de las caras laterales de la nervadura circunferencial que es formada para tener una
- 10 pendiente gradual encarada hacia el lado circunferencial interior a lo largo de la dirección radial de la zona de placa de disco, se puede reducir el ruido que es generado por fluctuaciones en un flujo de aire que pasa la nervadura circunferencial.

Más preferiblemente, la pendiente gradual puede tener una configuración que incluye una pendiente gradual de parte superior que se proporciona al menos en una parte superior de la nervadura circunferencial,

- 15 en donde la pendiente gradual de parte superior es una cara curvada convexa que tiene un radio de curvatura de 2 mm o es una cara en pendiente que es más gradual que la cara curvada convexa, la pendiente gradual de parte superior se proporciona en una zona lateral encarada al lado circunferencial interior de la zona de placa de disco, en una sección de 2 mm o más en la dirección radial de la zona de placa de disco, y en una sección de 2 mm o más en una dirección de eje rotacional de la zona de placa de disco desde un vértice de la nervadura circunferencial.

- 20 Más preferiblemente, la pendiente gradual puede tener una configuración que tiene una pendiente gradual de parte superior que se proporciona al menos en una parte superior de la nervadura circunferencial,

en donde la pendiente gradual de parte superior es una cara curvada convexa que tiene un radio de curvatura de 5 mm o es una cara en pendiente que es más gradual que la cara curvada convexa, la pendiente gradual de parte superior se proporciona en una zona lateral encarada al lado circunferencial interior de la zona de placa de disco, en una sección de 5 mm o más en la dirección radial de la zona de placa de disco, y en una sección de 5 mm o más en una dirección de eje rotacional de la zona de placa de disco desde un vértice de la nervadura circunferencial.

- 25 Según estas configuraciones, el ruido generado en la nervadura circunferencial se puede reducir sin aumentar el volumen de la nervadura circunferencial. Cuando el disco de freno experimenta expansión térmica y contracción térmica, y por tanto surgen fluctuaciones por esfuerzo en un perno que sujeta el disco de freno a la rueda y aumenta el volumen de la nervadura circunferencial, la rigidez del disco de freno aumenta, y por tanto aumenta el intervalo de esfuerzos del perno. Según las configuraciones anteriores, debido a que el volumen de la nervadura circunferencial se puede hacer pequeño, el intervalo de esfuerzos que surge en un perno se puede hacer pequeño mientras también se reduce el ruido.

- 30 Específicamente, se adopta una configuración en la que la nervadura circunferencial conecta la pareja de aletas radiales, y que tiene un camino de flujo para aire entre la rueda y la nervadura circunferencial. En esta configuración, el efecto mencionado anteriormente de reducir el ruido que se realiza por la pendiente gradual se obtiene en un grado adicional.

Efectos ventajosos de la invención

- 40 Según la presente invención, en un disco de freno para un vehículo de vía férrea, el ruido que surge en el disco de freno durante rotación a alta velocidad de una rueda se puede reducir en un gran margen sin reducir las prestaciones de liberación de calor del disco de freno.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de un sistema de frenos en un vehículo de vía férrea.

La figura 2 es una vista en planta que ilustra la cara trasera de un disco de freno de una primera realización.

- 45 La figura 3A es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas A-A en la figura 2, que muestra una sección transversal de respectivas zonas del disco de freno.

La figura 3B es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas B-B en la figura 2, que muestra una sección transversal de respectivas zonas del disco de freno.

- 50 La figura 3C es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas B-B en la figura 2, que muestra una sección transversal de respectivas zonas del disco de freno, y que muestra una modificación de la nervadura circunferencial.

La figura 4A es una vista en planta de un lado de cara delantera del disco de freno, que ilustra un disco de freno según un primer ejemplo de referencia, que no está cubierto por la invención reivindicada.

La figura 4B es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas C-C en la figura 4A, que ilustra el disco de freno según el primer ejemplo de referencia, que no está cubierto por la invención reivindicada.

La figura 5 es una gráfica que muestra resultados de pruebas con respecto a ruido relacionado con una aleta radial y una nervadura circunferencial.

- 5 La figura 6 es una gráfica que muestra resultados de pruebas con respecto a ruido relacionado con un orificio pasante para un perno.

La figura 7 es una vista para describir un ángulo de inclinación promedio de una pendiente gradual.

La figura 8 es una gráfica que ilustra la relación entre el volumen de una nervadura circunferencial y un intervalo de esfuerzos de perno.

- 10 La figura 9 es un gráfico para describir de una primera forma L1 a una quinta forma L5 de la nervadura circunferencial y una forma comparativa L6 mostrada en la figura 8.

La figura 10 es una vista para describir una nervadura circunferencial de la segunda realización.

La figura 11 es una gráfica de frecuencia que muestra una comparación de niveles de ruido entre nervaduras circunferenciales de la segunda realización y una nervadura circunferencial convencional.

- 15 La figura 12 es un gráfico que muestra la forma de las nervaduras circunferenciales que se comparan en la figura 11.

La figura 13 es una gráfica que compara niveles globales de ruido de intervalos de frecuencia prescritos.

La figura 14 es un dibujo de múltiples vistas para describir la forma de surcos proporcionados en una cara delantera de una zona de placa de disco, en la que la figura 14A a la figura 14E muestran una primera forma a una quinta forma, respectivamente.

- 20 La figura 15 es una gráfica de frecuencia que ilustra la relación entre la anchura de surcos y el nivel de ruido.

La figura 16 es una gráfica de frecuencia que ilustra la relación entre ubicaciones de conexión de surcos y el nivel de ruido.

La figura 17 es una gráfica que ilustra la relación entre una forma de conexión de un surco y el nivel global de ruido de intervalos de frecuencia prescritos.

25 **Descripción de realizaciones y ejemplos de referencia**

En adelante, se describen en detalle respectivas realizaciones de la presente invención y ejemplos de referencia útiles para entender la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

(Primera Realización)

- 30 La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de un sistema de frenos en un vehículo de vía férrea.
 La figura 2 es una vista en planta que ilustra una cara trasera de un disco de freno de una primera realización. La figura 3 es un dibujo de múltiples vistas que ilustran secciones transversales de respectivas zonas del disco de freno, en las que la figura 3A es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas A-A en la figura 2, la figura 3B es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas B-B en la figura 2, y la figura 3C es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas B-B en la figura 2,
 35 que muestra una modificación de una nervadura circunferencial.

En adelante, un lado encarado hacia una circunferencia exterior a lo largo de una dirección radial de un disco de freno 10 se define como "lado circunferencial exterior", y un lado encarado hacia una circunferencia interior a lo largo de la dirección radial del disco de freno 10 se define como "lado circunferencial interior".

- 40 Un sistema de frenos de la primera realización de la presente invención se monta en un vehículo de vía férrea de tránsito rápido. El sistema de frenos incluye: el disco de freno 10 que se sujeta a una zona lateral de una rueda 100 del vehículo de vía férrea, un miembro de contacto deslizante 200 que contacta contra el disco de freno 10 para generar una fuerza de frenado, y una zona móvil 210 que es capaz de presionar el miembro de contacto deslizante 200 en una dirección en la que el miembro de contacto deslizante 200 contacta en el disco de freno 10. Aunque la configuración no está particularmente limitada, el disco de freno 10 y el miembro de contacto deslizante 200 se proporcionan cada uno en ambas caras laterales de cada rueda 100, y la zona móvil 210 se configura para intercalar la rueda 100 por medio de dos de los miembros de contacto deslizantes 200.
 45

- 50 El disco de freno 10 es un disco anular, y una cara delantera 10f de una zona de placa de disco es una zona deslizante. En una cara trasera 10r de la zona de placa de disco se proporciona una pluralidad de aletas radiales 11a y 11b, y una pluralidad de nervaduras circunferenciales 13. En el disco de freno 10, una zona semejante a una placa que excluye las aletas radiales 11a y 11b y las nervaduras circunferenciales 13 se llama "zona de placa de disco".

Además, en el disco de freno 10 se proporciona una pluralidad de orificios pasantes 12 para pasar pernos a través desde la cara delantera a la cara trasera. En la figura 2, para evitar complicación de la ilustración, únicamente se denotan por caracteres de referencia algunas de las aletas radiales 11a y 11b, los orificios pasantes 12 y las nervaduras circunferenciales 13.

5 Las aletas radiales 11a y 11b son zonas que tienen una forma que se extiende en la dirección radial de la zona de placa de disco que sobresale desde la cara trasera de la zona de placa de disco hacia una zona de placa de la rueda 100. La pluralidad de aletas radiales 11a y 11b se proporcionan en aproximadamente intervalos uniformes en la dirección circunferencial de la zona de placa de disco.

10 La nervadura circunferencial 13 tiene una forma que se extiende en la dirección circunferencial de la zona de placa de disco, y se proporciona entre cada pareja de aletas radiales adyacentes 11a y 11b entre la pluralidad de aletas radiales 11a y 11b para conectar la pareja relevante de aletas radiales 11a y 11b. La pluralidad de orificios pasantes 12 se proporcionan en el mismo diámetro de la zona de placa de disco, y se alinean en intervalos uniformes en la dirección circunferencial de la zona de placa de disco. Como se ilustra en la figura 3A, una parte superior de las aletas radiales 11a y 11b contacta en una cara lateral de la rueda 100. La nervadura circunferencial 13 tiene una altura de manera que existe una holgura entre la parte superior de la nervadura circunferencial 13 y la rueda 100. Por medio de esta configuración, cuando el disco de freno 10 se sujeta a la rueda 100, se forma un camino de flujo para aire que es rodeado por las aletas radiales 11a y 11b, la cara trasera 10r de la zona de placa de disco y la zona de placa de la rueda 100. Además, cuando la rueda 100 y el disco de freno 10 rotan, fluye aire desde el lado circunferencial interior al lado circunferencial exterior a través del camino de flujo mencionado anteriormente, y por esto significa que se libera calor del disco de freno 10.

En la presente realización se forma una pendiente gradual en una cara lateral 13a en el lado circunferencial interior y en una cara lateral 13b en el lado circunferencial exterior de la nervadura circunferencial 13. El ángulo de inclinación de la pendiente gradual es menor que el ángulo de diseño de vertido, y preferiblemente la pendiente gradual se forma con un ángulo de inclinación promedio de 50° o menos, y más preferiblemente con un ángulo de inclinación promedio de 45° o menos. El término "ángulo de diseño" significa, cuando se vierte el disco de freno 10, un gradiente que está más cerca de 90° entre gradientes que permiten a la nervadura circunferencial 13 ser moldeada y extraída del molde sin realizar procesamiento de socavado. En la figura 3B y la figura 3C, el ángulo de diseño se indica mediante una línea imaginaria. En la pendiente gradual de la nervadura circunferencial 13, el ángulo de inclinación promedio es menor que la pendiente de las caras laterales de las aletas radiales 11a y 11b. Aquí, el término "ángulo de inclinación promedio" significa, como se ilustra en la figura 7, un ángulo α formado por una línea recta A-B que une un punto extremo A de proceso de redondeo en un lado de base en la cara lateral 13a de la nervadura circunferencial 13 y un punto extremo B de proceso de redondeo en un lado superior de la cara lateral 13a, y una línea recta A-C que es paralela a la superficie de placa del disco de freno 10. Las caras laterales 13a y 13b que tienen una pendiente gradual de la nervadura circunferencial 13 se pueden formar para tener una forma de superficie curvada que tiene un bulto, o para tener una forma de superficie curvada que tiene un hueco, o para tener una forma de superficie plana o superficie cónica circular. Las acciones del disco de freno 10 de la primera realización se describirán más tarde.

(Primer ejemplo de referencia, que no está cubierto por la invención reivindicada)

40 La figura 4 es un dibujo de múltiples vistas que ilustra un disco de freno según un primer ejemplo de referencia, en el que la figura 4A es una vista en planta de un lado de cara delantera (lado de zona deslizante) del disco de freno, y la figura 4B es una vista en sección transversal a lo largo de una línea indicada por las flechas C-C en la figura 4A. De manera similar a la primera realización, el sistema de frenos del primer ejemplo de referencia se monta en un vehículo de vía férrea de tránsito rápido. En el sistema de frenos, un disco de freno 10A se sujeta a una zona lateral de la rueda 100 (figura 1) del vehículo de vía férrea, y el miembro de contacto deslizante 200 (figura 1) es empujado contra la cara delantera del disco de freno 10A para generar una fuerza de frenado. En el disco de freno 10A se proporciona una pluralidad de orificios pasantes 12 que pasan a través desde una cara delantera 10f a la cara trasera, y un surco 15 que enlaza la pluralidad de orificios pasantes 12 en la cara delantera 10f.

45 La pluralidad de orificios pasantes 12 se proporcionan en el mismo diámetro del disco de freno 10A, y se proporcionan en intervalos uniformes en la dirección circunferencial del disco de freno 10A. Como se ilustra en la figura 4B, cada orificio pasante 12 tiene una zona de diámetro menor 12t con un diámetro pequeño que permite al vástago de un perno pasar a través del mismo, y una zona de diámetro mayor 12w con un diámetro grande en el que se va a disponer la cabeza de un perno o una tuerca. La zona de diámetro mayor 12w puede tener una profundidad de manera que la cabeza de un perno o una tuerca se hunde en la misma, o puede tener una configuración en la que la profundidad del mismo es más corta que la altura de la cabeza de un perno o una tuerca, y una parte de la cabeza de un perno o una tuerca sobresale entrando al surco 15. Además, la profundidad de la zona de diámetro mayor 12w se puede hacer igual que la altura de la cabeza de un perno o una tuerca. En cada uno de estos casos, la cabeza del perno o la tuerca no sobresalen más hacia fuera que la cara delantera 10f del disco de freno 10.

50 El surco 15 se forma en una forma anular para enlazar la pluralidad de orificios pasantes 12 en la parte de cara delantera del disco de freno 10A. El surco 15 se proporciona, por ejemplo, de manera que la forma del mismo sea a lo largo de un círculo concéntrico del disco de freno 10A. La estructura que enlaza la pluralidad de orificios pasantes 12 por medio del surco 15 puede ser adoptada en el disco de freno 10 que tiene las aletas radiales 11a y 11b y las

nervaduras circunferenciales 13 de la primera realización, o puede ser adoptada en un disco de freno que tiene una estructura diferente a la primera realización.

<Acciones y efectos>

5 La figura 5 es una gráfica que muestra resultados de pruebas de ruido relacionadas con aletas radiales y nervaduras circunferenciales. La figura 6 es una gráfica que muestra resultados de pruebas de ruido relacionadas con orificios pasantes para pernos. La figura 5 y la figura 6 muestran resultados de pruebas con respecto a un disco de freno convencional. El término "disco de freno convencional" significa un disco de freno que tiene aletas radiales, nervaduras circunferenciales y orificios pasantes para perno, en el que las nervaduras circunferenciales son en la forma ilustrada por una línea de trazos dobles en cadena en la figura 3B, y el surco 15 no se ha proporcionado en la parte de cara delantera de la zona de placa de disco. En la figura 5 y la figura 6, una línea de gráfica E representa el nivel de ruido cuando el disco de freno convencional es rotado a alta velocidad junto con una rueda. Una línea de gráfica L representa el nivel de ruido cuando el disco de freno convencional es rotado a alta velocidad junto con una rueda en un estado en el que únicamente están bloqueados los orificios pasantes para pernos. Una línea de gráfica H en la figura 5 representa el nivel de ruido cuando el disco de freno convencional es rotado a alta velocidad junto con una rueda en un estado en el que todas las zonas están bloqueadas excepto por zonas de abertura en el lado circunferencial exterior de caminos de flujo para aire de parejas de aletas radiales adyacentes. Una línea de gráfica I en la figura 5 representa el nivel de ruido cuando el disco de freno convencional es rotado a alta velocidad junto con una rueda en un estado en el que todas las zonas están bloqueadas excepto por zonas de abertura en el lado circunferencial interior de los caminos de flujo mencionados anteriormente para aire. Una línea de gráfica F en la figura 6 representa el nivel de ruido cuando el disco de freno convencional es rotado a alta velocidad junto con una rueda en un estado en el que las zonas de abertura mencionadas anteriormente en el lado circunferencial interior y el lado circunferencial exterior de los caminos de flujo para aire y los orificios pasantes para pernos están bloqueados. Una línea de gráfica G en la figura 6 representa el nivel de ruido cuando el disco de freno convencional es rotado a alta velocidad junto con una rueda en un estado en el que todas las zonas están bloqueadas excepto por los orificios pasantes para pernos.

25 Como resultado de realizar las pruebas se ha encontrado que el ruido del disco de freno convencional incluye ruido que surge que es atribuible a las aletas radiales en zonas de abertura en el lado circunferencial exterior o lado circunferencial interior del camino de flujo mencionados anteriormente para aire, ruido que surge que es atribuible a las nervaduras circunferenciales dentro del camino de flujo mencionados anteriormente para aire, y ruido que surge debido a orificios pasantes para pernos. Se estima que el ruido en un intervalo W3 de la línea de gráfica I en la figura 30 5 es ruido que es atribuible a aletas radiales en zonas de abertura en el lado circunferencial interior. Además, se estima que el ruido en un intervalo W2 de la línea de gráfica H en la figura 5 es ruido que es atribuible a aletas radiales en zonas de abertura en el lado circunferencial exterior. Adicionalmente, se estima que el ruido en un intervalo W1 en el que una diferencia entre la líneas de gráfica E y L y las líneas de gráfica H y I es grande es ruido que es generado cuando un flujo de aire dentro del camino de flujo es perturbado por una nervadura circunferencial. Además, se estima que el ruido en un intervalo W4 de la línea de gráfica G en la figura 6 es ruido que es atribuible a los orificios pasantes para pernos. El nivel de ruido de la línea de gráfica L para el momento cuando únicamente estaban bloqueados los orificios pasantes para pernos en el intervalo W4 es de 1 a 2 dB menor que el nivel de ruido para la línea de gráfica E. Sobre la base de este hecho, se considera que el ruido que es atribuible a los orificios pasantes para pernos en el intervalo W4 es del mismo nivel que el ruido atribuible a flujos de aire que fluyen a través de un camino de flujo en la cara trasera de disco.

40 Como se muestra en la figura 5, el nivel de ruido del disco de freno 10 de la primera realización que se muestra en el intervalo W1 se reduce en un gran margen en comparación con el disco de freno convencional. Se considera que la razón es que fluctuaciones en un flujo de aire que ha pasado la nervadura circunferencial 13 son suprimidas significativamente por la pendiente gradual de la nervadura circunferencial 13. Por lo tanto, se ha encontrado que, según el disco de freno 10 de la primera realización, el ruido se reduce en un gran margen sin disminuir significativamente el caudal de aire que libera calor del disco de freno 10. Como se muestra en la figura 6, el ruido del disco de freno 10A del primer ejemplo de referencia que se muestra en el intervalo W4 que fue generado por orificios pasantes se reduce en un gran margen en comparación con la línea de gráfica G que representa el nivel de ruido cuando únicamente estaban abiertos orificios de perno. Se considera que esto es porque el surco anular 15 se proporciona para enlazar la pluralidad de orificios pasantes 12. Así, se ha encontrado que, según el disco de freno 50 10A del primer ejemplo de referencia, al reducir el ruido atribuible a los orificios pasantes 12, el nivel de ruido se reduce en un gran margen en comparación con el disco de freno convencional. Sin embargo, se toma como premisa que se reduce el ruido del mismo intervalo de frecuencias que es producido por otros factores tales como un flujo de aire que fluye a lo largo de un camino de flujo en la cara trasera de la zona de placa de disco.

55 Si bien anteriormente se ha descrito una primera realización y un primer ejemplo de referencia, la presente invención no se limita a la primera realización. Por ejemplo, la colocación de las nervaduras circunferenciales 13 se puede cambiar de diversas maneras, tales como proporcionar las nervaduras circunferenciales 13 en la zona circunferencial interior o zona circunferencial exterior de la zona de placa de disco, o a medio camino entre la zona circunferencial interior y la zona circunferencial exterior. Además, una estructura que estrecha un camino de flujo para aire entre parejas de aletas radiales por medio de nervaduras circunferenciales no se limita a una estructura en la realización anterior. La nervadura circunferencial 13 de la realización anterior tiene una estructura que conecta una pareja de aletas radiales que están adyacentes, y en la que la altura en la dirección de eje rotacional de la zona de placa de

disco es menor que la altura de la aleta radial. Sin embargo, por ejemplo, la nervadura circunferencial puede tener una estructura que tiene la misma altura que la aleta radial, pero en la que la extensión de la nervadura circunferencial en la lateral dirección (extensión en la dirección circunferencial de la zona de placa de disco) no se extiende sobre la toda el área entre la pareja de aletas radiales y deja una parte de la región sobre la que no se extiende la nervadura circunferencial. En otras palabras, la nervadura circunferencial puede tener una estructura en la que hay un camino de flujo para aire entre las aletas radiales y la nervadura circunferencial, o en la que hay un camino de flujo para aire entre la nervadura circunferencial que se conecta a una aleta radial en un lado y la otra aleta radial. En este caso, la zona de vértice de la nervadura circunferencial corresponde a un extremo en la dirección de eje rotacional de la zona de placa de disco (extremo encarado al camino de flujo para aire). Adicionalmente, en este caso también la nervadura circunferencial se puede proporcionar en diversas posiciones tales como en una zona circunferencial interior o zona circunferencial exterior de la zona de placa de disco, o a medio camino entre la zona circunferencial interior y la zona circunferencial exterior. Además, aunque en la realización descrita anteriormente se adopta una estructura en la que la parte superior de todas las aletas radiales contacta en un lado de la rueda, se puede adoptar una estructura en la que surge una pequeña holgura entre la parte superior de algunas de las aletas radiales y un lado de la rueda. Adicionalmente, aunque en la realización descrita anteriormente las aletas radiales se hacen aproximadamente de la misma longitud que la longitud en la dirección radial de la zona de placa de disco, las aletas radiales pueden tener una estructura que tiene una longitud más corta que la longitud en la dirección radial de la zona de placa de disco. Además, en el primer ejemplo de referencia, el surco 15 no tiene que ser formado para estar a lo largo del mismo diámetro de la zona de placa de disco. Incluso en tal caso, se obtiene un efecto de reducción de ruido. Adicionalmente, los detalles descritos en las realizaciones se pueden cambiar apropiadamente dentro de un alcance que no se aparta de la esencia de la invención.

(Segunda realización)

La figura 8 es una gráfica que ilustra la relación entre el volumen de una nervadura circunferencial y un intervalo de esfuerzos de perno. Aquí, el término "intervalo de esfuerzos de perno" se refiere a un intervalo de fluctuación de un esfuerzo que surge en un perno en un estado en el que un disco no se expande térmicamente con el esfuerzo que surge en un perno en un estado en el que un disco se expande térmicamente. La figura 9 es un gráfico para describir cada una de una primera forma L1 a una quinta forma L5 de una nervadura circunferencial y una forma comparativa L6 mostrada en la figura 8. En adelante, una dirección a lo largo de la superficie de placa del disco de freno 10 se define como la dirección horizontal, una dirección perpendicular a la superficie de placa se define como la dirección de altura, y la dirección circunferencial del disco de freno 10 se define como la dirección circunferencial de cada zona. El disco de freno 10 se expande térmicamente debido a calor por fricción durante el frenado de un vehículo de vía férrea, y como resultado cambia el esfuerzo de tracción y esfuerzo de flexión del perno. La ordenada en la figura 8 representa el intervalo de esfuerzos (diferencia entre el valor más alto y el valor más bajo) del esfuerzo de tracción y el esfuerzo de flexión que surge en un perno cuando se aplican ciertos cambios de temperatura al disco de freno 10. La abscisa en la figura 8 representa el volumen de la nervadura circunferencial. Los respectivos valores trazados en las gráficas en la figura 8 representan un intervalo de esfuerzos con respecto al volumen de la nervadura circunferencial cuando se adoptan nervaduras circunferenciales 13 de la primera forma L1 a la quinta forma L5 en la figura 9 así como para la forma comparativa L6 (caso sin una nervadura circunferencial).

En las nervaduras circunferenciales 13 de la primera forma L1 a la quinta forma L5 en la figura 9, la altura es constante, y la longitud de una zona horizontal de parte superior Ld, la forma de una pendiente gradual de parte superior SL0 y la forma de una pendiente gradual de parte de base SL1 difieren como se muestra en el gráfico en la figura 9. El término "zona horizontal de parte superior Ld" se refiere a una región horizontal que se proporciona en la zona de vértice de la nervadura circunferencial 13. El término "pendiente gradual de parte superior SL0" se refiere a una zona en pendiente desde la zona de vértice de la nervadura circunferencial 13 a una parte de base o una zona de interrupción. El término "pendiente gradual de parte de base SL1" se refiere a una zona en pendiente de la parte de base de la nervadura circunferencial 13. El carácter "R" en el gráfico denota radio de curvatura [mm]. La pendiente gradual de parte superior SL0 y la pendiente gradual de parte de base SL1 se disponen en el lado circunferencial interior de la nervadura circunferencial 13.

Como se ilustra en la gráfica en la figura 8, el intervalo de esfuerzos del perno cambia dependiendo del volumen de la nervadura circunferencial 13 que se ubica en las inmediaciones del perno. Por ejemplo, si la nervadura circunferencial 13 tiene una forma como se ilustra en la primera forma L1 en la figura 9 que tiene un volumen grande, la rigidez de la nervadura circunferencial 13 será grande y por tanto el intervalo de esfuerzos del perno será grande. Por otro lado, si la nervadura circunferencial 13 tiene una forma como se ilustra en la quinta forma L5 en la figura 9 que tiene un volumen pequeño, la rigidez de la nervadura circunferencial 13 será relativamente pequeña, y por tanto el intervalo de esfuerzos del perno también será pequeño. Sobre la base de la gráfica en la figura 8, al hacer el volumen de la nervadura circunferencial 13 menor o igual que el de la quinta forma L5, el intervalo de esfuerzos del perno será igual al intervalo de esfuerzos en caso de la forma comparativa L6 en la que no hay nervadura circunferencial 13. Como se ha descrito anteriormente, en un caso en el que el volumen de la nervadura circunferencial 13 se aumenta para reducir el ruido, surge el problema de que aumenta el intervalo de esfuerzos del perno. Por lo tanto, el disco de freno de la segunda realización tiene una nervadura circunferencial 13A (véase la figura 10) que puede reducir el ruido sin gran aumento en el intervalo de esfuerzos de un perno.

La figura 10 es una vista para describir la nervadura circunferencial de la segunda realización. La figura 11 es una

gráfica de frecuencia que muestra la comparación de niveles de ruido entre las nervaduras circunferenciales de la segunda realización y una nervadura circunferencial convencional. La figura 12 es un gráfico que muestra la forma de las nervaduras circunferenciales que se comparan en la figura 11. La nervadura circunferencial 13A de la segunda realización incluye una pendiente gradual de parte superior SL0 en el lado circunferencial interior. La pendiente gradual de parte superior SL0 se proporciona en el intervalo de una sección La1 en una dirección radial de la zona de placa de disco en el lado circunferencial interior de la nervadura circunferencial 13A, y en el intervalo de una sección La2 en la dirección de eje rotacional del disco desde el vértice de la nervadura circunferencial 13A. Preferiblemente, la pendiente gradual de parte superior SL0 se proporciona al menos en un área donde ambas secciones La1 y La2 son de 2 mm o más, y es una cara curvada convexa que tiene un R de 2 mm o una cara en pendiente que es más gradual que tal cara curvada convexa. Aún más preferiblemente, la pendiente gradual de parte superior SL0 se proporciona al menos en un área donde ambas secciones La1 y La2 son de 5 mm o más, y es una cara curvada convexa que tiene un R de 5 mm o una cara en pendiente que es más gradual que tal cara curvada convexa.

La nervadura circunferencial 13A de la segunda realización incluye además, en el lado circunferencial interior, una sección de línea recta Lb que se extiende a la pendiente gradual de parte superior, y una pendiente gradual de parte de base SL1. Es suficiente hacer la sección de línea recta Lb cerca de la vertical dentro de una amplitud fabricable. Por estos medios, el volumen de la nervadura circunferencial 13A se puede hacer pequeño. Además, si existe un margen con respecto al intervalo de esfuerzos de perno, la sección de línea recta Lb puede estar provista de una inclinación. Además, la sección de línea recta Lb se puede configurar como sección de superficie curvada que tiene una curvatura gradual. La pendiente gradual de parte de base SL1 es, por ejemplo, una cara curvada cóncava que tiene un R de 5 mm. Sin embargo, la pendiente gradual de parte de base SL1 también puede ser una superficie plana o una superficie curvada con una pendiente que es fácil de fabricar. Además, la pendiente gradual de parte de base SL1 puede ser omitida en la medida permitida dentro de una amplitud fabricable.

Además, la nervadura circunferencial 13A de la segunda realización puede incluir una zona horizontal de parte superior Ld, o no tiene que incluir una zona horizontal de parte superior Ld. En un caso en el que la nervadura circunferencial 13A incluye una zona horizontal de parte superior Ld, el intervalo de la zona horizontal de parte superior Ld se hace preferiblemente alrededor de 1 mm a 20 mm. Cuanto más grande es la zona horizontal de parte superior Ld, mayor se vuelve el volumen de la nervadura circunferencial 13A, y mayor es la influencia del mismo en el intervalo de esfuerzos de un perno. Por lo tanto, es suficiente establecer el tamaño de la zona horizontal de parte superior Ld a un tamaño apropiado en consideración del intervalo de esfuerzos de perno y la fortaleza requerida de la nervadura circunferencial 13A. Adicionalmente, el lado circunferencial exterior de la nervadura circunferencial 13A se puede formar como estructura vertical o se pueden proveer de una pendiente gradual dentro de una amplitud fabricable. Conforme la pendiente del lado circunferencial exterior de la nervadura circunferencial 13A se vuelve más gradual, el volumen de la nervadura circunferencial 13A se vuelve más grande y aumenta el intervalo de esfuerzos de perno. Por lo tanto, es suficiente establecer apropiadamente el lado circunferencial exterior de la nervadura circunferencial 13A dentro de un intervalo de manera que haya algún margen en el intervalo de esfuerzos de perno. Además, la altura de la nervadura circunferencial 13A se puede ajustar apropiadamente por medio de la longitud de la sección de línea recta Lb.

<Acciones y efectos>

La figura 11 es una gráfica de frecuencia que muestra una comparación entre el ruido de nervaduras circunferenciales de la segunda realización y una nervadura circunferencial convencional. La figura 12 es un gráfico que muestra las formas de las nervaduras circunferenciales en la figura 11. La figura 13 es una gráfica en la que se comparan niveles globales de ruido en un intervalo de 400 Hz a 5000 Hz. En este caso, se creó un modelo parcial del área entre una pareja de aletas radiales adyacentes 11a y 11b, se hizo fluir aire a través del mismo a una velocidad de aire predeterminada, y se midió el ruido. El camino de flujo para aire entre las aletas radiales 11a y 11b se colocó, de manera simulada, en un estado en el que el camino de flujo estaba encerrado por un lado de la zona de placa de disco y un lado de la zona de placa de la rueda 100. Además, la nervadura circunferencial 13A se dispuso para bloquear una parte del camino de flujo. La ordenada en la figura 11 representa el nivel de ruido de cada banda de frecuencias, y la abscisa en la figura 11 representa la frecuencia central de una banda de un tercio de octava. Además, "O.A" descrito en la abscisa representa "global", y "P-O.A" descrito en la abscisa representa global en un intervalo de 400 Hz a 5000 Hz.

En este caso, se midió el ruido para las nervaduras circunferenciales 13A desde la primera forma P1 a la séptima forma P7 en la figura 12. En el gráfico en la figura 12, "R" denota el radio de curvatura [mm], "forma de pendiente gradual de parte superior" denota el radio de curvatura de la cara curvada convexa de la pendiente gradual de parte superior SL0, y "forma de pendiente gradual de parte de base" denota el radio de curvatura de la cara curvada cóncava de la pendiente gradual de parte de base SL1 en la figura 10. Además, como objeto de comparación, junto con las nervaduras circunferenciales también se probó una nervadura circunferencial que tiene una forma actual que se formó en una forma rectangular en sección transversal mediante corte.

Como se ilustra en la figura 11, se confirmó que cuando se adoptaron las nervaduras circunferenciales 13A de la primera forma P1 a la séptima forma P7, el nivel de ruido se pudo reducir en comparación con la nervadura circunferencial con la forma actual. Además, cuando se compararon los niveles globales de ruido en el intervalo de 400 Hz a 5000 Hz, como se ilustra en la figura 13, se confirmó que, en comparación con la forma actual, el nivel de

ruido se puede reducir notablemente al adoptar de la primera forma P1 a la séptima forma P7. Obsérvese que, cuando se midieron estos ruidos respectivos, surgieron ligeras diferencias en la cantidad de aire (velocidad de flujo) que pasaba entre la pareja de aletas radiales 11a y 11b debido a diferencias en las formas de las nervaduras circunferenciales 13A. En caso del disco de freno real 10, la cantidad de aire se establece a un valor predeterminado al ajustar la altura de la nervadura circunferencial 13A de modo que se obtiene un efecto de enfriamiento apropiado. Además, la velocidad de flujo influye en el nivel de ruido. Por lo tanto, con relación a los valores de la gráfica en la figura 13, se realizó una corrección para eliminar variaciones en los niveles de ruido provocadas por variaciones en la velocidad de flujo.

En la figura 13, sobre la base de una comparación de los resultados de pruebas para la tercera forma P3 y la séptima forma P7, se ha encontrado que la pendiente de la sección de línea recta Lb no influye significativamente en el nivel de ruido. Además, sobre la base de una comparación de los resultados de pruebas para la primera forma P1 a la tercera forma P3, se confirmó que la sección La2 y la forma de la pendiente gradual de parte superior SL0 influyen en el nivel de ruido. Además, se confirmó que cuando la nervadura circunferencial 13A es la primera forma P1 en la que la pendiente gradual de parte superior SL0 se hace una cara curvada convexa que tiene la sección La1 y la sección La2 que tiene cada una 2 mm y un radio de curvatura R de 2 mm, el nivel global de ruido en el intervalo de 400 Hz a 5000 Hz se puede reducir aproximadamente 10 dB (A) respecto a la forma actual. Adicionalmente, cuando la nervadura circunferencial 13A es la segunda forma P2 en la que la pendiente gradual de parte superior SL0 se hace una cara curvada convexa que tiene la sección La1 y la sección La2 que tienen cada una 5 mm y un radio de curvatura R de 5 mm, el nivel global de ruido en el intervalo de 400 Hz a 5000 Hz se puede reducir aproximadamente 14 dB respecto a la forma actual. Es más, cuando la nervadura circunferencial 13A es la quinta forma P5 en la que la pendiente gradual de parte superior SL0 se hace una cara curvada convexa que tiene la sección La1 y la sección La2 que tienen cada una 5 mm y un radio de curvatura R de 10 mm, el nivel global de ruido en el intervalo de 400 Hz a 5000 Hz se puede reducir 18,5 dB respecto a la forma actual.

Sobre la base de estos resultados de pruebas, se ha encontrado que según la nervadura circunferencial 13A de la segunda realización, el nivel de ruido se puede reducir notablemente. Como se ha descrito anteriormente, según el disco de freno 10 de la segunda realización, el nivel de ruido que surge en la ubicación de la nervadura circunferencial 13A se puede reducir notablemente sin gran aumento en el intervalo de esfuerzos de perno.

(Segundo ejemplo de referencia, que no está cubierto por la invención reivindicada)

La figura 14 es un dibujo de múltiples vistas para describir una forma de un surco que se proporciona en una cara delantera de una zona de placa de disco, en la que de la figura 14A a la figura 14E muestran una primera forma a una quinta forma del surco, respectivamente. Obsérvese que la figura 14 muestra vistas que se sometieron a transformación de modo que coordenadas de modo que la dirección circunferencial y la dirección radial del disco de freno 10A se convirtieron en direcciones de línea recta que son ortogonales entre sí en una sección de los surcos 15A y 15B. En el disco de freno 10A del segundo ejemplo de referencia, se adopta un surco 15A que tiene una anchura pequeña en lugar del surco 15 del primer ejemplo de referencia. La anchura del surco 15A es menor que el diámetro de una zona de abertura 12F en un lado de cara delantera (lado de superficie de deslizamiento del disco de freno 10A) de la zona de placa de disco del orificio pasante 12. Específicamente, el diámetro de la zona de abertura 12F es, por ejemplo, 36 mm, y la anchura del surco 15A es, por ejemplo, 5 mm, 10 mm, 20 mm o algo semejante. En un caso en el que la zona de abertura 12F no es circular, la anchura del surco 15A es menor que la anchura de la zona de abertura 12F en la dirección radial de la zona de placa de disco. El término "anchura del surco 15A" significa la anchura del surco 15A en la dirección radial de la zona de placa de disco.

El miembro de contacto deslizante 200 contacta en la cara delantera del disco de freno 10A para generar una fuerza de frenado. Por lo tanto, el surco 15A que se proporciona en la superficie de deslizamiento del disco de freno 10A disminuye la superficie de deslizamiento. Cuando disminuye la superficie de deslizamiento, si la presión del miembro de contacto deslizante 200 es la misma, resulta en una acción que reduce la fuerza de frenado. Además, cuando aumenta la anchura o la profundidad del surco 15A, resulta en una acción que reduce la fortaleza del disco de freno 10A. El surco 15A que tiene una anchura estrecha como se ha descrito anteriormente se adopta para el disco de freno 10A del segundo ejemplo de referencia. Por lo tanto, en el segundo ejemplo de referencia es posible asegurar el área de la superficie de deslizamiento del disco de freno 10A y mantener la fortaleza del disco de freno 10A mientras se reduce el ruido que surge en los orificios pasantes para pernos 12 por medio del surco 15A.

En un caso en el que se adopta el surco 15A que tiene una anchura estrecha, hay variaciones con respecto a la forma de conexión entre parejas de zonas de abertura adyacentes 12F y el surco 15A. Ejemplos de tales variaciones incluyen un patrón en el que el surco 15A conecta zonas circunferenciales interiores Ri de una pareja de zonas de abertura adyacentes 12F (figura 14A), un patrón en el que el surco 15A conecta zonas centrales Rc de zonas de abertura adyacentes 12F (figura 14B), y un patrón en el que el surco 15A conecta zonas circunferenciales exteriores Ro de zonas de abertura adyacentes 12F (figura 14C). Adicionalmente, hay un patrón en el que, entre una pareja de zonas de abertura adyacentes 12F, el surco 15A conecta diagonalmente desde la zona circunferencial exterior Ro de una de las zonas de abertura 12F a la zona circunferencial interior Ri de la otra zona de abertura 12F (figura 14D). Adicionalmente, hay un patrón (más adelante en esta memoria, se le hace referencia como "escalonado"; figura 14E) en el que una conexión entre las zonas circunferenciales interiores Ri y una conexión entre las zonas circunferenciales exteriores Ro de parejas de zonas de abertura adyacentes 12F se repite alternadamente y similares. Los términos

"zona circunferencial interior Ri", "zona central Rc" y "zona circunferencial exterior Ro" se refieren a las respectivas zonas cuando la zona de abertura 12F se divide en tres zonas a intervalos iguales en la dirección radial del disco de freno 10A.

5 Con respecto a los patrones de conexión del surco 15A del segundo ejemplo de referencia, los patrones de conexión de la figura 14B a la figura 14D se incluyen entre la pluralidad de patrones mencionados anteriormente y se excluyen los patrones de conexión de un surco 15B ilustrado en la figura 14A y la figura 14E.

10 Esto es, en el segundo ejemplo de referencia, en un caso en el que la anchura del surco 15A no es más de un medio del diámetro de la zona de abertura 12F, con respecto a las ubicaciones de conexión entre el surco 15A y las zonas de abertura 12F, se adopta una ubicación de conexión que excluye la zona circunferencial interior Ri de la zona de abertura 12F para la conexión con al menos un de la pareja de zonas de abertura 12F y 12F. El término "ubicación de conexión que excluye la zona circunferencial interior Ri" significa la zona central Rc, la zona circunferencial exterior Ro, o una zona que ahorcaja la zona central Rc y la zona circunferencial exterior Ro de la zona de abertura 12F. Por ejemplo, una anchura de 5 mm o 10 mm o algo semejante es apropiada como anchura del surco 15A.

15 Además, en el segundo ejemplo de referencia, en un caso en el que la anchura del surco 15A es mayor que un medio del diámetro de la zona de abertura 12F, con respecto a las ubicaciones de conexión entre el surco 15A y las zonas de abertura 12F, se adopta una ubicación de conexión que no incluye un extremo de circunferencia interior de la zona de abertura 12F para la conexión con al menos una de la pareja de zonas de abertura 12F y 12F. El término "extremo de circunferencia interior" se refiere a una zona extrema de la zona de abertura 12F que es la más cercana a la circunferencia interior del disco de freno 10A. Un caso en el que la anchura del surco 15A es mayor que un medio del diámetro de la zona de abertura 12F es, por ejemplo, un caso en el que la anchura de surco es de 20 mm. Obsérvese que, independientemente de la anchura de surco y las ubicaciones de conexión, el surco 15A preferiblemente tiene una profundidad de manera que la zona inferior del surco se ubica en una altura que es sustancialmente igual a la altura de la zona de vértice de un perno o una tuerca.

<Acciones y efectos>

25 La figura 15 es una gráfica que muestra la relación entre la frecuencia de ruido y el nivel de ruido para cada anchura de surco. La figura 16 es una gráfica que muestra la relación entre la frecuencia de ruido y el nivel de ruido para cada ubicación de conexión del surco. La figura 17 es una gráfica que muestra el nivel de ruido en un intervalo de frecuencias desde la banda de 1250 Hz a la banda de 5000 Hz para cada forma de conexión de el surco. En estos dibujos, la forma de la pluralidad de surcos que son los objetos se describen en el formato "ubicación de conexión - anchura de surco". En la forma "zona central - 20 mm", aunque el surco 15A se conecta a una parte de la zona circunferencial exterior Ro y también una parte de la zona circunferencial interior Ri de la zona de abertura 12F puesto que el surco 15A es un medio o más del diámetro de la zona de abertura 12F, la forma se muestra como una en la que el centro del surco 15A se conecta para solaparse con el centro de la zona central Rc. La ordenada en la figura 15 y la figura 16 representa el nivel de ruido para cada banda de un tercio de octava, y la abscisa en la figura 15 y la figura 16 representa la frecuencia central para cada banda de un tercio de octava. La ordenada en la figura 17 representa el nivel de ruido en el intervalo de frecuencias desde 1250 Hz a 5000 Hz.

35 Entre las formas que son los objetos, los patrones "centro - 5 mm", "centro - 10 mm", "centro - 20 mm", "circunferencia exterior -10 mm" y "diagonal -10 mm" son ejemplos de formas que se adoptan en el segundo ejemplo de referencia. Los patrones "sin surco", "circunferencia interior -10 mm" y "escalonado - 10 mm" son ejemplos de formas comparativas que no se adoptan en el segundo ejemplo de referencia. Sobre la base de los resultados mostrados en la figura 15, se ha encontrado que cuando se estrecha la anchura del surco 15A, el efecto de reducción de ruido disminuye gradualmente. Por otro lado, sobre la base de los resultados en la figura 15, se ha encontrado que en comparación con el caso en el que no hay surco, se obtiene un efecto de reducción de ruido incluso cuando hay un surco con una anchura de únicamente 5 mm. Además, sobre la base de los resultados en la figura 16 se ha encontrado que, en un caso en el que la anchura del surco 15A es estrecho, el efecto de reducción de ruido varía dependiendo de la ubicación de conexión con respecto a la pareja de zonas de abertura adyacentes 12F.

40 Además, sobre la base de los resultados en la figura 17 se ha encontrado que, aunque el ruido se reduce mediante el patrón "circunferencia interior - 10 mm" y el patrón "escalonado - 10 mm", el efecto es pequeño, mientras que en contraste, se obtiene un apreciable efecto de reducción de ruido mediante los patrones adoptados en el segundo ejemplo de referencia. Sobre la base de estos resultados se ha encontrado que, al adoptar las formas de conexión mencionadas anteriormente entre el surco 15A y las zonas de abertura 12F, se puede reducir notablemente el ruido que se genera en la ubicación del surco 15A. Como se ha descrito anteriormente, según el disco de freno 10A del segundo ejemplo de referencia, el ruido que surge debido a orificios pasantes para un perno 12 se puede reducir notablemente sin reducir significativamente el área deslizante.

55 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención se puede utilizar en un disco de freno para un vehículo de vía férrea.

Lista de signos de referencia

ES 2 775 898 T3

	10, 10A	Disco de freno
	10f	Cara delantera (zona deslizante)
	10r	Cara trasera
	11a, 11b	Aleta radial
5	12	Agujero pasante
	12F	Zona de abertura
	13, 13A	Nervadura circunferencial
	13a	Cara de deslizamiento en lado circunferencial interior
	13b	Cara de deslizamiento en lado circunferencial exterior
10	15, 15A, 15B	Surco
	La1, La2	Sección de pendiente gradual de parte superior
	Lb	Sección de línea recta
	Ri	Zona circunferencial interior
	Rc	Zona central
15	Ro	Zona circunferencial exterior
	SL0	Pendiente gradual de parte superior
	SL1	Pendiente gradual de parte de base

REIVINDICACIONES

1. Un disco de freno (10, 10A) para un vehículo de vía férrea, que comprende:
 - una zona de placa de disco que tiene una zona deslizante en una cara delantera (10f),
 - una pluralidad de aletas radiales (11a, 11b) proporcionadas sobre una cara trasera (10r) de la zona de placa de disco y que tiene una forma que se extiende en una dirección radial de la zona de placa de disco, y
 - una nervadura circunferencial (13, 13A) proporcionada entre cada pareja de aletas radiales (11a, 11b) que están adyacentes entre la pluralidad de aletas radiales (11a, 11b), y que tiene una forma que se extiende en una dirección circunferencial de la zona de placa de disco, en donde:
 - un camino de flujo, para aire que discurre desde un lado circunferencial interior a un lado circunferencial exterior de la zona de placa de disco, se forma entre la pareja de aletas radiales (11a, 11b) en un estado en el que la zona de placa de disco se sujeta a una rueda (100) de un vehículo de vía férrea, y el camino de flujo para aire es estrechado por la nervadura circunferencial (13, 13A); caracterizado por que
 - una pendiente gradual para suprimir fluctuaciones en un flujo de aire que pasa entre la pareja de aletas radiales se proporciona sobre la nervadura circunferencial (13, 13A) sobre una cara lateral (13a, 13b) a lo largo de la dirección radial de la zona de placa de disco.
2. El disco de freno (10, 10A) para un vehículo de vía férrea según la reivindicación 1, en donde la pendiente gradual se proporciona sobre una cara lateral (13a) de la nervadura circunferencial (13, 13A) que se encara al lado circunferencial interior a lo largo de la dirección radial de la zona de placa de disco, o se proporciona sobre ambas caras laterales (13a, 13b) de la nervadura circunferencial (13, 13A) que se encara al lado circunferencial interior y el lado circunferencial exterior, respectivamente, a lo largo de la dirección radial de la zona de placa de disco.
3. El disco de freno (10, 10A) para un vehículo de vía férrea según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde:
 - la pendiente gradual incluye una pendiente gradual de parte superior (SL0) que se proporciona al menos en una parte superior de la nervadura circunferencial (13, 13A), y
 - la pendiente gradual de parte superior (SL0) es una cara curvada convexa que tiene un radio de curvatura de 2 mm o es una cara en pendiente que es más gradual que una cara curvada convexa que tiene un radio de curvatura de 2 mm, la pendiente gradual de parte superior (SL0) se proporciona en una zona lateral encarada al lado circunferencial interior de la zona de placa de disco, en una sección de 2 mm o más en la dirección radial (La1) de la zona de placa de disco, y en una sección de 2 mm o más en una dirección de eje rotacional (La2) de la zona de placa de disco desde un vértice de la nervadura circunferencial (13, 13A).
4. El disco de freno (10, 10A) para un vehículo de vía férrea según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde:
 - la pendiente gradual incluye una pendiente gradual de parte superior (SL0) que se proporciona al menos en una parte superior de la nervadura circunferencial (13, 13A), y
 - la pendiente gradual de parte superior (SL0) es una cara curvada convexa que tiene un radio de curvatura de 5 mm o es una cara en pendiente que es más gradual que una cara curvada convexa que tiene un radio de curvatura de 5 mm, la pendiente gradual de parte superior (SL0) se proporciona en una zona lateral encarada al lado circunferencial interior de la zona de placa de disco, en una sección de 5 mm o más en la dirección radial (La1) de la zona de placa de disco, y en una sección de 5 mm o más en una dirección de eje rotacional (La2) de la zona de placa de disco desde un vértice de la nervadura circunferencial (13, 13A).
5. El disco de freno (10, 10A) para un vehículo de vía férrea según una cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 4, en donde la nervadura circunferencial (13, 13A) conecta la pareja de aletas radiales (11a, 11b), y que tiene un camino de flujo para aire entre la rueda (100) y la nervadura circunferencial (13, 13A).
6. Uso de un disco de freno (10, 10A) según una cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 5 como un disco de freno para un vehículo de vía férrea.

FIG.1

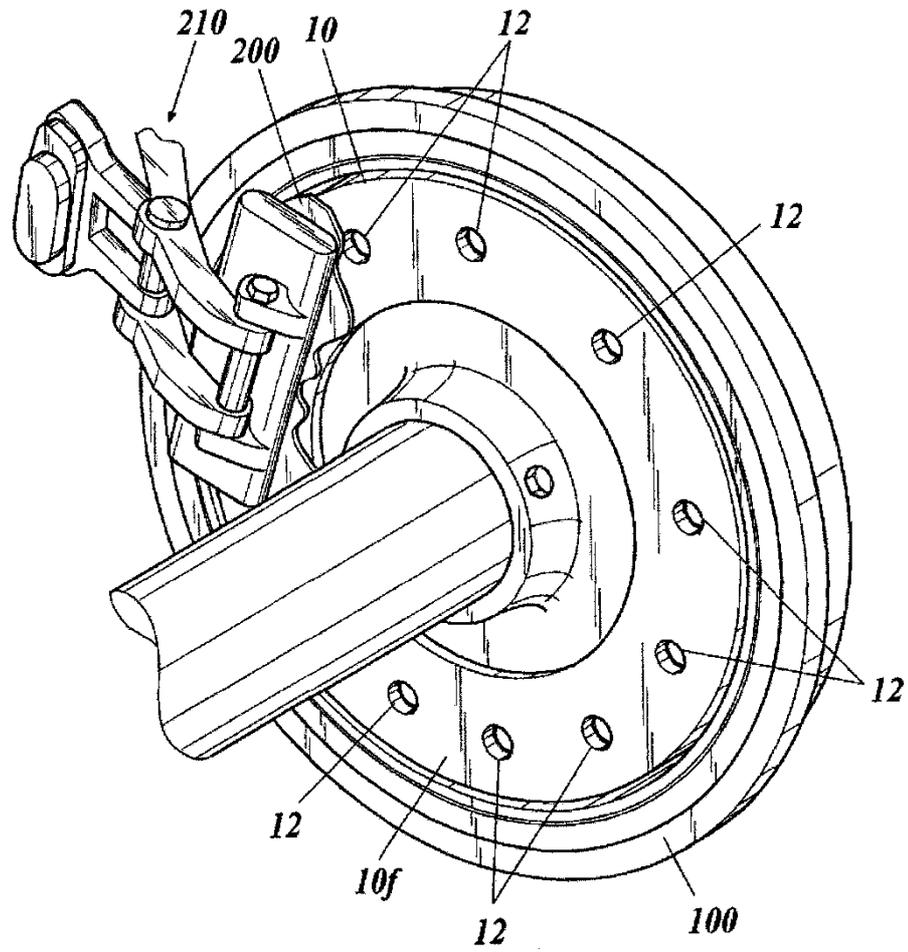


FIG.2

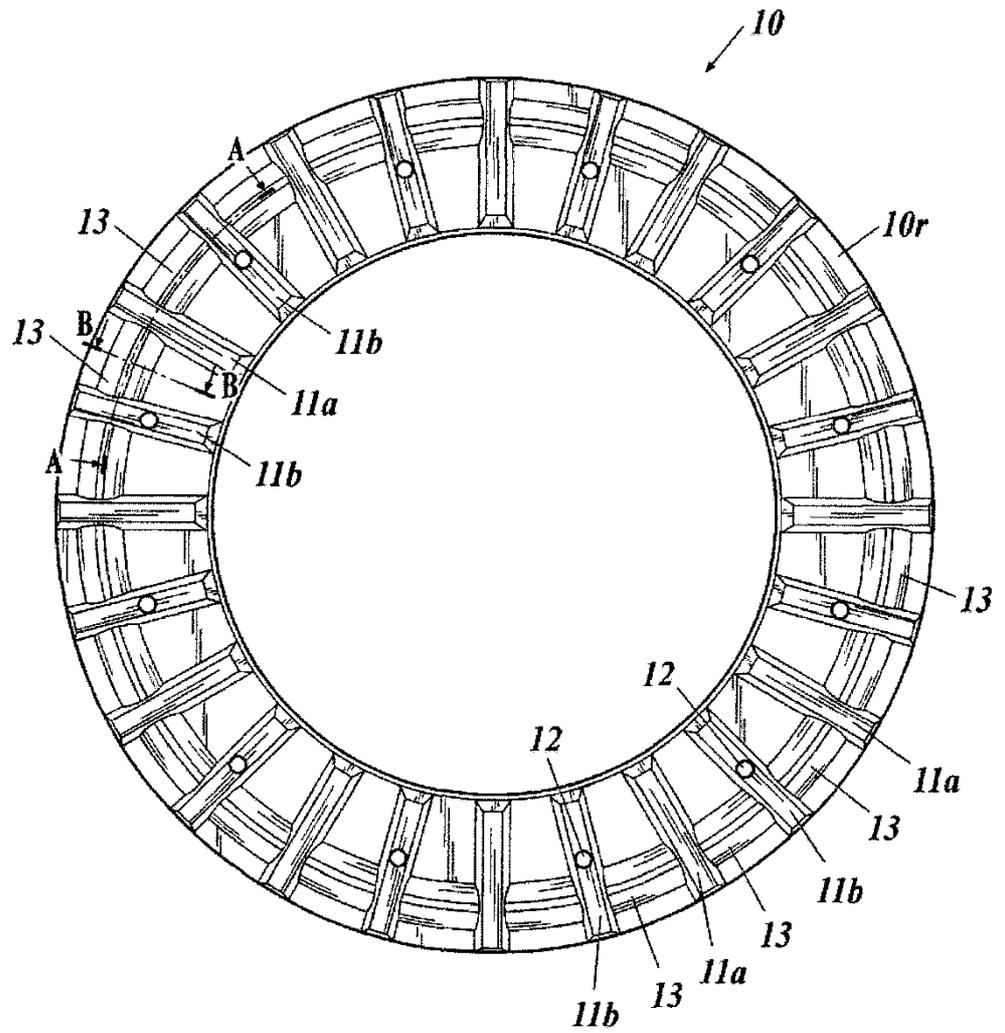


FIG.3A

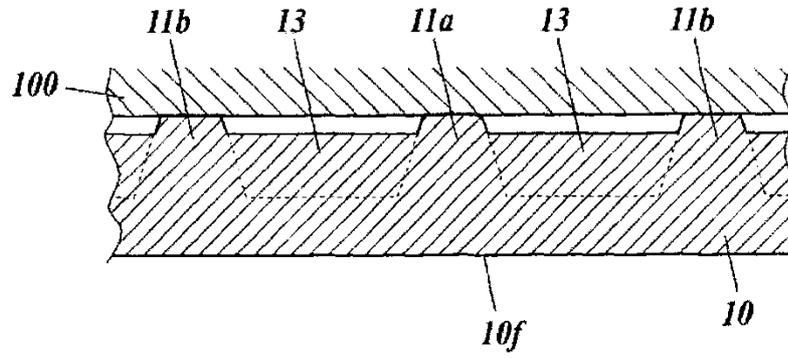


FIG.3B

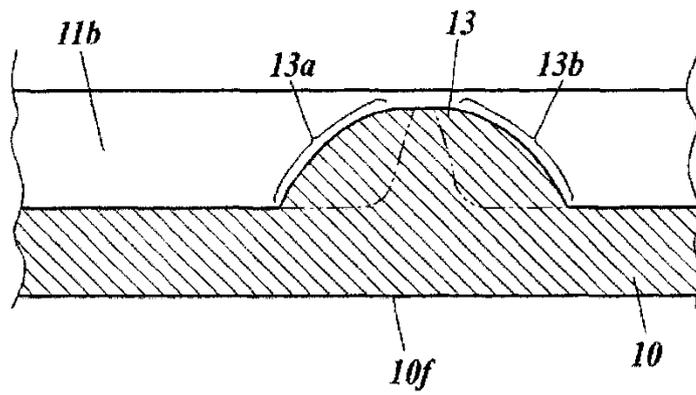


FIG.3C

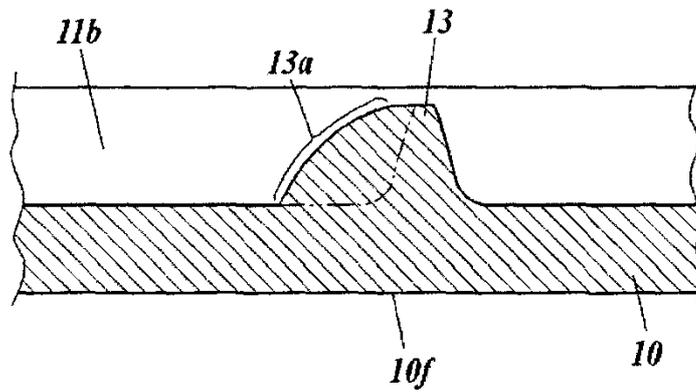


FIG.4A

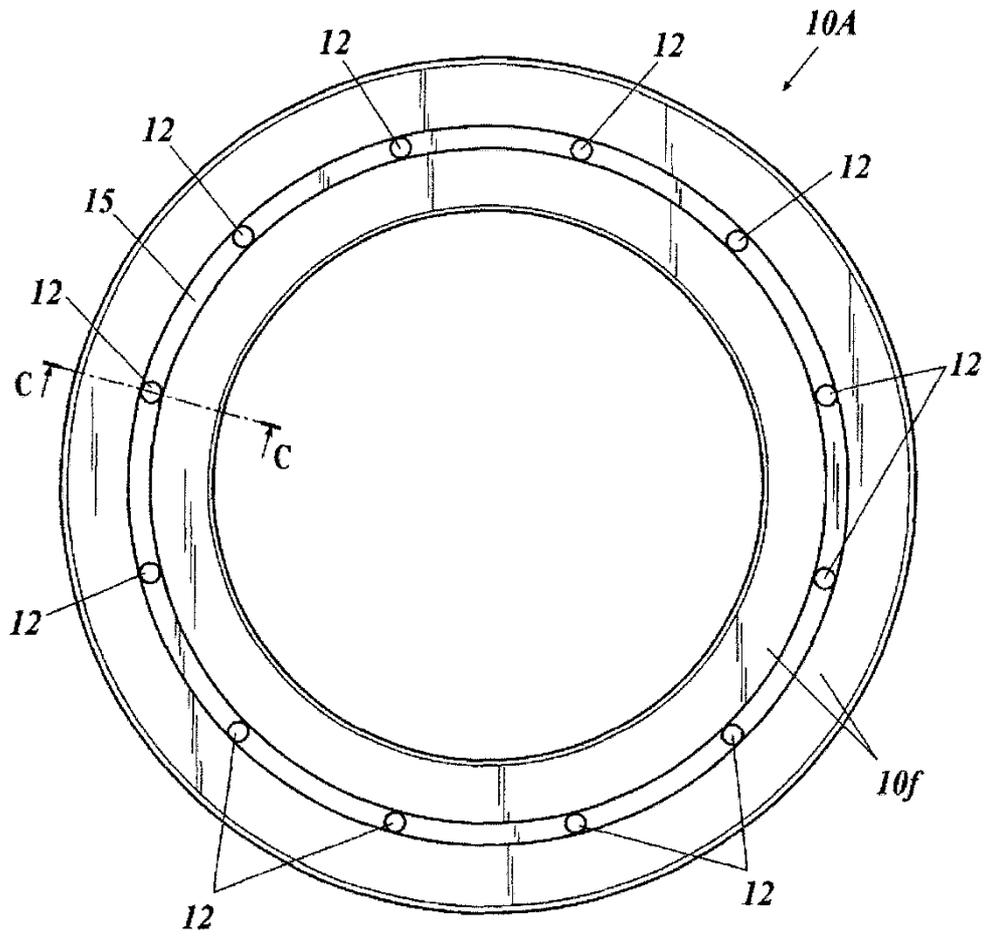


FIG.4B

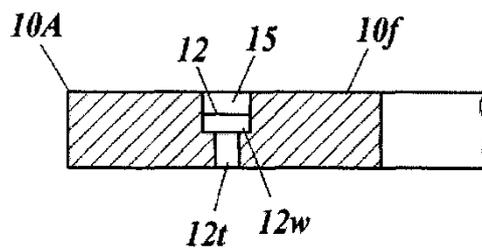
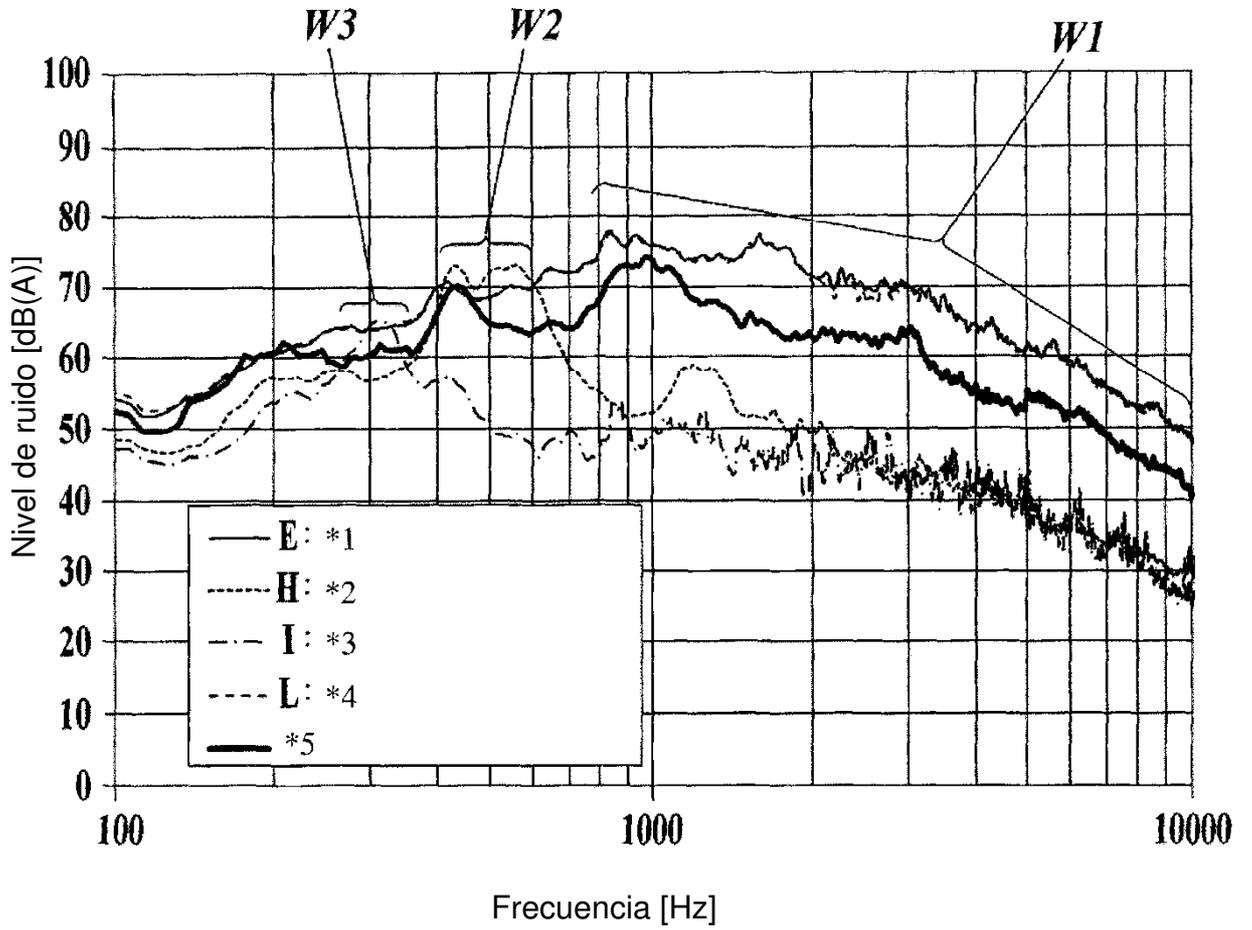
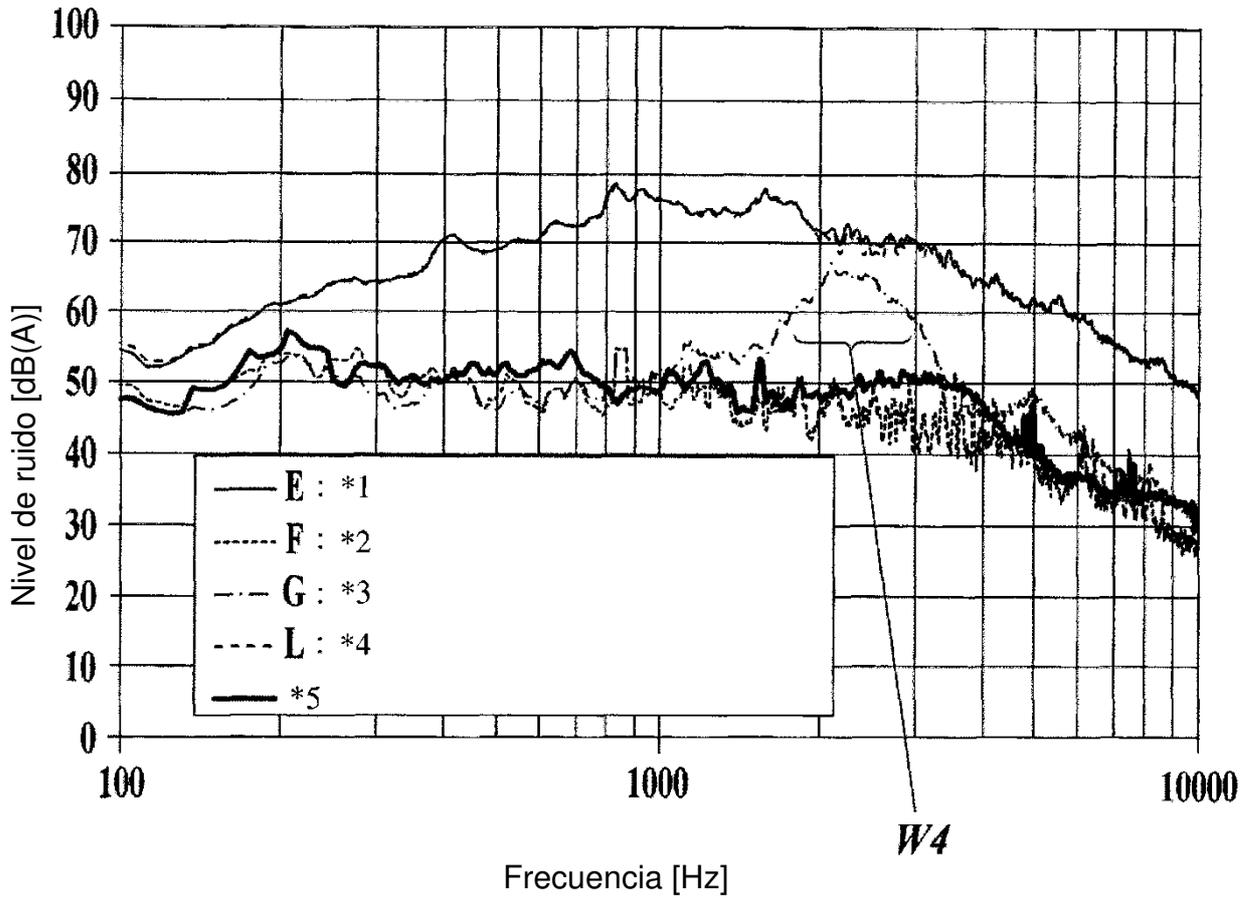


FIG.5



- *1 Estándar
- *2 Abiertas únicamente aberturas en lado circunferencial exterior
- *3 Abiertas únicamente aberturas en lado circunferencial interior
- *4 Bloqueados únicamente orificios de perno
- *5 Primera realización

FIG.6



- *1 Estándar
- *2 Todos bloqueados
- *3 Abiertos únicamente orificios de perno
- *4 Bloqueados únicamente orificios de perno
- *5 Segunda realización: Abiertos únicamente orificios de perno

FIG.7

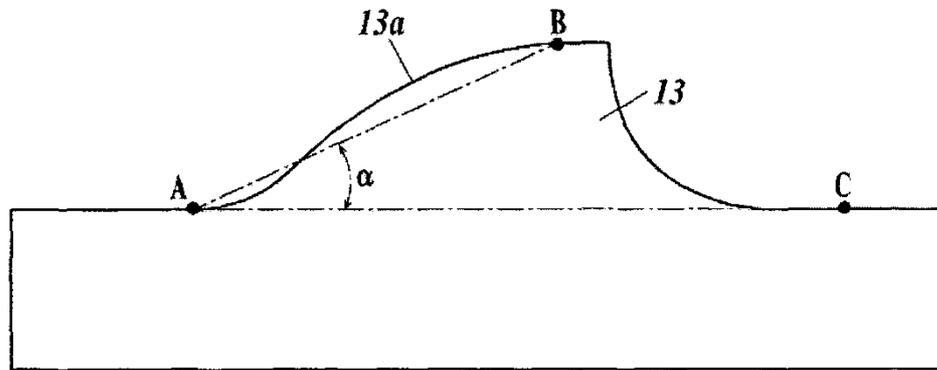


FIG.8

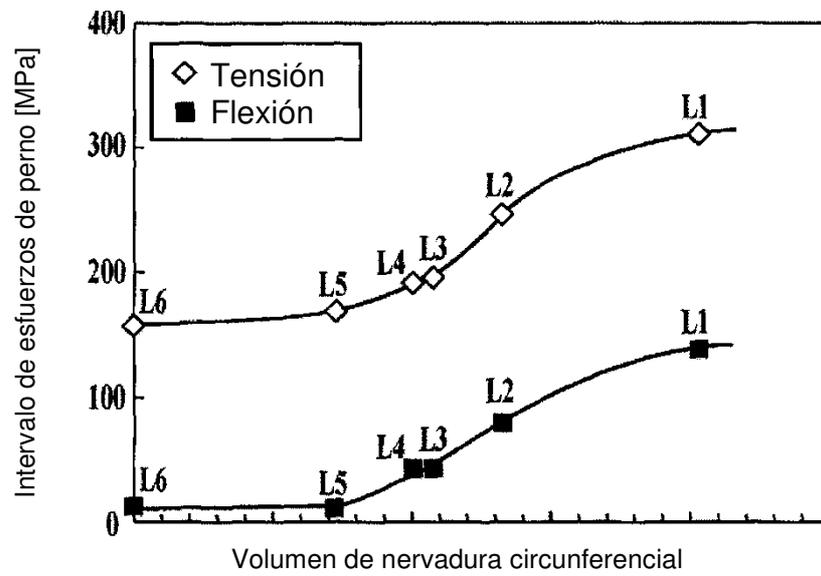


FIG.9

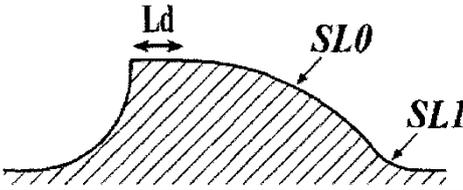
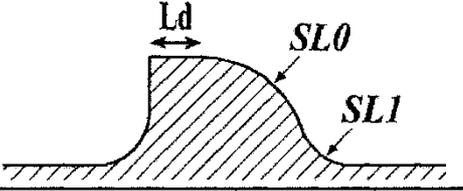
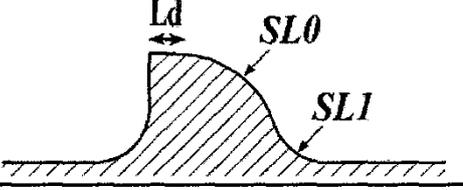
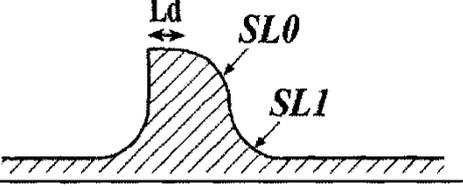
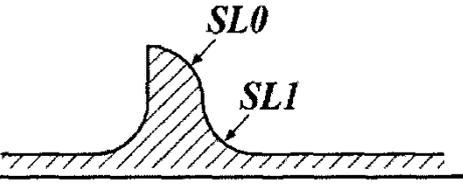
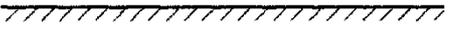
Forma en sección transversal de nervadura circunferencial	
L1	 <p>Zona horizontal de vértice: 10 mm Pendiente gradual de parte superior: R48 Pendiente gradual de parte de base: R10</p>
L2	 <p>Zona horizontal de vértice: 10 mm Pendiente gradual de parte superior: R20 Pendiente gradual de parte de base: R10</p>
L3	 <p>Zona horizontal de vértice: 5 mm Pendiente gradual de parte superior: R20 Pendiente gradual de parte de base: R10</p>
L4	 <p>Zona horizontal de vértice: 5 mm Pendiente gradual de parte superior: R10 Pendiente gradual de parte de base: R10</p>
L5	 <p>Zona horizontal de vértice: Ninguno Pendiente gradual de parte superior: R10 Pendiente gradual de parte de base: R10 -</p>
L6	 <p>Zona horizontal de vértice: Ninguno Pendiente gradual de parte superior: Ninguno Pendiente gradual de parte de base: Ninguno</p>

FIG.10

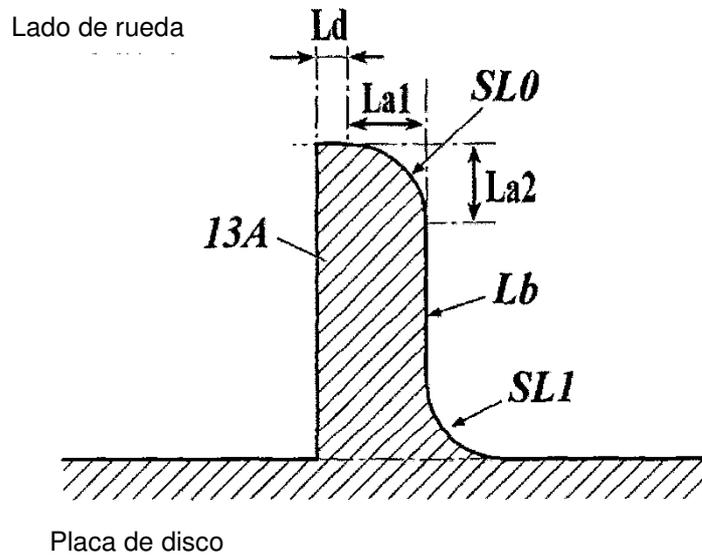


FIG.11

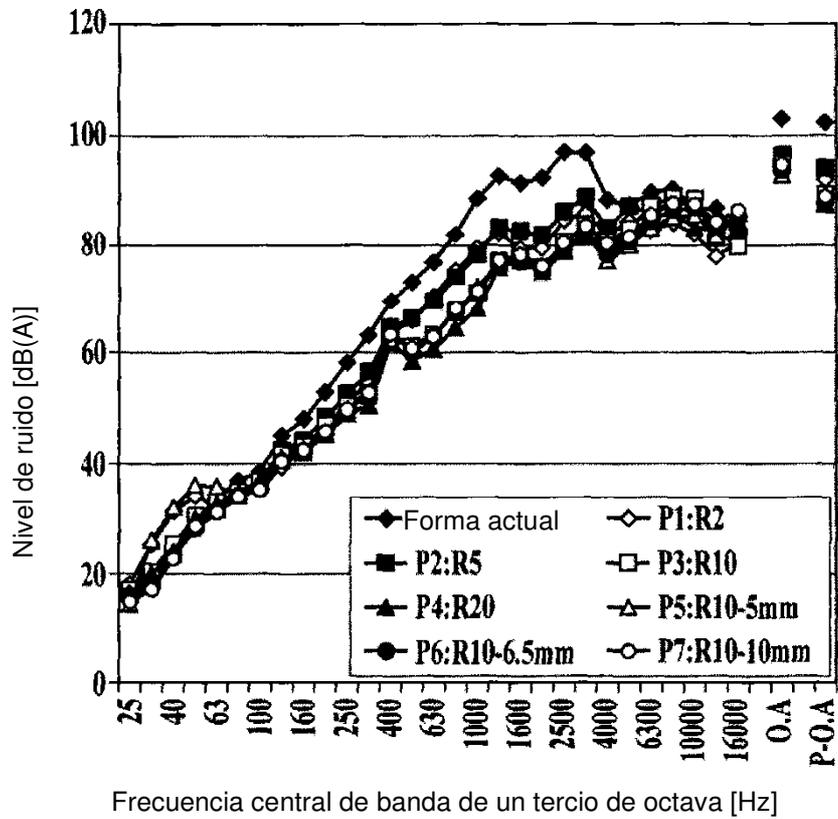


FIG. 12

Número de prueba	Forma de pendiente gradual de parte superior	Longitud de sección La1	Longitud de sección La2	Ángulo de sección de línea recta Lb	Forma de pendiente gradual de parte de base
P1	R2	2 mm	2 mm	*1	R5
P2	R5	5 mm	2 mm	*1	R5
P3	R10	10 mm	10 mm	*1	R5
P4	R20	20 mm	20 mm	*1	R5
P5	R10	5 mm	5 mm	*1	R5
P6	R10	6,5 mm	6,5 mm	*1	R5
P7	R10	10 mm	10 mm	*2	R5

*1 Sustancialmente vertical
 *2 45 grados

FIG.13

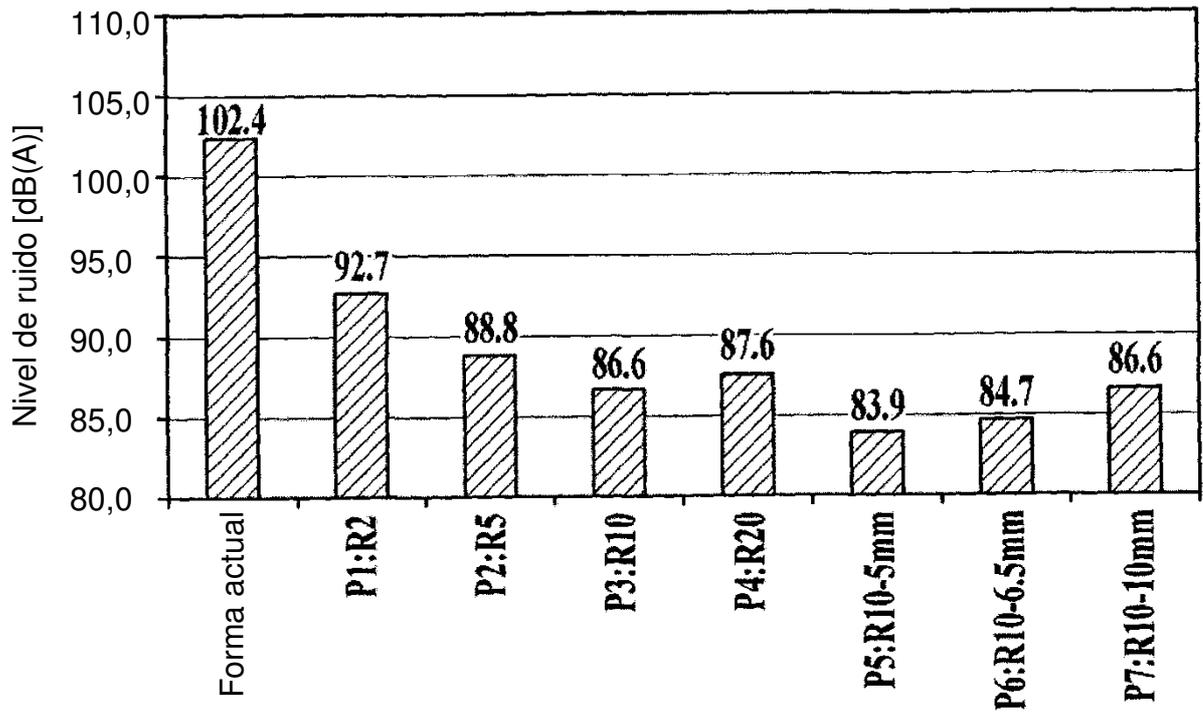


FIG.14

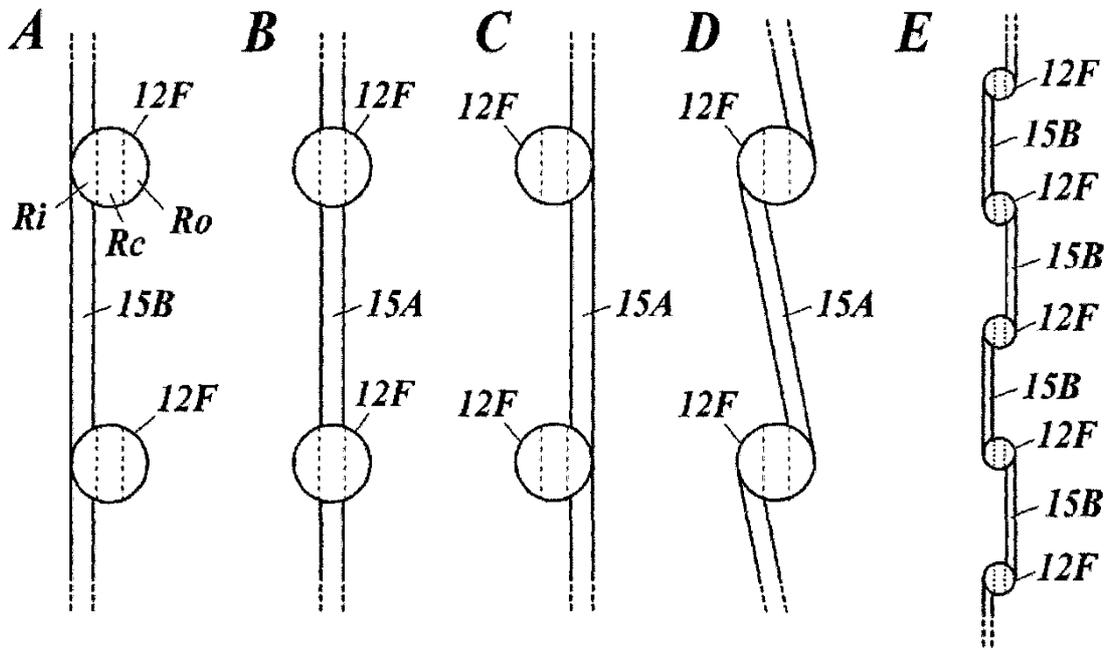
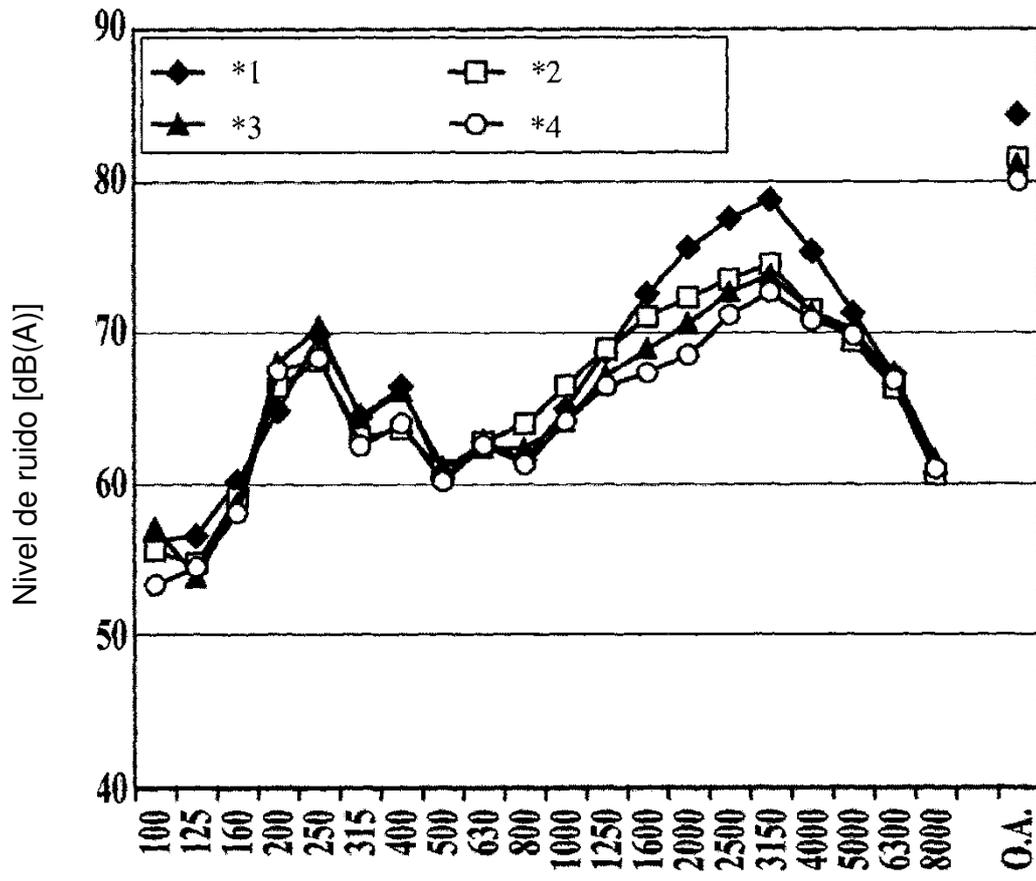


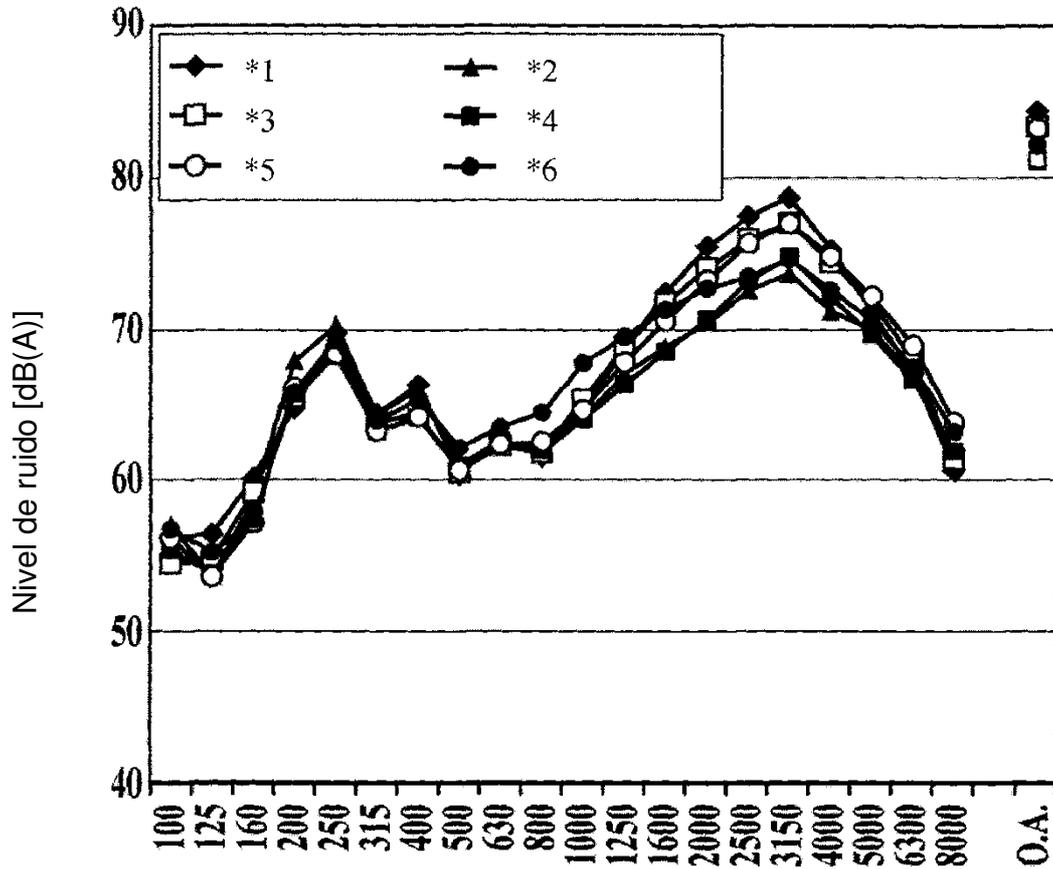
FIG.15



Frecuencia central de banda de un tercio de octava [Hz]

- *1 Sin surco
- *2 Zona central - 5 mm
- *3 Zona central - 10 mm
- *4 Zona central - 20 mm

FIG.16



Frecuencia central de banda de un tercio de octava [Hz]

- *1 Sin surco
- *2 Zona central - 10 mm
- *3 Zona circunferencial interior - 10 mm
- *4 Zona circunferencial exterior - 10 mm
- *5 Escalonado - 10 mm
- *6 Diagonal - 10 mm

FIG.17

