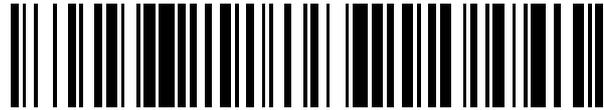


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 696**

51 Int. Cl.:

F16D 65/12 (2006.01)

B61H 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2009** **E 09833472 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 2360386**

54 Título: **Disco de freno para vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

19.12.2008 JP 2008324195

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

12.12.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJIMOTO TAKAHIRO;
ASABE KAZUTAKA;
KATO TAKANORI;
NOGAMI HIROSHI y
KAWABE HIROTOSHI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 433 696 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 ferroviario

Campo Técnico

5 La invención se refiere a un freno de disco para un vehículo ferroviario en el cual una porción de plato que sirve como superficie de fricción está fijada a una rueda. En particular, la presente invención se refiere a un freno de disco para un vehículo ferroviario que permite suprimir la deformación causada por el calor de fricción durante el frenado.

Técnica Antecedente

10 En lo que se refiere a sistemas de freno para vehículos de transporte terrestre, representados por vehículos ferroviarios, existen frenos de bloque, frenos de tambor, frenos de disco, etc. Entre ellos, recientemente ha aumentado el uso de los frenos de disco en asociación con un aumento en la velocidad y el tamaño de los vehículos.

15 El freno de disco es un dispositivo que obtiene una fuerza de frenado mediante la fricción entre un disco de freno y una guarnición de freno. Normalmente, en el disco de freno se genera una fuerza de frenado al apretar una guarnición de freno contra una superficie de fricción de un disco de freno con forma de anillo que está fijado con pernos a un eje o una rueda. Con la fuerza de frenado se regula la rotación del eje o la rueda para controlar la velocidad del vehículo.

20 Los vehículos ferroviarios de super alta velocidad, tal como el Shinkansen, han aumentado aún más su velocidad y se les exige un funcionamiento a una velocidad superior a 300 km por hora. Para aumentar adicionalmente la velocidad de los vehículos ferroviarios es necesario reducir el peso del vehículo, y resulta adecuado un disco de freno en el cual una porción de plato que sirve como superficie de fricción está fijada directamente a una rueda. Esto es debido a que dicho disco de freno fijo con superficie de fricción no precisa una parte dedicada que sirva exclusivamente para la fijación, y por lo tanto es posible obtener una reducción del peso, en comparación con el disco de freno convencional de fijación por la periferia interior.

25 En un disco de freno fijo con superficie de fricción, con el fin de suprimir la deformación, tal como el alabeo, causada por el calor de fricción durante el frenado, una porción cóncava de ajuste forzado con una porción convexa formada sobre un elemento a fijar (p. ej., una rueda), está formada sobre la superficie del disco de freno para su fijación (Literatura de Patente 1). Existen discos de freno fijos con superficie de fricción convencionales para los que se ha prescrito una relación de volumen total entre las partes de fijación y las porciones antagonistas a fijar (Literatura de Patente 2).

30 En tales discos de freno fijos con superficie de fricción, el problema de aumento del ruido, que convencionalmente no se ha tenido en consideración, está cobrando importancia en una condición de desplazamiento a alta velocidad como la que supera los 300 km por hora.

35 El disco de freno gira a una velocidad elevada junto con la rueda asociada. Con esta rotación, el aire que rodea el disco de freno es aspirado desde la periferia interior y descargado por el lado de la periferia exterior. Por consiguiente, se produce un flujo de aire a alta velocidad en el lado trasero del disco de freno.

El flujo de aire juega un papel importante en la refrigeración del disco de freno, pero en un intervalo de alta velocidad que supere los 300 km por hora, el flujo de aire de alta velocidad no sólo refrigera el disco de freno sino que también genera ruido, denominado "ruido aerodinámico".

40 Para reducir el ruido aerodinámico, resulta efectivo suprimir el flujo de aire entre el lado trasero de la porción de plato de freno, así como unas aletas formadas en la misma, y una porción de plato de la rueda.

45 Los presentes solicitantes han propuesto un disco 1 de freno, tal como el mostrado en la Fig. 10, en el cual se proporcionan unos nervios 1c, interconectados circunferencialmente, en unos espacios definidos por el lado trasero de una porción 1a de plato y unas aletas 1b, siendo ambas constituyentes del disco 1 de freno, y una porción 2a de plato de la rueda 2, para minimizar un área abierta total en una dirección circunferencial (Literatura de Patente 3). En la Fig. 10, el número "1d" denota un huelgo entre una punta de cada nervio 1c y la porción 2a de plato de la rueda 2, estando configurada la punta del nervio para generar el huelgo. El número "2b" denota una porción de llanta de la rueda 2. El número "2c" denota una porción de cubo de la rueda 2, el número "3a" denota un perno para fijar el disco 1 de freno, y el número "3b" denota una tuerca para fijar el disco 1 de freno.

50 El documento DE 39 35 635 A1 describe un conjunto de disco de freno para un vehículo ferroviario. El conjunto incluye un disco de rueda y unos platos de fricción dispuestos en ambos lados del disco de rueda. Los platos de

fricción tienen unos anillos de refuerzo dispuestos en el lado de la rueda encarado con el disco. Los anillos de refuerzo están conectados con los platos de fricción mediante unos nervios. Junto con los anillos de fricción, los anillos de refuerzo forman unos canales internos de aire para ventilación.

Lista de Citas

5 **Literatura de Patente**

Literatura de Patente 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa N° 2001-311441

Literatura de Patente 2: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa N° 2005-321091

Literatura de Patente 3: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa N° 2007-205428

Sumario de la Invención

10 **Problema técnico**

Sin embargo, en el caso del disco de freno propuesto en la Literatura de Patente 3, la deformación del disco de freno causada por el calor de fricción durante el frenado puede plantear problemas, dependiendo de la forma de los nervios formados en unos espacios entre el lado trasero de la porción de plato y de las aletas del disco de freno y la porción de plato de la rueda.

- 15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un disco de freno fijo con superficie de fricción para un vehículo ferroviario, cuyo disco de freno puede suprimir la deformación del mismo causada por el calor de fricción durante el frenado si se forman unos nervios en unos espacios formados entre el lado trasero de una porción de plato y de unas aletas del disco de freno, y una porción de plato de una rueda.

Solución al problema

- 20 Para reducir el ruido aerodinámico, tal como se da a conocer en la Literatura de Patente 3, resulta efectivo reducir el área abierta total existente en el lado trasero del disco de freno. Los presentes inventores han efectuado diversos experimentos y análisis, ideando una condición de desplazamiento a alta velocidad que excede los 300 km por hora, para una rueda equipada con un disco de freno fijo con superficie de fricción, adicionalmente a los hallazgos anteriores.

- 25 Como resultado, se ha confirmado que la forma del nervio dispuesto en cada espacio situado entre el lado trasero de la porción de plato y de las aletas del disco de freno y la porción de plato de la rueda no ejerce ninguna influencia sobre un efecto de reducción del ruido aerodinámico siempre que el área abierta total sea la misma. Hemos observado que la deformación del disco de freno causada por el calor de fricción puede suprimirse si se define la forma del nervio apropiadamente.

- 30 La Fig. 3 es un ejemplo de resultados de los experimentos y análisis llevados a cabo por los presentes inventores, que muestra las relaciones del área total de las aberturas que quedan en los espacios que tienen nervios con el nivel de ruido aerodinámico obtenido por los experimentos, y con la cantidad de aire que pasa obtenida por los análisis.

- 35 El área abierta se refiere al área de la abertura que se identifica, al mirar desde el lado interior de la periferia del disco de freno, en los espacios definidos por el lado trasero de la porción de plato del disco de freno, aletas y nervios dispuestos en el lado trasero de la misma, y la porción de plato de la rueda, cuando el disco de freno y la rueda están fijados. El área abierta total se refiere al área total de las aberturas sumadas de los espacios en una dirección circunferencial relevante para el paso de aire.

- 40 De la Fig. 3 resulta evidente que una menor área abierta total permite un menor ruido aerodinámico, más específicamente, puede reducirse el ruido aerodinámico a medida que el área abierta total se vuelve más pequeña, por ejemplo desde 10000 mm² o menos hasta 7000 mm² o menos, e incluso hasta 5000 mm² o menos, y que en el caso de 3000 mm² o menos apenas se produce un cambio en el grado de disminución del ruido aerodinámico en términos de un área abierta total. Adicionalmente, resulta evidente que la menor área abierta total permite el menor grado de paso del aire así como un grado previsto de disminución del ruido aerodinámico. A partir de estos resultados, resulta evidente que el grado de disminución del ruido aerodinámico puede evaluarse calculando la cantidad de aire que pasa con el uso de análisis de fluidos.

- 45 Los resultados mostrados en la Fig. 3 se han obtenido utilizando un banco de pruebas para ruido de rodadura mostrado en la Fig. 4, e instalando y probando en el banco de pruebas para ruido de rodadura una rueda 2 (diámetro de la rueda: 860 mm) equipada con un disco 1 de freno mostrado en la Fig. 1 mencionada a

continuación.

5 El banco de pruebas para ruido de rodadura tiene una configuración como la mostrada en la Fig. 4, en la cual una rueda 2 a probar está soportada rotativamente por unos cojinetes 4 y es empujada contra una rueda 6 con perfil de vía mediante un gato hidráulico 5, y luego se hace girar la rueda 6 con perfil de vía mediante un motor 7 para así girar la rueda 2.

En este banco de pruebas para ruido de rodadura, la velocidad se expresa en términos de una velocidad periférica de la rueda 6 con perfil de vía, y está determinada tanto por el número de revoluciones del motor 7 como por el diámetro (910 mm en el ejemplo actual) de la rueda 6 con perfil de vía. Cuando el número de revoluciones del motor 7 es 1750 rpm aproximadamente, la velocidad periférica es 300 km/h.

10 Para la medición, se colocó un medidor 8 de precisión del nivel de sonido a una distancia de 300 mm de la rueda 2 para medir el ruido generado por la rueda 2 durante la rotación. La ponderación del medidor 8 de precisión del nivel de sonido era PLANA (en una condición que no aplica ponderación) y las características dinámicas eran RÁPIDAS. Adicionalmente, un nivel de ruido generado cuando la abertura estaba completamente cerrada se restó al nivel de ruido de la rueda equipada con el disco de freno, y se utilizó el resultado como nivel de ruido aerodinámico.

15 Cada una de las velocidades de prueba se ajustó con un intervalo de 10 km/h entre 200 y 360 km/h en términos de una velocidad periférica de la rueda 6 con perfil de vía. Tras la medición con el medidor 8 de precisión del nivel de sonido, se efectuó un análisis de la frecuencia mediante transformada rápida de Fourier utilizando un analizador 9 de frecuencia, y se aplicó una ponderación de característica "A" (véase la Fig. 5), seguida por un procesamiento de bandas de 1/3 de octava, y se evaluaron tanto la característica de frecuencia como el valor general.

20 El disco de freno para vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención se ha llevado a cabo en base a los hallazgos anteriormente mencionados, y es un disco de freno fijo con superficie de fricción para un vehículo ferroviario. Para suprimir la deformación del disco de freno causada por el calor de fricción, el disco de freno para vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención incluye una porción de plato con forma de anillo con un lado delantero, que sirve como superficie de fricción, y una pluralidad de aletas sobresalientes dispuestas radialmente en el lado trasero de la porción de plato, estando fijada la porción de plato a una rueda, en el cual se proporciona un nervio entre las aletas adyacentes, y en una posición circunferencialmente intermedia del nervio está situada una ranura con una profundidad en la dirección que va desde una porción extrema del nervio, enfrentada a la rueda, hacia el lado trasero de la porción de plato.

30 **Efectos Ventajosos de la Invención**

De acuerdo con la presente invención, dado que en una posición circunferencialmente intermedia de un nervio situado en el lado trasero de un disco de freno se proporciona una ranura con una profundidad en la dirección que va desde una porción extrema del nervio, enfrentada a la rueda, hacia el lado trasero de la porción de plato, puede suprimirse efectivamente la deformación causada por el calor de fricción incluso en un disco de freno fijo con superficie de fricción.

Breve Descripción de los Dibujos

40 La Fig. 1 es un diagrama que muestra una porción principal de un disco de freno para vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención, en el caso en el que la relación de profundidad ($L1/L2$) de una ranura provista en cada nervio es 1, siendo la Fig. 1(a) una vista en planta de una porción de cuadrante, la Fig. 1(b) una vista en sección de una porción semicircular, y la Fig. 1(c) una vista de desarrollo en sección tomada por la línea A-A de la Fig. 1(a).

45 La Fig. 2 es un diagrama que muestra una porción principal de un disco de freno para vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención, en el caso en el que la relación de profundidad ($L1/L2$) de una ranura provista en cada nervio es inferior a 1, siendo la Fig. 2(a) una vista en planta de una porción de cuadrante, la Fig. 2(b) una vista en sección de una porción semicircular, y la Fig. 2(c) una vista de desarrollo en sección tomada por la línea A-A de la Fig. 2(a).

La Fig. 3 es un diagrama que muestra las relaciones de un área total de aberturas formadas en los espacios con los niveles de ruido aerodinámico obtenidos experimentalmente, y con las cantidades de aire que pasa, obtenidas analíticamente.

50 La Fig. 4 es un diagrama que explica el diseño de un banco de pruebas para ruido de rodadura.

La Fig. 5 es un diagrama que muestra una curva de ponderación de característica "A".

La Fig. 6 es un diagrama que muestra la relación de una frecuencia central con el nivel de ruido durante el desplazamiento a una velocidad de 360 km por hora.

La Fig. 7 es un diagrama que muestra la relación entre una relación de profundidad (L1/L2) de una ranura provista en cada nervio y la cantidad de aire que pasa, la cual se obtiene mediante un procedimiento de análisis de fluidos.

5 La Fig. 8 es un diagrama que muestra los resultados de evaluación de los grados de deformación del disco de freno, obtenidos con el uso de un análisis mediante un procedimiento de elementos finitos.

La Fig. 9 es un diagrama que muestra el resultado de evaluación de un ruido de frenado del disco de freno.

La Fig. 10 es un diagrama que muestra el disco de freno para vehículo ferroviario dado a conocer en la Literatura de Patente 3, siendo la Fig. 10(a) una vista en planta de una porción de cuadrante, la Fig. 10(b) una vista en sección de una porción semicircular, y la Fig. 10(c) una vista de desarrollo en sección tomada por la línea A-A de la Fig. 10(a).

Descripción de las Realizaciones

A continuación se describirá un disco de freno para vehículo ferroviario de acuerdo con una realización de la presente invención, con referencia a las Figs. 1 y 2.

15 Las Figs. 1 y 2 ilustran una porción principal de un disco 1 de freno para vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención, estando asegurado el disco 1 de freno a una porción 2a de plato de una rueda 2 mediante el uso de unos pernos 3a de fijación y unas tuercas 3b de fijación. Tal como se muestra en las Figs. 1 y 2, el disco 1 de freno incluye una porción 1a de plato con forma de anillo, con un lado delantero que sirve como superficie de fricción. Una pluralidad de aletas 1b, cada una de las cuales sobresale desde el lado trasero de la porción 1a de plato, están dispuestas radialmente. Una pareja de discos 1 de freno están dispuestos para emparedar la porción 2a de plato de la rueda 2, y las porciones 1a de plato del disco de freno están fijadas a la rueda mediante los pernos 3a de fijación y las tuercas 3b de fijación en un estado en el que las puntas de las aletas 1b hacen contacto con la porción 2a de plato de la rueda 2. Como resultado, se generan unos espacios trapezoidales, que están definidos por el lado trasero de la porción 1a de plato del disco 1 de freno, las aletas 1b plurales dispuestas en dicho lado trasero, y la porción 2a de plato de la rueda 2.

En el disco 1 de freno de la presente invención, unos nervios trapezoidales 1c sobresalen y están dispuestos circunferencialmente, uno en cada espacio, estando situados entre aletas 1b adyacentes y definidos por el lado trasero de la porción 1a de plato del disco 1 de freno y por la porción 2a de plato de la rueda 2. Los nervios 1c mostrados en las Figs. 1 y 2 están dispuestos en una posición intermedia en el sentido del radio del disco 1 de freno.

En una posición circunferencialmente intermedia de cada nervio 1c, se proporciona una ranura trapezoidal 1d con una profundidad en una dirección desde la cara del nervio 1c, enfrentada a la rueda, hacia el lado trasero de la porción 1a de plato del disco de freno. La provisión de estas ranuras 1d permite suprimir la deformación del disco 1 de freno causada por el calor de fricción.

35 De acuerdo con los resultados de los experimentos y los análisis efectuados por los presentes inventores, cuando el disco de freno está fijado a la rueda 2, resulta preferible que un área de las aberturas, que están identificadas en los espacios generados entre la porción 1a de plato, las aletas 1b y los nervios 1c del disco 1 de freno y la porción 2a de plato de la rueda 2, vistos desde el lado interior de la periferia del disco 1 de freno, a saber, un área de sección total de las ranuras 1d, cada una de las cuales está abierta en una vista seccionada circunferencial y longitudinalmente del nervio 1c, en una vista tomada por la línea A-A, tal como se muestra en las Figs. 1(c) y 2(c), no es superior a 7000 mm².

La razón es que, en la relación entre una frecuencia central que ha sido sometida a un procesamiento de bandas de 1/3 de octava y a un nivel de ruido durante un desplazamiento a 360 km por hora, tal como se muestra en la Fig. 6, puede reducirse en gran medida el ruido aerodinámico en la banda de frecuencia de 800 a 1250 Hz en términos de la frecuencia central, en el caso en el que el área abierta total de las ranuras 1d sea 7000 mm².

Para confirmar el efecto de reducción del ruido, se evaluó la cantidad de flujo de aire que pasa a lo largo del lado trasero del disco 1 de freno al girar la rueda 2 a 2220 rpm, determinado por el diámetro (860 mm) de la rueda 2, mediante análisis de fluidos para cada Ejemplo mostrado en la siguiente Tabla 1, suponiendo un desplazamiento a 360 km por hora. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis de elementos finitos en una condición equivalente a aplicar los frenos de emergencia tres veces durante el desplazamiento a 360 km/h, y se evaluó el grado de deformación del disco 1 de freno.

El disco de freno en cuestión es un disco de acero forjado para el Shinkansen, con un diámetro interior de 444 mm,

un diámetro exterior de 720 mm, y una longitud de 47,5 mm medida desde la superficie de fricción hasta la porción de contacto con la rueda. El disco de freno tiene doce agujeros para perno de fijación, cuyos centros están en la circunferencia de un círculo de 580 mm de diámetro, y está fijado con doce pernos en posiciones circunferenciales separadas a intervalos iguales.

5 Con el fin de comparación, también se llevaron a cabo el análisis de fluidos y el análisis de elemento finito con respecto a un disco de freno sin nervios (Ejemplo Comparativo 1) y un disco de freno (Ejemplo Comparativo 2) con la forma mostrada en la Fig. 10 formado sin ranuras en las posiciones circunferencialmente intermedias de los nervios. Se confirmaron los efectos de los Ejemplos 1 a 7 de acuerdo con la presente invención, que tienen nervios con la forma mostrada en la Fig. 1 o la Fig. 2.

10 [Tabla 1]

Tabla 1

	Área abierta total (mm ²)	L1/L2	Coefficiente de cantidad de flujo de aire	Coefficiente de alabeo	Nota
Ejemplo 1	3000	0,2	0,15	1,14	Fig. 2
Ejemplo 2	3000	0,25	0,16	1,14	Fig. 2
Ejemplo 3	3000	0,4	0,15	1,14	Fig. 2
Ejemplo 4	3000	0,5	0,16	1,14	Fig. 2
Ejemplo 5	3000	1	0,14	1,06	Fig. 1
Ejemplo 6	4600	1	0,24	1,05	Fig. 1
Ejemplo 7	7000	1	0,36	1,05	Fig. 1
Ejemplo comparativo 1	20000	-	1,00	1,00	Sin nervio
Ejemplo comparativo 2	3000	-	0,17	1,16	Fig. 10

15 La Fig. 7 es un diagrama que muestra la relación entre una relación de profundidad de una ranura formada en cada nervio ((profundidad L1 de la ranura 1d en una dirección desde la cara del nervio 1c enfrentada a la rueda hacia el lado trasero de la porción 1a de plato) / (altura L2 del nervio 1c desde la cara del mismo enfrentada a la rueda hacia el lado trasero de la porción 1a de plato)) y la cantidad de aire que pasa, que se obtiene mediante un procedimiento de análisis de fluidos.

20 Por la Fig. 7 resulta evidente que en los ejemplos 1 a 5, cada uno con la misma área abierta total, la cantidad de aire que pasa es casi constante independientemente de las relaciones de profundidad (L1/L2) de las ranuras provistas en los nervios. Dado que la cantidad de aire que pasa claramente afecta al grado de disminución del ruido aerodinámico tal como se muestra en la Fig. 3, resulta aparente a partir de la relación mostrada en la Fig. 7 que el nivel de ruido aerodinámico deberá ser también aproximadamente el mismo.

25 La Fig. 8 es un diagrama que muestra los resultados de evaluación del grado de deformación del disco de freno, obtenidos con el uso de un análisis mediante un procedimiento de elementos finitos. Por la Fig. 8 se observa que los ejemplos 1 a 5, siendo ambos casos en los que las ranuras desarrolladas en la dirección desde la cara enfrentada a la rueda hacia el lado trasero de la porción de plato, en porciones intermedias de los nervios, presentan una menor deformación del disco en comparación con el Ejemplo Comparativo 2, incluso cuando, al tener nervios, el área abierta total debería ser la misma.

30 Adicionalmente, cuando el área abierta total es la misma, el grado de deformación del disco de freno es particularmente pequeño en el Ejemplo 5, en el cual la relación de profundidad (L1/L2) de las ranuras formadas en los nervios es 1, comparado con los Ejemplos 1 a 4 en los cuales la relación de profundidad (L1/L2) no es superior a 0,5. A partir de este hecho, debe observarse que, en el caso de la presente invención, es preferible ajustar la profundidad L1 de la ranura para que no sea inferior a la mitad de la altura total L2 del nervio. También puede

reconocerse que es preferible ajustar la profundidad L1 de la ranura para que sea 0,8 veces, o más, superior a la altura general L2 del nervio.

Adicionalmente, a partir de los resultados obtenidos en los Ejemplos 6 y 7, se observa que incluso si el área abierta total de la ranura es diferente, puede obtenerse una baja deformación del disco de frenos mediante la formación, en una porción intermedia de cada nervio, de una ranura que se desarrolle desde la cara del nervio enfrentada a la rueda hacia el lado trasero de la porción de plato.

Como se muestra en la Fig. 3, el ruido aerodinámico apenas varía con un área abierta total no superior a 3000 mm². Por lo tanto, en los análisis de las Figs. 7 y 8, se ajustó el área de sección mínima principalmente a 3000 mm², de tal modo que se cambió la forma del nervio para su evaluación.

Como se muestra en los Ejemplos 6 y 7, al igual que en los Ejemplos 1 a 5, el grado de deformación del disco de freno se mantiene más bajo que en el Ejemplo Comparativo 2, incluso con un aumento del área abierta total. Esto es, se observa que es posible mantener un grado similar de deformación incluso si se cambia el área abierta total en función de un grado objetivo de disminución del ruido aerodinámico.

En un vehículo ferroviario de alta velocidad, no sólo el ruido aerodinámico generado durante el desplazamiento del vehículo, sino también un ruido del freno causado por la fricción entre el disco de freno y la guarnición de freno al frenar, se convierten en un problema. El ruido del freno es atribuible al hecho de que una vibración no estable, denominada vibración auto excitante, se desarrolla en el disco de freno debido a la fricción durante el frenado.

Por lo tanto, adicionalmente al análisis anterior, se prepararon modelos analíticos correspondientes a discos de freno con diversas relaciones de profundidad (L1/L2) de ranura, y luego se sometió cada uno de los mismos a un análisis de modo de vibración con el uso de un procedimiento de elementos finitos, seguido por una evaluación también con respecto al ruido del freno. La evaluación se efectuó de la siguiente manera. Se representó una relación de amortiguación de una vibración auto excitada, generada en cada modelo analítico, en términos de una relación con la relación de amortiguación de una vibración auto excitada generada en un modelo analítico sin nervios, y luego se efectuó una evaluación con la relación (índice de ruido) a modo de índice. Cuanto menor el índice de ruido, mayor la supresión del ruido de freno.

La Fig. 9 es un diagrama que muestra un resultado de una evaluación del ruido de frenado del disco de freno. Por el resultado mostrado en la misma figura, se observa que el ruido de freno se suprime mediante la provisión de nervios con o sin ranuras. También se reconoce que el ruido de freno se suprime mejor cuando la relación de profundidad (L1/L2) de la ranura del nervio está en el intervalo de 0,8 a 1 que en el caso del nervio sin ranuras (L1/L2=0).

A partir de lo anterior, resulta preferible ajustar la profundidad L1 de la ranura para que sea 0,8 veces, o más, superior a la altura general L2 del nervio para suprimir una deformación del disco de freno causada por calor de fricción, así como el ruido del freno.

Se da por hecho que la presente invención no está limitada a los ejemplos anteriores, y que la realización puede modificarse apropiadamente siempre y cuando la modificación esté dentro del alcance de la idea técnica descrita en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, en los casos mostrados en las Figs. 1 y 2, los nervios están situados en la posición radial casi intermedia del disco 1 de freno. Sin embargo, tal como se da a conocer en la Literatura de Patente 3, la posición radial de instalación del nervio no ejerce influencia alguna sobre la disminución del ruido aerodinámico, y la influencia de la misma sobre el grado de deformación del disco también es baja. Por lo tanto, también en la presente invención, la posición radial de instalación del nervio puede ajustarse en una posición interior o exterior de la periferia, en vez de en la posición radialmente intermedia, como la posición mostrada en las Figs. 1 ó 2.

Aunque en los casos mostrados en las Figs. 1 y 2, todas las puntas de los nervios 1c que no presentan las ranuras 1d están en contacto con la rueda 2, no es necesario que todas las puntas que no presentan las ranuras 1d estén en contacto con la rueda. Cuando las puntas de los nervios 1c no están en contacto con la rueda 2 y entre las puntas de los nervios y la rueda 2 están presentes unos huelgos, deberá definirse el área abierta total para que incluya los huelgos.

Adicionalmente, en los casos mostrados en las Figs. 1 y 2, aunque los lados opuestos no paralelos de la ranura trapezoidal 1d formada en una posición circunferencialmente intermedia de cada nervio 1c sean paralelos a unos correspondientes lados del nervio 1c, no precisan ser necesariamente paralelos. La forma de cada ranura 1d no está limitada a la forma trapezoidal, sino que puede tener, por ejemplo, la forma de un rectángulo.

Aplicabilidad Industrial

La presente invención no sólo es aplicable a un disco de freno para un vehículo ferroviario sino también a un disco de freno para automóviles y motocicletas.

Lista de Signos de Referencia

- 5 1: disco de freno, 1a: porción de plato, 1b: aleta, 1c: nervio, 1d: ranura, 2: rueda, 2a: porción de plato, 2b: porción de llanta, 2c: porción de cubo, 3a: perno de fijación, 3b: tuerca de fijación.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un disco (1) de freno para un vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención, en el cual se proporciona una porción (1a) de plato con forma de anillo, con un lado delantero que sirve como superficie de fricción, y una pluralidad de aletas (1b) sobresalen y están dispuestas radialmente sobre el lado trasero de dicha porción de plato, estando configurada dicha porción de plato para su fijación a una rueda, **caracterizado porque**
- entre las aletas (1b) adyacentes se proporciona un nervio (1c), y
- una ranura (1d) que se desarrolla en la dirección desde una cara de dicho nervio (1c), enfrentada a la rueda, hacia el lado trasero de dicha porción (1a) de plato está dispuesta en una porción circunferencialmente intermedia de dicho nervio (1c).
- 10 2.- Un disco de freno para un vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la relación (L1/L2) entre una profundidad L1 de una ranura y una altura L2 de un nervio está en el intervalo de 0,5 a 1, siendo la profundidad en la dirección desde la cara de dicho nervio (1c), enfrentada a la rueda, hacia el lado trasero de dicha porción (1a) de plato, siendo la altura del nervio desde la cara de dicho nervio (1c), enfrentada a la rueda, hasta el lado trasero de dicha porción (1a) de plato.
- 15 3.- Un disco de freno para un vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado porque** un área total de aberturas, cada una formada por una ranura (1d) en una sección circunferencial en el sentido longitudinal de dicho nervio, no es superior a 7000 mm² en un estado en el que el disco (1) de freno está fijado a la rueda (2).
- 20 4.- Un disco de freno para un vehículo ferroviario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las puntas de las aletas (1b) están configuradas para hacer contacto con una porción (2a) de plato de la rueda (2).
- 5.- Un disco de freno para un vehículo ferroviario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los nervios (1c) son trapezoidales y están dispuestos circunferencialmente.
- 25 6.- Un conjunto de disco de freno y rueda para un vehículo ferroviario que comprende un disco (1) de freno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, estando el disco (1) de freno fijado a la rueda (2).
- 7.- Un conjunto de disco de freno y rueda de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el disco (1) de freno pertenece a una pareja de discos (1) de freno que están dispuestos para emparedar una porción (2a) de plato de la rueda (2).

FIG. 1

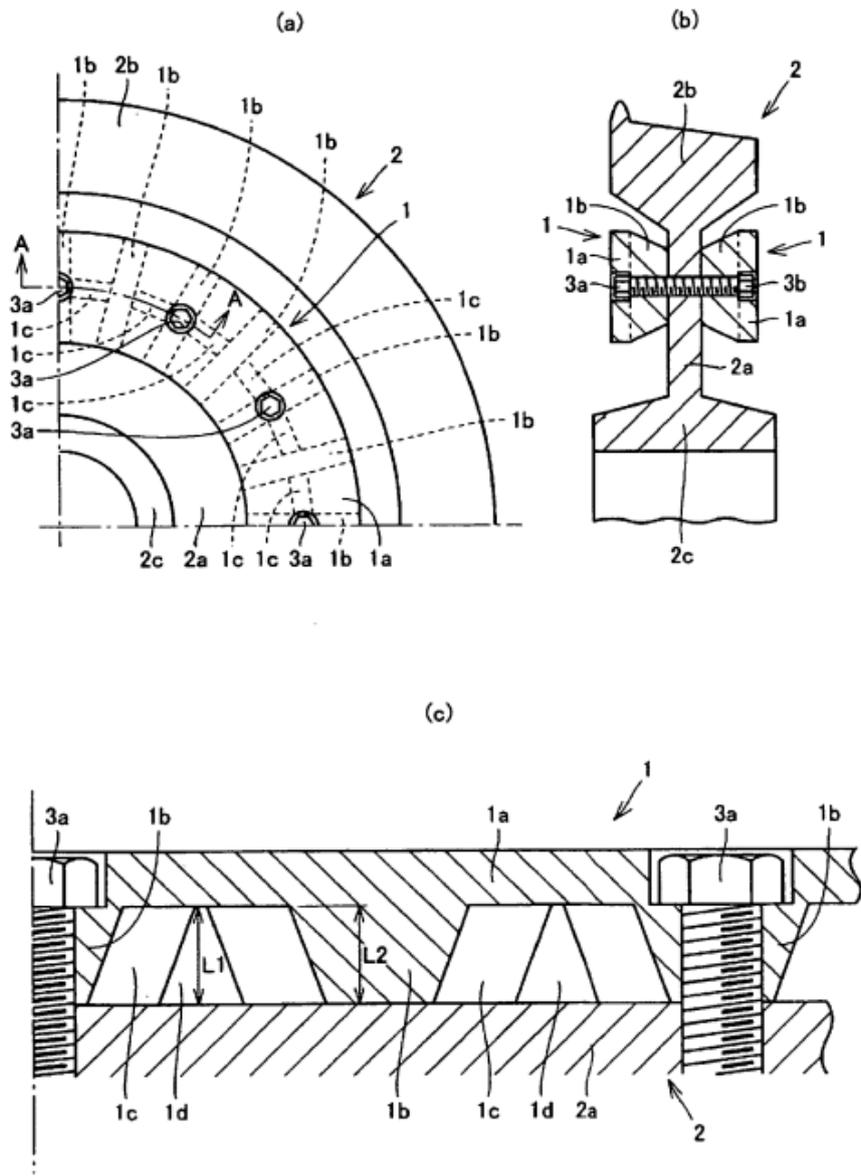


FIG. 2

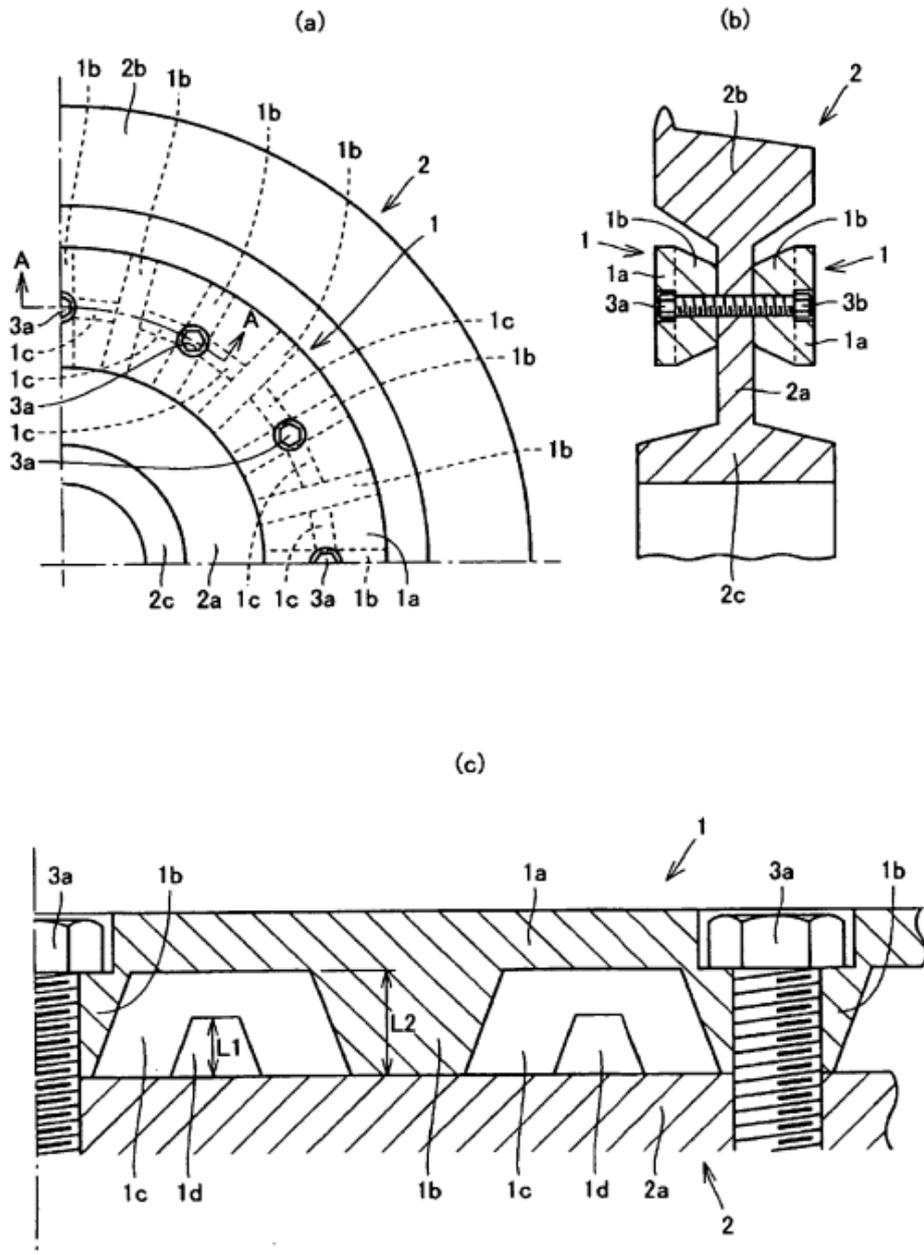


FIG. 3

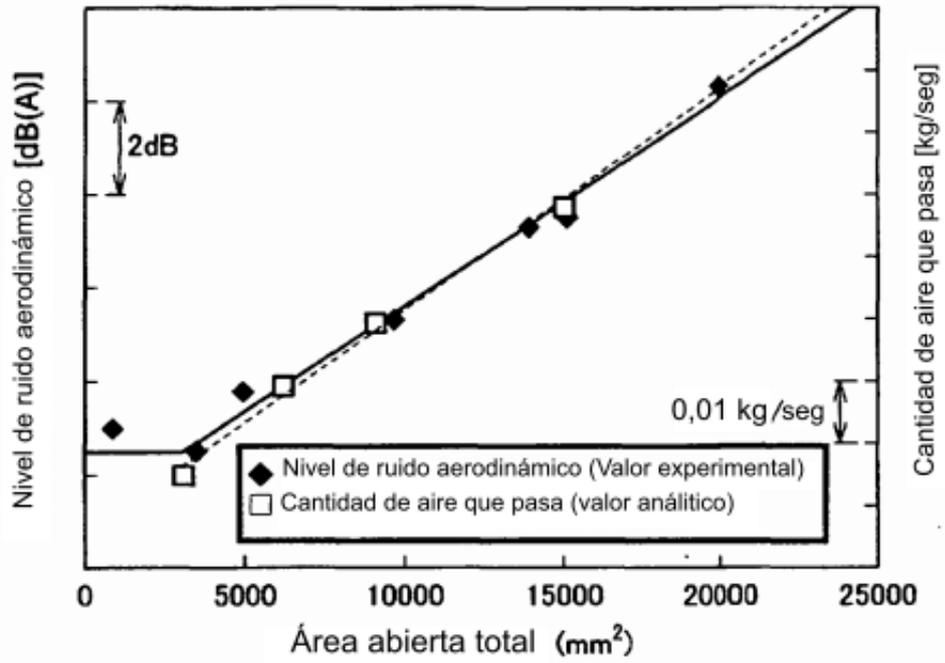


FIG. 4

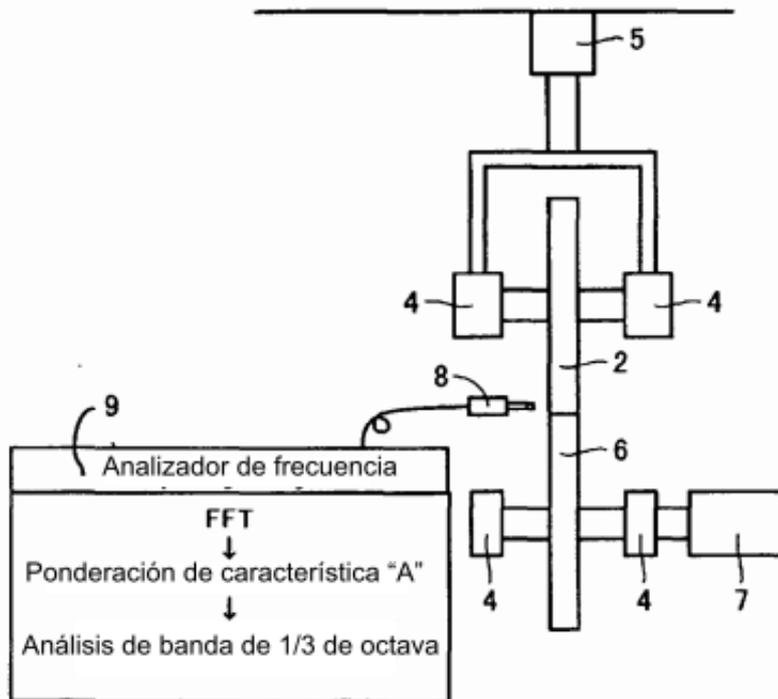


FIG. 5

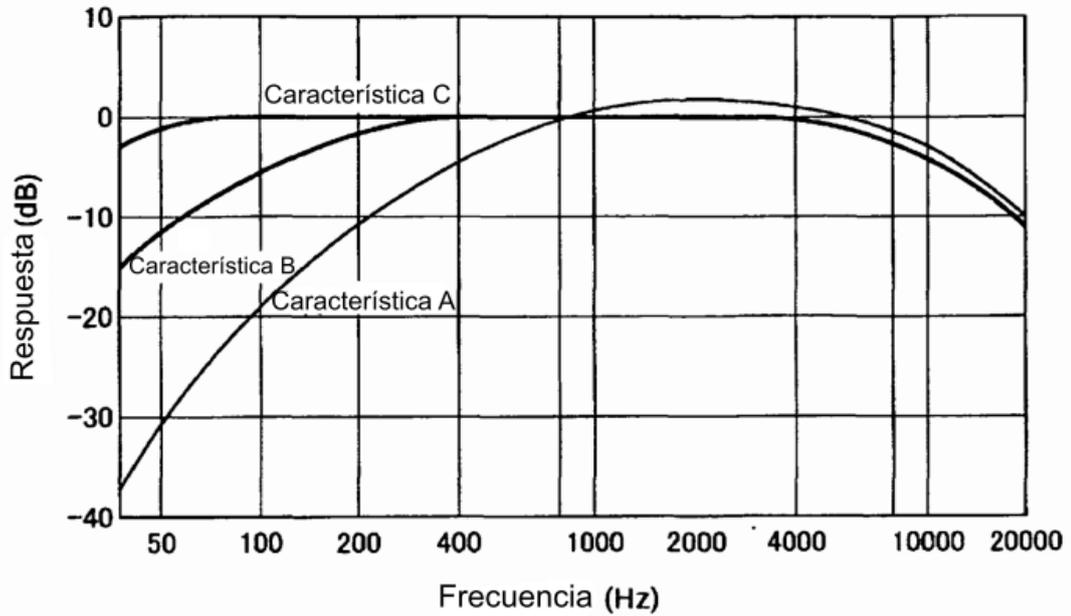


FIG. 6

Característica de frecuencia [360km/h]

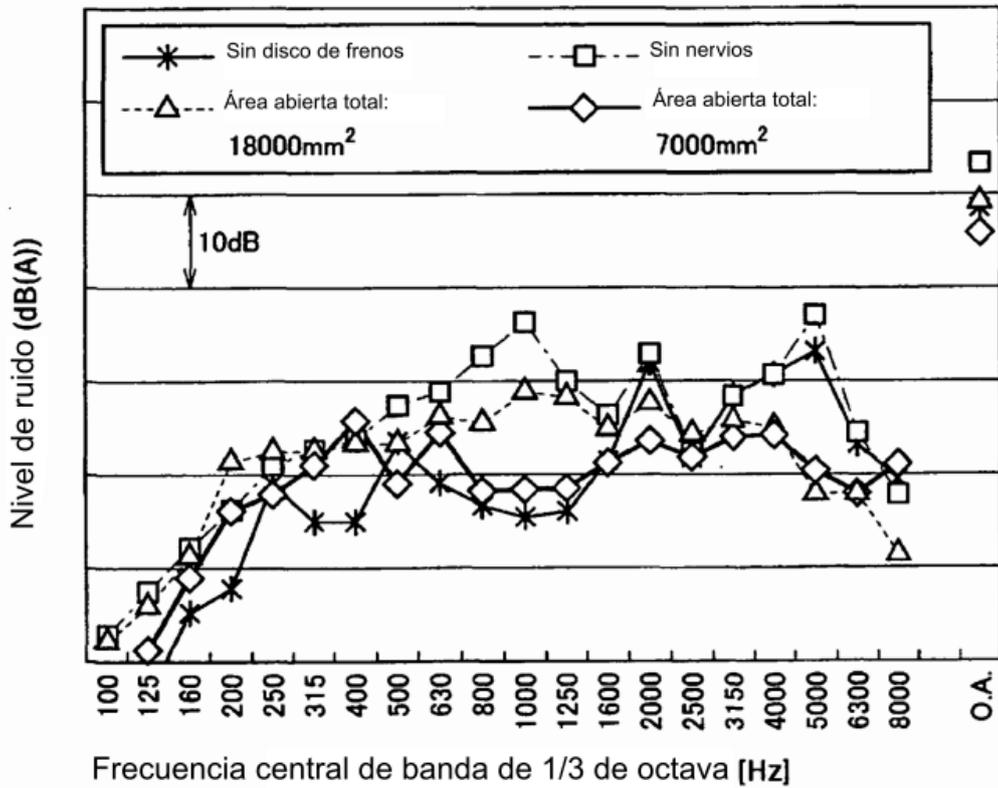


FIG. 7

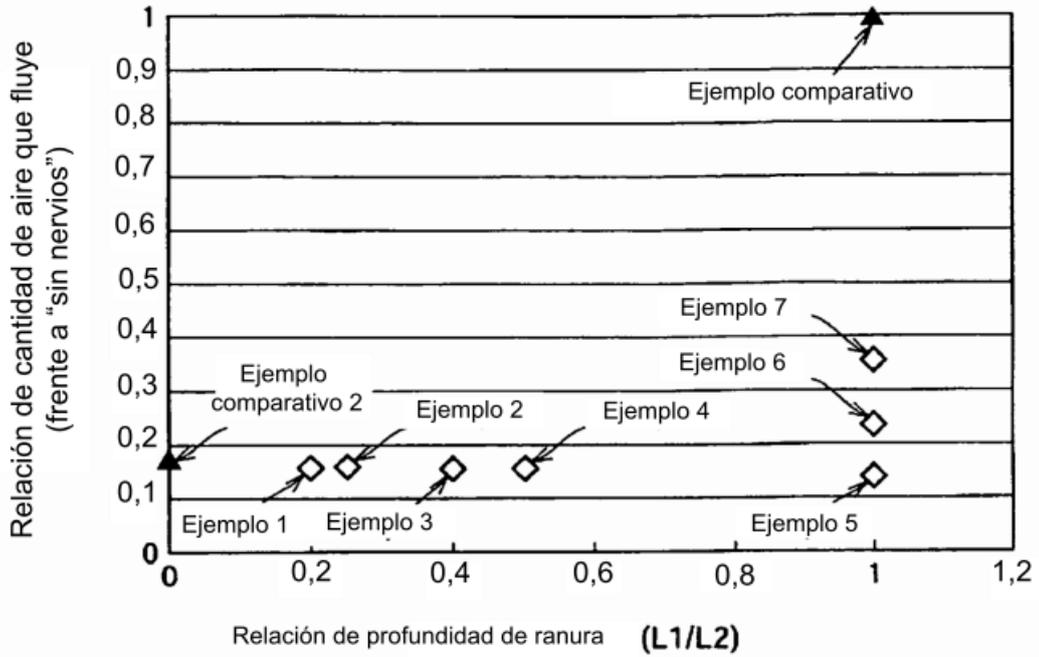


FIG. 8

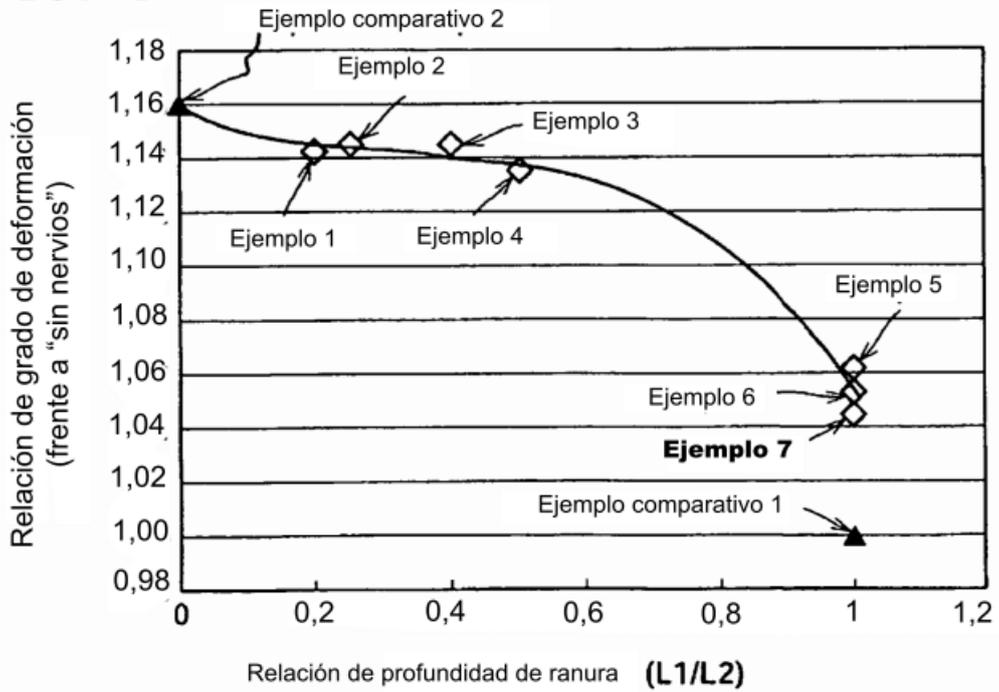


FIG. 9

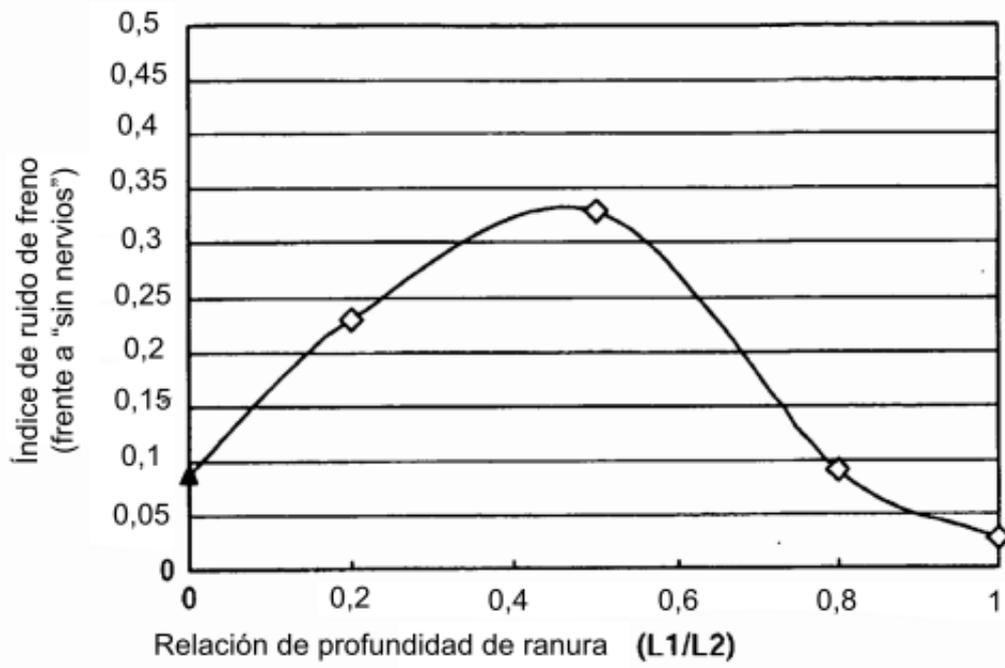


FIG. 10

