

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 614**

51 Int. Cl.:
B60C 11/04 (2006.01)
B60C 11/13 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08720751 .0**
96 Fecha de presentación: **19.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2127909**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54 Título: **Cubierta neumática**

- 30 Prioridad:
19.02.2007 JP 2007037731
22.02.2007 JP 2007042684
01.03.2007 JP 2007051765
22.06.2007 JP 2007165474
29.06.2007 JP 2007172514
09.10.2007 JP 2007263611
- 45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.10.2012
- 45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.10.2012

- 73 Titular/es:
BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)
10-1, Kyobashi 1-chome Chuo-ku
Tokyo 104-8340 , JP
- 72 Inventor/es:
TAKAHASHI, FUMIO;
FUJIWARA, SHU;
NAGAI, SHU;
SAGUCHI, TAKANARI;
OCHI, NAOYA y
KIWAKI, YUKIHIRO
- 74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 389 614 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

Cubierta neumática

Campo técnico

5 El invento presente se refiere a una cubierta neumática que tiene una célula de resonancia para suprimir la resonancia de tubo de un surco circunferencial.

Técnica anterior

10 En años recientes, conforme los vehículos en general se han ido haciendo relativamente silenciosos, los ruidos de los vehículos causados por el giro de las cubiertas neumáticas con carga ejercida sobre ellas se han convertido en consecuencia en un gran factor de ruidos de vehículos, y existe una demanda para reducir dichos ruidos causados por un neumático. Los ruidos de los neumáticos a una frecuencia relativamente alta, en particular, alrededor de los 1.000 Hz han sido una causa principal del ruido exterior de los vehículos y existe también una demanda para reducir ruidos de los neumáticos, debido a cuestiones ambientales.

15 Los ruidos de los neumáticos alrededor de los 1.000 Hz son generados principalmente debido a un sonido de resonancia de tubo. Un sonido de resonancia de tubo es un ruido generado por la resonancia del aire dentro de un tubo definido por un surco circunferencial que se extiende continuamente en la dirección circunferencial del neumático en una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura y una superficie de carretera. En los vehículos en general, se genera normalmente un ruido columnar dentro del margen de 800 a 1.200 Hz y un ruido columnar dentro de este margen de frecuencias constituye, debido a un nivel de presión sonora de pico relativamente alto y un margen de frecuencias relativamente amplio, la mayor parte de los ruidos generados por una cubierta neumática.

20 Además, ya que el oído humano es especialmente sensible a los ruidos dentro de un margen de frecuencias de alrededor de los 1.000 Hz (característica A), reducir un sonido de resonancia de tubo en el anteriormente mencionado margen de frecuencias es efectivo en términos de mejorar el silencio percibido por los ocupantes durante el rodaje de un vehículo.

25 Por tanto, para reducir dicho sonido de resonancia de un tubo como se ha descrito anteriormente, se disminuye generalmente el número de provisión y/o el volumen del surco circunferencial. Además, como uno de los métodos para reducir un sonido de resonancia de tubo, se ha propuesto una técnica, en la que se dispone un resonador para que se abra al surco circunferencial y termine en una porción de tierra y de esta manera constituya un resonador del tipo Helmholtz que incluye una abertura de porción de célula de resonancia hacia una región de contacto con el suelo y una porción de "siping", o difusor de aire, para hacer que la porción de célula de resonancia se comunique con el surco circunferencial, para absorber la energía de un sonido de resonancia de tubo alrededor de la frecuencia de resonancia (por ejemplo, según los documentos JP 05-338411, JP 2000-118207 y JP 2001-191734). Otros ejemplos del método propuesto para reducir un sonido de resonancia de tubo incluyen hacer que disminuya un sonido de resonancia de tubo usando una antirresonancia en un surco lateral largo dispuesto de tal manera que sólo un extremo de éste se abre al surco circunferencial y el otro extremo termina en una porción de tierra, como se describe en el documento WO 04/103737. Además, en general, como una técnica para asegurar buenas propiedades de drenaje incluso en un neumático desgastado, se ha practicado conformar una sección de un "sipe", o difusor, con una forma similar a una botella. Se llama la atención sobre el documento EP 1.964.691 cuyo contenido es pertinente solamente con respecto a la novedad del invento presente y no respecto a su actividad inventiva, y al documento JP-10 006714A.

Descripción del invento

45 Sin embargo, en la técnica anterior descrita anteriormente, la porción de siping está diseñada para tener una anchura de abertura constante en toda su longitud desde el surco circunferencial hasta la porción de célula de resonancia. En esta estructura, la rigidez de una porción de tierra en la que la porción de siping está formada es mayor en el lado de la porción de célula de resonancia de ella que llega hasta la porción de célula de resonancia y está rodeada por una porción de tierra que por el lado del surco circunferencial de ella que llega hasta el surco circunferencial que se extiende en la dirección circunferencial. Se conoce que cuanto mayor es la diferencia de la rigidez de la porción de tierra entre los dos lados descritos anteriormente más fuertes son unos sonidos estridentes que se producen cuando la porción de tierra está en contacto con el suelo. Por tanto, existe una demanda para suprimir un sonido estridente causado por la diferencia de rigidez descrita anteriormente.

50 El invento presente ha sido realizado a la vista de los problemas descritos anteriormente, y un objetivo del mismo es proporcionar un neumático que sea capaz de suprimir ruidos estridentes durante el rodaje de un neumático, sin sacrificar un efecto de reducción de un sonido de resonancia de tubo.

55 Para conseguir el objetivo anteriormente mencionado, una cubierta neumática del invento presente que tiene: un surco circunferencial que se extiende continuamente en la dirección circunferencial del neumático en una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura; y un resonador dispuesto en una porción de tierra y constituido

por una porción de célula de resonancia abierta a una región de contacto con el suelo en una posición separada del surco circunferencial y una porción de siping para hacer que la porción de célula de resonancia se comunice con el surco circunferencial, **se caracteriza porque** se ha diseñado una anchura de abertura de la porción de siping en la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura para que cambie escalonadamente en la dirección longitudinal de ésta de tal manera que la abertura de la anchura es relativamente estrecha en el lado del surco circunferencial y relativamente ancha en el lado de la porción de célula de resonancia, y porque la porción de célula de resonancia termina en la porción de tierra sin comunicación con otro surco circunferencial adyacente. En general, en un caso en el que la porción de siping tiene una anchura de abertura constante en la dirección longitudinal de ésta, la rigidez de la porción de tierra cerca del siping es menor en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia, por lo que se genera un ruido estridente debido a la diferencia de rigidez entre los dos lados de la porción de tierra cuando la porción de siping es puesta en contacto con el suelo durante el giro del neumático con carga ejercida sobre él. De acuerdo con el invento presente, sin embargo, diseñando la anchura de la abertura de la porción de siping abierta a una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura para que sea más ancha en el lado de la célula de resonancia que en el lado del surco circunferencial de ella, se reduce la diferencia de rigidez de la porción de tierra cerca de la porción de siping entre los dos lados de ella, para que puedan ser suprimidos los sonidos estridentes causados por la diferencia de rigidez. En el invento presente la expresión "surco circunferencial" representa no solamente un surco que se extiende linealmente a lo largo de la dirección circunferencial del neumático sino también un surco que se extiende en la dirección circunferencial del neumático haciendo zigzag u ondulaciones para formar un surco circunferencial completo.

El tipo del resonador no está particularmente limitado. Por ejemplo, el resonador puede ser un resonador del tipo Helmholtz. En este caso, la fórmula para obtener la frecuencia de resonancia f_0 se expresa como se muestra a continuación, dado que el resonador tiene una forma como se muestra en la Figura 1 y el radio, la longitud y el área seccional del siping 2, el volumen de la célula de resonancia 3 y la velocidad del sonido se expresan como r , l_0 , S , V y c , respectivamente.

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{(l_0 + 1.3r)V}}$$

La corrección del extremo del siping 2 en la fórmula precedente se obtiene normalmente mediante experimentos y por tanto el valor de ésta varía dependiendo de las referencias. En el invento presente, se usa 1,3r como valor de corrección. En el invento presente, en un caso en el que una forma seccional del siping 2 no sea circular, se usa r calculada suponiendo que la sección del siping 2 debe tener una forma circular con la misma área seccional. De acuerdo con esto, la frecuencia de resonancia f_0 del resonador 1 puede ser cambiada según sea necesario seleccionando apropiadamente los valores del área seccional S del siping 2, el volumen V de la célula de resonancia 3 y similares.

Además, como se muestra en la Figura 2, la célula de resonancia 3 y el siping 2 del resonador 1 pueden ser considerados como un primer camino tubular 4 y un segundo camino tubular 5, respectivamente. Esto es, el resonador 1 puede ser diseñado como un resonador escalonado, o sea, como un camino tubular conectado formado conectando el primer camino tubular y el segundo camino tubular. En este caso, la frecuencia de resonancia f_0 puede ser obtenida como se muestra a continuación.

Siempre que un área seccional ortogonal a la dirección en la que se extiende el primer camino tubular sea S_1 , un área seccional ortogonal a la dirección en la que se extiende el segundo camino tubular sea S_2 , la impedancia acústica del primer lado del camino tubular 4 en el contorno sea Z_{12} , y la impedancia acústica en el lado del segundo camino tubular 5 en el contorno sea Z_{21} , se deduce la fórmula siguiente a partir de la condición de continuidad.

$$Z_{21} = (S_2/S_1) \cdot Z_{12}$$

Se obtiene la presión sonora P_2 en una posición del segundo camino tubular 5, cuya posición está separada de la porción del segundo camino tubular abierto al surco circunferencial por una distancia x , mediante la fórmula siguiente, siempre que las condiciones de contorno sean: $V_2 = V_0 e^{j\omega t}$ cuando $x = 0$; y $P_2/V_2 = Z_2$ cuando $x = l_2$,

$$P_2 = Z_s \cdot \{Z_{21} \cos(k(l_2 - x)) + jZ_c \sin(k(l_2 - x))\} / \{Z_c \cos(kl_2) + jZ_{21} \sin(kl_2)\} \cdot V_0 e^{j\omega t}, \text{ (téngase en cuenta que } k = 2\pi f_0/c \text{)}$$

en la que V_2 representa la distribución de la velocidad de la partícula del segundo camino tubular 5, V_0 representa la velocidad de la partícula en el punto de entrada, j representa la unidad imaginaria y Z_c representa ρc (ρ : densidad del aire, c : la velocidad del sonido), respectivamente.

Se obtiene la presión sonora P_1 en el primer camino tubular 4 mediante la fórmula siguiente, siempre que las condiciones de contorno sean: $V_1 = 0$ cuando $x = l_1$; y $P_2/V_2 = Z_{21}$ cuando $x = l_2$,

$$P_1 = Z_s - \{Z_{21} \cos(k(l_2 - x)) / \cos(kl_1)\} \cdot \{Z_c \cos(kl_2) + jZ_{21} \sin(kl_2)\} \cdot V_0 e^{j\omega t}$$

De acuerdo con esto, se deduce la fórmula de la condición de la frecuencia de resonancia f_0 como sigue a continuación, siempre que la condición de resonancia sea: $P_2 = 0$ cuando $x = 0$. La frecuencia de resonancia f_0 puede ser calculada seleccionando k , l_1 , l_2 , S_2 , S_1 , c , basándose en esta fórmula de condición de resonancia.

$$\tan(kl_1)\tan(kl_2) - (S_2/S_1) = 0$$

- 5 Además, es preferible que, siempre que la longitud en la dirección circunferencial del neumático y la longitud en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia del resonador sean L_3 y L_4 , respectivamente, L_4 no sea mayor que L_3 .

10 Y aún más, la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura tiene dispuesta de preferencia al menos un surco de hombro que se extiende desde el surco circunferencial hacia el lado exterior en la dirección a lo ancho del neumático hasta una posición más allá de un extremo de contacto con el suelo de la banda de rodadura.

15 Y aún más, es preferible que el área seccional de una cara de la porción de célula de resonancia, cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de célula de resonancia, sea mayor que el área seccional de una cara de la porción de siping, cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de siping, y que la porción de siping tenga en el lado del fondo del surco de ella una porción ampliada que tenga una anchura del surco mayor que la anchura de la abertura de la porción de siping. En el invento presente, una "anchura del surco" representa una longitud medida de una anchura seccional en una sección de la porción de siping, cuya sección es ortogonal a la dirección en la que el siping se extiende y la "dirección en la que se extiende el siping" representa una dirección en la que se extiende el siping que se extiende desde el surco circunferencial hacia la porción de célula de resonancia.

20 Y aún más, un área seccional de una cara de la porción de célula de resonancia, cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de célula de resonancia, es mayor que un área seccional de una cara de la porción de siping, cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de siping, y que la profundidad de la porción de célula de resonancia no es mayor que el ancho de la porción de célula de resonancia en la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura. En el invento presente, una "profundidad de la porción de célula de resonancia" representa una distancia en la dirección radial del neumático desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta el fondo del surco de la porción de célula de resonancia y una "anchura de la porción de célula de resonancia" representa una anchura en la dirección ortogonal a la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia, esto es, la anchura en la dirección lateral. Deberá entenderse que la longitud de la porción de célula de resonancia representa la longitud en la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia.

30 Y aún más, se prefiere que el neumático comprenda además: una hilera al menos de porciones de tierra similares a nervaduras adyacentes al surco circunferencial, en las que están dispuestos una pluralidad de los resonadores a lo largo de la dirección circunferencial del neumático en la porción de tierra similar a una nervadura, y que cada resonador tenga un primer extremo y un segundo extremo que definan una longitud en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia, la porción de siping se extiende desde el segundo extremo del resonador en el sentido hacia fuera desde el primer extremo del resonador, y el primer extremo de un resonador y el segundo extremo de otro resonador adyacente al primer resonador en la dirección circunferencial del neumático están alineados entre sí según la misma línea en la dirección a lo ancho del neumático.

40 Y aún más, es preferible que, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, la porción de célula de resonancia de un resonador se superponga al menos parcialmente a la porción de siping de otro resonador adyacente al primer resonador en la dirección circunferencial del neumático.

Y aún más, es preferible que el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia disminuya gradualmente hacia el primer extremo del resonador.

45 De acuerdo con el invento presente, ya que se diseña la anchura de la abertura de la porción de siping en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura para que cambie en la dirección longitudinal de la porción de siping de tal manera que la anchura de la abertura sea relativamente pequeña por el lado del surco circunferencial y relativamente grande por el lado de la porción de célula de resonancia del siping, o sea, el área de la porción de tierra es hecha mayor en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia, la rigidez de la porción de tierra, que es inferior en el lado del surco circunferencial que en la porción de célula de resonancia si el siping fuera a tener una anchura de abertura constante en la dirección longitudinal del mismo, puede ser diseñada sin mucha diferencia entre el lado del surco circunferencial y el lado de la porción de célula de resonancia, con lo que pueden suprimirse sonidos estridentes.

Descripción breve de los dibujos

La Figura 1 es una vista que muestra esquemáticamente un resonador del tipo Helmholtz.

55 La Figura 2 es una vista que muestra esquemáticamente un resonador del tipo escalonado.

La Figura 3 es una vista en planta que muestra una superficie de contacto con el suelo de un neumático representativo de acuerdo con el invento presente.

La Figura 4 es una vista en planta de un resonador del neumático mostrado en la Figura 3.

La Figura 5 es una vista seccional de un resonador del neumático mostrado en la Figura 3.

- 5 Las Figuras 6(a) y 6(b) son vistas en planta de resonadores de otros neumáticos de acuerdo con el invento presente, respectivamente.

La Figura 7 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático de acuerdo con el invento presente.

- 10 Las Figuras 8(a) y 8(b) son vistas en planta en las que cada una muestra una porción de la abertura de la porción de célula de resonancia.

La Figura 9 es una vista en perspectiva parcial de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 10 es una vista seccional del neumático de la Figura 9, cortado a lo largo de la línea Y - Y de la Figura 9.

La Figura 11 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 15 La Figura 12 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 13 es una vista en planta que muestra una porción de abertura de la porción de célula de resonancia.

La Figura 14 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 20 La Figura 15 es una vista en perspectiva de una parte de la porción de rodadura del neumático mostrado en la Figura 14.

La Figura 16 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 25 La Figura 17 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 18 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 19 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 30 La Figura 20 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 21 es una vista seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia y de sus inmediaciones mostradas en la Figura 20.

- 35 La Figura 22 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 23 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 24 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 40 La Figura 25 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 26 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 45 La Figura 27 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 28 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 29 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

- 5 La Figura 30 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

La Figura 31 es una vista en planta que muestra un resonador de un neumático del Ejemplo Comparativo.

La Figura 32 es un gráfico que muestra un resultado de la medición del ruido.

- 10 La Figura 33 es una vista esquemática que muestra una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura de un neumático de Ejemplo.

La Figura 34 es una vista esquemática que muestra una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura de un neumático de Ejemplo.

La Figura 35(a) es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de un neumático de Ejemplo.

- 15 La Figura 35(b) es una vista de una sección de la porción de siping en la dirección ortogonal a la dirección en la que éste se extiende, de un neumático de Ejemplo.

La Figura 36(a) es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de un neumático de Ejemplo.

La Figura 36(b) es una vista de una sección de la porción de siping en la dirección ortogonal a la dirección en la que éste se extiende, de un neumático de Ejemplo.

- 20 La Figura 37 Es una vista que muestra una pauta de rodadura de un neumático de Ejemplo de acuerdo con el invento presente.

La Figura 38(a) es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de un neumático de Ejemplo.

La Figura 38(b) es una vista que muestra el cambio, en el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de una porción de tierra similar a una nervadura de la Figura 38(a), a lo largo de la circunferencia del neumático.

- 25 La Figura 39 es una vista en planta a escala ampliada que muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de un neumático de Ejemplo.

Explicación de los números de referencia

- 1 Resonador
- 2 Porción de siping
- 30 3 Porción de célula de resonancia
- 4 Primer camino tubular
- 5 Segundo camino tubular
- 6 Porción de tierra
- 7 Surco circunferencial
- 35 8a Porción de porción de siping en el lado del surco circunferencial
- 8b Porción de porción de siping en el lado de la porción de célula de resonancia
- 9 Porción de tierra del hombro
- 10 Porción de tierra central
- 11 Porción de tierra central
- 40 12 Fondo del surco de la porción de célula de resonancia
- 13 Proyección

- 14 Extremo de contacto con el suelo de la banda de rodadura
- 15 Surco de hombro
- 16 Porción de tierra en el lado interior en la dirección a lo ancho del neumático del surco circunferencial
- 17 Porción ampliada
- 5 18 Porción de la anchura del surco constante
- 19 Porción de pared de la porción de célula de resonancia
- 20 Piedra o grava
- 21 Dirección en la que se extiende la porción de pared de la porción de célula de resonancia
- 22 Línea normal a la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura
- 10 23 Porción de tierra similar a una nervadura
- 24 Primer extremo
- 25 Segundo extremo
- 26 Extremo de abertura

Mejor modo de realizar el invento

15 Se describe un neumático de una realización del invento presente haciendo referencia a los dibujos. La Figura 3 es una vista en planta que muestra una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura de una cubierta neumática representativa de acuerdo con el invento presente (de aquí en adelante se hará referencia a dicha cubierta neumática denominándola simplemente “neumático”), ensamblada en una llanta prescrita y en un estado en el que el neumático está inflado a la presión de aire máxima y al que se le aplica una masa correspondiente a su capacidad de carga máxima. La Figura 4 es una vista en planta de un resonador del neumático mostrado en la 20 Figura 3. La Figura 5 es una vista seccional de la línea L – N del resonador de la Figura 4, cortado a lo largo de la dirección a lo ancho de su línea central LN. Las Figuras 6(a) y 6(b) son vistas en planta de resonadores de otros neumáticos de acuerdo con el invento presente, respectivamente. La Figura 7 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático de acuerdo con el invento presente, ensamblado en una llanta prescrita y en un estado estándar en el que el neumático está inflado a la presión de aire máxima y se ejerce sobre él una carga correspondiente al 80% de la masa prescrita. Las Figuras 8(a) y 8(b) son vistas en planta en las que cada una muestra una porción de abertura de la porción de célula de resonancia. La Figura 9 es una vista en perspectiva parcial de otro neumático más de acuerdo con el invento presente. La Figura 10 es una vista seccional del neumático de la Figura 9, cortado a lo largo de la línea Y – Y de la Figura 9. La Figura 11 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente. La 30 Figura 12 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente. La Figura 13 es una vista en planta que muestra una porción de abertura de la porción de célula de resonancia. La Figura 14 es una vista de un desarrollo de una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente. La Figura 15 es una vista en perspectiva de una parte de una porción de rodadura del neumático mostrado en la Figura 14. Las Figuras 16 a la 18 son vistas en perspectiva en las que cada una muestra una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente. Las Figuras 19, 20 y de la 22 a la 24 son vistas de desarrollos en las que cada de ellas muestra una parte de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente. La figura 21 es una vista seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia mostrada en la Figura 20. 40 Las Figuras 25 a la 30 son vistas en planta a escala ampliada en las que cada una muestra, de una manera ampliada, una parte principal de una porción de rodadura de otro neumático más de acuerdo con el invento presente.

En el invento presente, una “llanta prescrita” representa una llanta prescrita según las Normas descritas a continuación, “la presión de aire máxima” representa la presión de aire prescrita de acuerdo con la capacidad de 45 carga máxima según las Normas descritas a continuación, una “presión de aire prescrita” representa la presión de aire prescrita de acuerdo con la capacidad de carga máxima según las Normas descritas a continuación, “la capacidad de carga máxima” representa la masa máxima que se permite que sea ejercida sobre un neumático de acuerdo con las Normas descritas a continuación, y una “masa prescrita” representa la capacidad de carga máxima mencionada anteriormente. En el invento presente, el “aire” puede ser reemplazado por un gas inerte tal como gas de hidrógeno, u otro similar. 50

En el invento presente, un “Standard” representa una norma determinada por una norma industrial efectiva en una región donde el neumático es producido o usado. Ejemplos de dicha norma como se ha descrito anteriormente incluyen “YEAR BOOK” de THE TIRE AND RIM ASSOCIATION, INC. de los Estados Unidos, “STANDARDS

MANUAL” de The European Tyre and Rim Technical Organisation de Europa y “JATMA YEAR BOOK” de The Japan Automobile Tyre Manufacturera Association, Inc. del Japón.

5 El neumático de acuerdo con el invento presente mostrado en la Figura 3 tiene: un surco circunferencial 7 que se extiende continuamente en la dirección circunferencial del neumático de una superficie de contacto con el suelo 6 de una porción de rodadura; y un resonador 1 dispuesto en una porción de tierra 6 y que está constituido por una porción de célula de resonancia 3 abierta al surco circunferencial 7 y abierta también a una superficie de contacto con el suelo en una posición separada del surco circunferencial 7 y una porción de siping para hacer que la porción de célula de resonancia 3 se comunique con el surco circunferencial. La cubierta neumática del invento presente se caracteriza porque una anchura de la abertura de la porción de siping 2 ha sido diseñada para cambiar en la 10 dirección longitudinal, esto es, en una dirección a lo largo de la línea central LN determinada uniendo los puntos medios de los anchos del resonador 1. La Figura 4 es una vista seccional que muestra una porción de abertura del resonador 1. La Figura 5 es una vista seccional que muestra esquemáticamente una sección del resonador 1 cortada a lo ancho de la dirección de la línea central LN. En este ejemplo, el resonador 1 está constituido por la porción de célula de resonancia 3 que tiene un ancho W , una longitud L_1 y una profundidad D_1 y la porción de siping 2 tiene una longitud L_2 y una profundidad D_2 . La porción de siping 2 incluye una porción de ella 8a en el lado del surco circunferencial que tiene una anchura de abertura w_1 y una longitud m_1 y una porción de ella 8b en el lado de la porción de célula de resonancia que tiene una anchura de abertura w_2 y una longitud m_2 , en la que la anchura de la abertura w_1 es más pequeña que la anchura de la abertura w_2 . Aunque la anchura de la abertura de la porción de siping 2 cambia su longitud en el resonador 1 mostrado en la Figura 3 mediante dos escalones, la anchura de la 15 abertura del siping 2 puede ser aumentada gradualmente desde el lado del surco circunferencial hacia el lado de la porción de célula de resonancia, como se muestra en la Figura 6(a). Además, como se muestra en la Figura 6(b), la porción de siping 2 puede estar constituida por una porción que tenga una anchura de abertura constante por el lado del surco circunferencial y una porción en la que la anchura del surco aumenta gradualmente desde la porción de anchura de abertura constante mencionada anteriormente hacia el lado de la porción de célula de resonancia.

25 En general, en un caso en el que la anchura de la abertura de la porción de siping 2 sea constante, la rigidez de una porción de tierra cerca de la porción de siping es menor en el lado del surco circunferencial que en la porción de célula de resonancia de ella, por lo que los sonidos estridentes se generan debido a la distribución no homogénea de la rigidez de la porción de tierra y el ruido durante el desplazamiento de un vehículo llega a ser relativamente alto. Por tanto, haciendo que el ancho de la abertura del siping 2 sea relativamente pequeño en el lado del surco circunferencial y relativamente grande en el lado de la célula de resonancia como en el resonador 1 del neumático de acuerdo con el invento presente, la rigidez de la porción de tierra puede ser hecha sustancialmente homogénea 30 entre el lado del surco circunferencial y el lado de la porción de célula de resonancia de ella, con lo que se reduce la diferencia de rigidez entre los dos lados de la porción de tierra y así pueden reducirse los sonidos estridentes, generados cuando el neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él y es puesto en contacto con una superficie de carretera.

Además, se prefiere que, siempre que la longitud en la dirección circunferencial del neumático y la longitud en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia 3 del resonador 1 sean L_3 y L_4 , respectivamente, L_4 no sea mayor que L_3 . En el ejemplo mostrado en los dibujos, hay formados por demarcación del surco circunferencial 7: una porción de tierra del hombro 9 como una porción de tierra, situada en el lado más exterior del surco circunferencial situado en la posición más exterior en la dirección a lo ancho de una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura; una porción de tierra central 10 situada en el centro en la dirección a lo ancho del neumático; y una porción de tierra intermedia 11 entre la porción de tierra central 10 y la porción de tierra del hombro 9. El resonador 1 está dispuesto en la porción de tierra del hombro 9 y en la porción de tierra intermedia 11. En un caso en el que la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia 3 dispuesta en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura sea demasiado larga, una componente de borde del borde de la porción de célula de resonancia en una dirección que se extiende en la dirección a lo ancho del neumático es demasiado grande, por lo que aumenta la fuerza de frenado que actúa en la dirección circunferencial y aumenta la cantidad de desgaste de la porción de tierra. Sin embargo, en el neumático del invento presente descrito anteriormente, ajustando la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de la 40 porción de célula de resonancia 3 para que no sea mayor que la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático, la longitud en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia 3 y el componente de borde que se encuentra allí son hechos relativamente pequeños sin reducir el volumen de la porción de célula de resonancia 3, por lo que se puede suprimir la generación de fuerza de frenado y puede reducirse el desgaste en cierta cantidad.

55 En particular, la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia 3 dispuesta en la porción de tierra del hombro 9 es de preferencia no mayor que 0,75 veces la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático, para que el progreso del desgaste pueda ser suprimido con una efectividad adicional. En un caso en el que la forma seccional de la porción de célula de resonancia 3 cambie en la dirección de la profundidad, la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático y la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de abertura a la superficie del neumático, de la porción de célula de resonancia 3, son consideradas como la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático y la longitud L_4 en la dirección a lo 60 ancho del neumático de la porción de célula de resonancia 3, respectivamente.

Aunque la porción de abertura a la superficie del neumático, de la porción de célula de resonancia 3, del resonador 1 mostrada ejemplarmente en la Figura 7 tiene una forma rectangular que incluye un lado paralelo a la dirección circunferencial del neumático y que tiene una longitud L_3 y un lado paralelo a la dirección a lo ancho del neumático y que tiene una longitud L_4 , como se muestra en la Figura 8(a), la forma de la porción de abertura no está restringida a una forma rectangular y puede tener una forma elipsoidal o con otro contorno curvado. Alternativamente, la forma de la porción de abertura puede tener una forma poligonal tal como un tetragono. Cuando la porción de abertura de la célula de resonancia 3 tiene una forma general como se muestra en la Figura 8(b) y en la Figura 9, la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático y la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático (de la porción de abertura) de la porción de célula de resonancia 3 están definidas cada una como una longitud de proyección cuando la porción de abertura es proyectada sobre una línea en paralelo a la dirección circunferencial del neumático C o una longitud de proyección cuando la porción de la abertura es proyectada sobre una línea en paralelo a la dirección a lo ancho del neumático D.

La frecuencia de resonancia (f_0) del resonador 1 puede ser cambiada según sea necesario seleccionando la forma, dimensiones y características similares del resonador. Con el objeto de suprimir la resonancia de tubo dentro del margen de frecuencias que generalmente ocurren en el surco circunferencial de un neumático, la frecuencia de resonancia f_0 que el resonador debe proporcionar está de preferencia dentro del margen de 700 a 1.800 Hz y más preferentemente dentro del margen de 700 a 1.400 Hz.

En el invento presente, el área de abertura a una región de contacto con el suelo, de la porción de resonancia 3, en un estado en el que no se ejerce ninguna carga sobre el neumático, está de preferencia dentro del margen de 50 a 600 mm² y más preferentemente dentro del margen de 70 a 360 mm².

En el neumático de la realización presente, la porción de siping 2 y la porción de célula de resonancia 3 del resonador 1 están formadas para abrirse a una región de contacto con el suelo. Por tanto, incluso en un caso en el que se realice moldeo por curado con respecto a un neumático verde de tal manera que las porciones de moldeo sobresalgan en porciones que se corresponden con la porción de siping y con la porción de célula de resonancia, del neumático verde, las porciones de moldeo sobresalientes pueden ser siempre extraídas fácil y fiablemente de la porción de siping 2 y de la porción de célula de resonancia 3 del neumático producido, independientemente de si las áreas seccionales de la porción de siping 2 y de la porción de célula de resonancia 3 cambian ligeramente en la dirección de la profundidad o no. Como un resultado, el neumático de la realización presente puede ser manufacturado de una manera similar a la del neumático general convencional, que no tiene un resonador.

La porción de siping 2 y la porción de célula de resonancia 3 abiertas a una región de contacto con el suelo como se ha descrito anteriormente definen, cuando sus porciones de abertura están cerradas por una superficie de carretera, un espacio sellado entre una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura y la superficie de la carretera. Por tanto, la porción de célula de resonancia 3 puede demostrar suficientemente una función como un resonador.

El área seccional transversal y la configuración del contorno de una sección en paralelo a una región de contacto con el suelo, de la porción de célula de resonancia 3, pueden ser las mismas que la de la porción de abertura en la porción de tierra o aumentar/disminuir hacia el lado de la pared de fondo de la porción de célula de resonancia 3 de manera que no se perturba la extracción de las porciones de molde de la porción de célula de resonancia 3 de un neumático que ha completado el proceso de curado.

En el resonador 1 como se ha descrito anteriormente, por ejemplo, en un caso en el que la porción de siping 2 es formada impulsando una lámina de un molde de curado o similar dentro de un neumático verde, la porción de siping 2, así como la porción de célula de resonancia 3, pueden ser formadas fácilmente también. En este caso, la porción de siping 2 puede estar formada por un sipe como se muestra en la Figura 9.

En las descripciones precedentes, el fondo del surco 12 de la porción de célula de resonancia 3 puede tener una superficie plana o una superficie curvada que sea convexa o cóncava hacia el lado abierto. De preferencia, en cuanto a suprimir que el surco aprese dentro una piedra o similar, se dispone al menos un saliente convexo hacia arriba 13 en el fondo del surco, como se muestra en la Figura 10 que es una vista a escala ampliada de la porción de célula de resonancia cortada a lo largo de la línea Y – Y de la Figura 9, de tal manera que la diferencia de altura δ causada por el saliente tiene al menos 1,6 mm y más preferentemente 3,0 mm. El límite superior de la diferencia de altura δ es de preferencia menor que la profundidad máxima de la porción de célula de resonancia y más preferentemente menor que (la profundidad máxima de la porción de célula de resonancia – 2 mm) porque el saliente no debe perturbar la resonancia seccionando la porción de célula de resonancia 3. El saliente 13 de la estructura anterior puede estar formado para sobresalir de la pared lateral de la porción de célula de resonancia de tal manera que el saliente sea independiente de o esté separado del fondo del surco 12.

Con respecto a la provisión del resonador 1 que tiene la estructura que se ha descrito anteriormente con respecto al surco circunferencial 7, en un caso en el que esté formado al menos un surco circunferencial 7, es preferible que una superficie de contacto con el suelo sometida a la condición descrita en el contexto de la Figura 7 incluya constante y completamente un resonador 1 al menos dispuesto en uno al menos de los surcos circunferenciales 7. Se prefiere

mejor que la superficie de contacto con el suelo mencionada anteriormente incluya constante y completamente un resonador 1 dispuesto al menos en cada uno de los surcos circunferenciales 7.

5 Se prefiere mejor además que varios resonadores 1 estén dispuestos de tal manera que varios resonadores 1 que tengan diferentes frecuencias de resonancia entre sí se abran constantemente a cada uno de los surcos circunferenciales 7 en una superficie de contacto con el suelo que esté en contacto con la superficie de la carretera en las mismas condiciones que se han descrito anteriormente.

10 La Figura 11 es una vista que muestra una superficie de contacto con el suelo, en un estado similar al descrito en el contexto de la Figura 7, de un neumático de acuerdo con el invento presente. Este neumático es el mismo que el neumático de la realización anterior en que un resonador 1 que tiene la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia 3, que es más larga que la longitud L_4 en su dirección a lo ancho, está dispuesto en la porción de tierra del hombro 9, pero es diferente de éste en que otras porciones de tierra, por ejemplo, la porción de tierra intermedia 11, tiene dispuesto un resonador 1 que tiene una porción de célula de resonancia 3 en la que la dirección a lo ancho del neumático L_4 es más larga que la longitud de la dirección circunferencial del neumático L_3 .

15 Además, la Figura 12 es una vista que muestra una superficie de contacto con el suelo, en un estado similar al descrito en el contexto de la Figura 7, de un neumático de otro ejemplo modificado de la realización presente de acuerdo con el invento presente. Cada uno de los resonadores 1 de la realización que se muestra en la Figura 7 está dispuesto de tal manera que la línea central WCL en la dirección a lo ancho de la porción de célula de resonancia está inclinada con respecto a la dirección a lo ancho del neumático con un ángulo de inclinación θ de 90°. En el ejemplo modificado presente, el ángulo de inclinación θ de la porción de célula de resonancia 3 del resonador 1 dispuesto en la porción de tierra está de preferencia dentro del margen de 45° a 90°.

20 En el ejemplo modificado presente, en un caso en el que la porción de célula de resonancia 3 tiene una forma de paralelogramo, el ángulo de inclinación θ de la línea central WCL en la dirección a lo ancho de la porción de célula de resonancia con respecto a la dirección a lo ancho del neumático D es igual al ángulo formado por los dos lados adyacentes del paralelogramo, como se muestra en la Figura 13(b). Sin embargo, la forma de la porción de célula de resonancia 3 no está restringida a un paralelogramo, como se ha descrito anteriormente. En un caso en el que la porción de abertura de la porción de célula de resonancia tenga una forma arbitraria, la línea central WCL en la dirección a lo ancho de la porción de célula de resonancia es, como se muestra en la Figura 13(a), una línea de aproximación obtenida a partir de las posiciones centrales M (tres puntos en el dibujo) en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de abertura de la porción de célula de resonancia.

25 Además, en el neumático de acuerdo con el invento presente, la porción de tierra del hombro 9 tiene de preferencia dispuesto un surco de hombro 15 al menos que se extiende desde el surco circunferencial 7 hacia el lado exterior en la dirección a lo ancho del neumático hasta una posición más allá de un borde de contacto con el suelo 14 de la porción de rodadura, como se muestra en la Figura 14. En dicho neumático como el que se ha descrito anteriormente, el surco de hombro 15 abierto al surco circunferencial 7 está incluido en una superficie de contacto con el suelo cuando el neumático es hecho girar con carga aplicada sobre él, con lo que la columna de aire es seccionada para ser acortada y la frecuencia de los sonidos de resonancia de tubo generados desde el surco circunferencial 7 aumenta en consecuencia. A la vista de esto, en la estructura mostrada en la Figura 14, el volumen de cada porción de célula de resonancia 3 es reducido para que la porción de célula de resonancia que tiene una frecuencia de resonancia aumentada tenga cabida en la misma superficie de contacto con el suelo junto con el surco de hombro 15, con lo que se reduce el ruido. Deberá entenderse que, cuando una condición que reduce el volumen de la porción de célula de resonancia 3 es aplicada a la porción de célula de resonancia 1, aumenta la frecuencia de resonancia que efectúa la antirresonancia, independientemente de que el resonador 1 sea el resonador del tipo de Helmholtz 1 ó sea el resonador escalonado 1 descrito anteriormente, en la estructura mostrada en la Figura 14, como se reduce el volumen de la porción de célula de resonancia 3 del resonador 1, se mejora la rigidez de la porción de rodadura y se mejora la estabilidad al conducir sobre una superficie de carretera seca. De acuerdo con esto, en esta estructura, al aumentar el número de surcos de hombro 15 dispuestos incluidos en una superficie de contacto con el suelo para aumentar la frecuencia de los sonidos de resonancia de tubo, el volumen de cada una de las porciones de célula de resonancia 3 de los resonadores 1 incluidos en la misma superficie de contacto con el suelo puede ser reducido adicionalmente, con lo que se mejora la rigidez de la porción de rodadura y se mejora la estabilidad de la conducción sobre una superficie de carretera seca junto con la reducción de sonidos de resonancia de tubo. Además, disponiendo el surco de hombro 15, se amplía un componente de borde, mejorando de esta manera un efecto de corte de película de agua sobre una superficie de carretera húmeda, y se aumenta también el volumen del surco de la porción de rodadura, mejorando de esta manera un efecto de succión de agua sobre una superficie de carretera dentro del surco, con lo que se mejora enormemente la actuación del desplazamiento sobre una superficie de carretera húmeda.

30 Y aún más, según se mira al neumático en la dirección circunferencial, se prefiere que el surco de hombro 15 esté formado entre dos porciones de célula de resonancia adyacentes 1, o sea, de tal manera que la porción de célula de resonancia 1 y el surco de hombro 15 se pongan en contacto con el suelo alternativamente cuando el neumático es hecho girar con carga aplicada sobre él. En un caso en el que sólo los resonadores 1 ó sólo los surcos de hombro 15 son puestos en contacto continuamente con el suelo, la frecuencia de los sonidos de resonancia de tubo

generados desde el surco circunferencial 7 no puede ser aumentada de una manera estable y la magnitud de la disminución de los sonidos de resonancia de tubo por la frecuencia de resonancia del resonador 1 no es homogénea, por lo que el ruido no puede ser suficientemente reducido.

5 Y aún más, se ajusta el "pitch", o separación, provisto entre surcos de hombro 15 de manera que de preferencia el surco de hombro 15 esté incluido dentro de una superficie de contacto del suelo del surco circunferencial 7. En un caso en el que el pitch provisto para el surco de hombro 15 sea más largo que la longitud de contacto con el suelo del surco circunferencial 7 cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, existe la posibilidad de que el surco de hombro 15 no esté en contacto con una superficie de carretera, aunque el resonador 1 esté en contacto con dicha superficie de carretera, por lo que no se forma ninguna columna entre el surco de hombro 15 y la superficie de carretera sobre la que el neumático es hecho girar con carga aplicada sobre él. Como resultado, en este caso, no aumenta la frecuencia de los sonidos de resonancia de tubo generados desde el surco circunferencial 7 y así los sonidos de resonancia de tubo no pueden ser reducidos suficientemente por el resonador 1 que incluye la porción de célula de resonancia 3 a la que se le ha reducido el volumen.

15 Más aún, el pitch provisto para el resonador 1 es de preferencia más corto que la longitud de contacto con el suelo del surco circunferencial 7. En un caso en el que el pitch provisto para el resonador 1 sea más largo que la longitud de contacto con el suelo del surco circunferencial 7 cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, existe una posibilidad de que el resonador 1 no esté en contacto con una superficie de carretera, aunque el surco de hombro 15 esté en contacto con dicha superficie de carretera y esté aumentando suficientemente la frecuencia de resonancia de tubo generada desde el surco circunferencial 7, por lo que los sonidos de resonancia de tubo no pueden ser reducidos suficientemente. En el invento presente, una "longitud de contacto con el suelo del surco circunferencial" representa una longitud en la dirección circunferencial del neumático del surco circunferencial, en una región de una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura en contacto con una superficie de carretera cuando un neumático inflado a la presión de aire estándar prescrita en el documento JATMA es hecho girar con el 80% de la carga máxima ejercida sobre él.

25 Más aún, el resonador 1 está de preferencia dispuesto en la porción de tierra 16 en el lado interior en la dirección a lo ancho del neumático del surco circunferencial 7. En un caso en el que el resonador no esté dispuesto en la porción de tierra 16 en el lado interior en la dirección a lo ancho del neumático sino dispuesto en la porción de tierra del hombro 9, tanto el resonador 1 como el surco de hombro están dispuestos en la porción de tierra del hombro 9, con lo que se reduce la rigidez de la porción de tierra del hombro 9, causando posiblemente la ruptura de la porción de rodadura debido a desgaste parcial y/o al desprendimiento de la porción de tierra del hombro 9.

35 Más aún, el surco de hombro 15 se abre de preferencia en una región de contacto con el suelo cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él. En un caso en el que el surco de hombro 15 falla a abrirse en una región de contacto con el suelo cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, esto es, cuando el surco de hombro 15 está completamente cerrado en ese momento, la frecuencia de los sonidos de resonancia de tubo generados desde el surco circunferencial 7 ya no puede ser aumentada por el surco de hombro 15, con lo que los sonidos de resonancia de tubo no pueden ser reducidos efectivamente por el resonador 1 que incluye la porción de célula de resonancia 3 a la que se le ha reducido el volumen.

40 Más aún, es preferible que cada una de las regiones mitad de la banda de rodadura tenga dispuestos el surco circunferencial 7, el resonador 1 y el surco de hombro 15. En un caso en el que el surco circunferencial 7 esté dispuesto en cada mitad de la región de rodadura, se puede mejorar adicionalmente la estabilidad de la conducción, a la vez que se reducen adicionalmente los sonidos de resonancia de tubo, disponiendo el resonador 1 y el surco de hombro 15 en cada una de las regiones mitad de la banda de rodadura mejor que disponiendo el resonador y el surco de hombro 15 solamente en una de las regiones mitad de la banda de rodadura.

45 Más aún, pueden variarse las dimensiones y formas de los diversos resonadores 1 dispuestos en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura, de tal manera que las frecuencias de resonancia de éstos sean diferentes entre sí y la banda de frecuencia que efectúa la antirresonancia pueda ser ajustada dentro de un margen relativamente amplio.

50 Más aún, en el neumático del invento presente, como se muestra en la Figura 16, la porción de siping 2 tiene de preferencia una porción ampliada 17 en su lado de fondo del surco de tal manera que la porción ampliada 17 tiene un ancho de surco mayor que el ancho de la abertura de la porción de siping 2. En dicha una cubierta neumática como la que se ha descrito anteriormente, ya que la porción de siping 2 tiene en su lado de fondo del surco la porción ampliada 17 que tiene una anchura de surco mayor que la anchura de la abertura de la porción de siping 2, si el caucho de la porción de rodadura se deforma cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él y una porción de abertura en una superficie de contacto con el suelo de la porción de siping 2 está cerrada debido a que sus paredes han sido puestas en contacto entre sí, el cambio de volumen de la porción ampliada 17 es relativamente pequeño y el volumen de la porción de siping 2 puede estar suficientemente asegurado, con lo que puede asegurarse una frecuencia de resonancia deseada y pueden reducirse efectivamente los sonidos de resonancia de tubo, a la vez que se mejoran las actuaciones o "performances" de drenaje. Además, ya que la porción ampliada 17 está dispuesta en el lado de fondo del surco de la porción de siping 2, el volumen de la porción de siping 2 puede estar asegurado incluso después de la etapa media de desgaste, en la que el desgaste ya se ha

desarrollado significativamente, con lo que la actuación de drenaje puede ser mejorada efectivamente a lo largo de un periodo que va desde la etapa de neumático nuevo hasta la etapa final de desgaste del neumático. Es de destacar que, desde la etapa de desgaste media hasta la final, se reducen los sonidos de resonancia de tubo generados desde el surco circunferencial hasta conseguir un grado despreciable, por lo que ya no es necesario considerar el efecto de reducción de sonidos de resonancia de tubo. La porción ampliada 17 del siping 2 puede tener una forma elipsoidal o poligonal o similar.

Más aún, en el neumático mostrado en la Figura 16, la porción ampliada del surco de siping 2 tiene una característica estructural que, en una sección del surco de siping 2 ortogonal a la dirección en la que éste se extiende, la anchura del surco aumenta gradualmente desde la porción de abertura hasta la porción de anchura máxima del surco. De acuerdo con esto, cuando el neumático es extraído de un molde después de un moldeo de curado, la porción de caucho de la porción de siping tiene menos probabilidades de quedar retenida por el molde y de esta manera la porción de siping 2 tiene menos probabilidades de ser destruida cuando el neumático es extraído del molde.

Más aún, como se muestra en la Figura 17, la porción de siping 2 incluye de preferencia, en una sección ortogonal a la dirección en la que éste se extiende, una porción de anchura de surco constante 18 en la que la anchura del surco es constante desde una porción de abertura en una superficie de contacto con el suelo de la porción de siping 2 hacia el lado de fondo del surco; y una porción ampliada 17 que tiene una anchura de surco relativamente mayor dispuesta en el lado que está más al fondo del surco que la porción de anchura de surco constante 18. En un caso en el que se emplea dicha una estructura como se ha descrito anteriormente, si una porción de abertura en una superficie de contacto con el suelo del siping 2 está cerrada debido a que sus paredes han sido puestas en contacto entre sí cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, la porción de anchura de surco constante 18 se cierra primero debido a que las paredes hacen contacto entre sí. De acuerdo con esto, el cambio de la rigidez de la porción de tierra es relativamente pequeño, no hay mucho cambio en el volumen de la porción ampliada 17 y el volumen de la porción de siping 2 puede estar suficientemente asegurado, por lo que puede mejorarse la propiedad de drenaje, a la vez que se reducen efectivamente los sonidos de resonancia de tubo. En el invento presente, la "porción de ancho de surco constante" representa una porción en la que el ancho del surco es constante, variando desde una porción de abertura en una superficie de contacto con el suelo de la porción de siping 2 hasta la porción ampliada del siping 2.

En la estructura mostrada en la Figura 17, la porción ampliada 17 de la porción de siping 2 tiene de preferencia, en una sección de la porción de siping 2 ortogonal a la dirección en la que éste se extiende, una configuración en la que el ancho del surco aumenta gradualmente desde la porción de extremo en el lado interior en la dirección radial del neumático de la porción de ancho de surco constante 18 hasta el fondo del surco, como se muestra en la Figura 18. En un caso en el que se emplea una estructura tal como la que se ha descrito anteriormente, si una porción de abertura en una superficie de contacto con el suelo de la porción de siping 2 está cerrada debido a que sus paredes hacen contacto entre sí cuando un neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, la porción de surco de anchura constante 18 está cerrada al principio debido a que sus paredes hacen contacto entre sí, no hay mucho cambio del volumen de la porción ampliada 17 y por tanto el volumen de la porción de siping 2 puede estar suficientemente asegurado, con lo que puede mejorarse la propiedad de drenaje, a la vez que se reducen efectivamente los sonidos de resonancia de tubo. Además, en el caso de la estructura mostrada en la Figura 18, debido a su característica estructural de que la anchura del surco de la porción ampliada 17 aumenta gradualmente hacia su porción de anchura de surco máxima, cuando un neumático es extraído de un molde después de un moldeo de curado, puede extraerse fácilmente una lámina para formar la porción de siping 2 de la porción de caucho del neumático, con lo que la porción de siping 2 tiene menos probabilidades de ser destruida cuando el neumático es extraído del molde.

Más aún, en el neumático del invento presente, como se muestra en la Figura 19, es preferible que una sección de la porción de célula de resonancia 3 ortogonal a la dirección en la que ésta se extiende sea mayor que una sección de la porción de siping 2 ortogonal a la dirección en la que ésta se extiende y que la profundidad de la porción de célula de resonancia 3 no sea mayor que el ancho de la porción de célula de resonancia 3 en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura. En el neumático que se ha descrito anteriormente, aunque se reducen los sonidos de resonancia de tubo por la provisión del resonador 1, ya que la profundidad de la porción de célula de resonancia 3 no es mayor que la anchura de la porción de célula de resonancia 3 en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura, una piedra o una pieza de grava que entre en la porción de célula de resonancia 3 cuando el neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él tiene menos probabilidades de ser apresada dentro y es más bien eyectada desde la porción de célula de resonancia 3. Si la porción de célula de resonancia 3 ha apresado una piedra o una pieza de grava dentro, ya que es probable que la piedra o la pieza de grava sobresalga de la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura, cuando el neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, la piedra o la pieza de grava que sobresale de la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura es puesta en contacto con el suelo y es arrancada por el suelo, con lo que la piedra o la pieza de grava es arrastrada de esta manera fuera de la porción de célula de resonancia 3 y de esta manera se mejora efectivamente la propiedad del resonador 1 de impedir que se aprese grava.

Más aún, en el neumático del invento presente, como se muestra en la Figura 20, es preferible que una sección de la porción de célula de resonancia 3 ortogonal a la dirección en la que ésta se extiende sea mayor que una sección

de la porción de siping 2 ortogonal a la dirección en la que éste se extiende y que la anchura de la porción de célula de resonancia 3 disminuya gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta el fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3. En el neumático que se ha descrito anteriormente, ya que la anchura de la porción de célula de resonancia 3 disminuye gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta el fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3, si una piedra o una pieza de grava es apresada por la porción de célula de resonancia 3, la porción de célula de resonancia 3 se colapsa-deforma en su dirección longitudinal debido a la fricción entre la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura y una superficie de carretera cuando el neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, por lo que, como se muestra en la Figura 21, la fuerza de compresión F es ejercida sobre la piedra o la pieza de grava 20 desde una porción de pared 19 de la porción de célula de resonancia 3 y, debido a la fuerza de compresión F que está constituida por las componentes de fuerza E, G, la componente de fuerza E en la dirección en que impulsan la piedra o la pieza de grava 20 fuera de la porción de célula de resonancia 3 presiona la piedra o la pieza de grava 20 desde el lado interior hacia el lado exterior en la dirección radial del neumático, impulsando de esta manera la piedra o pieza de grava fuera de la porción de célula de resonancia 3. De acuerdo con esto, es posible mejorar efectivamente la propiedad de impedir el apesamiento de la piedra del resonador 1.

Alternativamente, en el neumático del invento presente, como se muestra en la Figura 22, es preferible que una sección de la porción de célula de resonancia 3 ortogonal a la dirección en la que ésta se extiende sea mayor que una sección de la porción de siping 2 ortogonal a la dirección en la que éste se extiende, que la profundidad de la porción de célula de resonancia 3 no sea mayor que la anchura de la porción de célula de resonancia 3 en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura y que la anchura de la porción de célula de resonancia 3 disminuya gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta el fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3. Dicho un neumático como el que se ha descrito anteriormente puede causar los efectos descritos en el contexto de la Figura 19 y de la Figura 20 simultáneamente y es capaz de mejorar adicionalmente la propiedad de impedir el apesamiento de piedras de la porción de célula de resonancia 1. A la vista del hecho de que el volumen del surco circunferencial 7 disminuye conforme progresa el desgaste de un neumático y los sonidos de resonancia de tubo tienen menos probabilidades de ser generados, los neumáticos respectivos del invento presente descritos anteriormente demuestran primariamente sus efectos en la etapa inicial de desgaste de la porción de rodadura.

Más aún, en los neumáticos del invento presente descritos haciendo referencia a las Figuras 20 a la 22, es preferible que la longitud de la porción de célula de resonancia 3 disminuya gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta la porción de fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3. En un caso en el que la longitud de la porción de célula de resonancia 3 disminuye gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta el fondo de la porción de célula de resonancia 3, como en el caso en el que la anchura de la porción de célula de resonancia 3 disminuye gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta la porción de fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3, la porción de pared 19 de la porción de célula de resonancia 3 se colapsa-deforma en la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia 3 hasta un estado en el que una piedra o una pieza de grava es apresada dentro de ella cuando el neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él, con lo que la piedra o la pieza de grava es impulsada desde el lado interior hacia el lado exterior en la dirección radial del neumático debido a la presión de compresión de la porción de pared 19 y es impulsada fuera de la porción de célula de resonancia 3. Esto es, se puede mejorar la propiedad de impedir que se apresen piedras de la porción de célula de resonancia 1.

Más aún, como se muestra en la Figura 23 y en la Figura 24, en el neumático del invento presente descrito haciendo referencia a la Figura 20 y a la Figura 22, la porción de célula de resonancia 3 está diseñada de preferencia para que tenga una forma de tetraedro en la que una sección de ella ortogonal a la dirección radial del neumático disminuye gradualmente desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta la porción de fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3. En un caso en el que la porción de célula de resonancia 3 tiene una forma similar a un tetraedro, una piedra o una pieza de grava tiene menos probabilidades de ser apresada por la porción de célula de resonancia 3 y, si la porción de célula de resonancia apresa una piedra o una pieza de grava en ella, se ejerce un esfuerzo de compresión relativamente grande desde la porción de pared 19 de la porción de célula de resonancia 3, independientemente de la dirección en la que la porción de pared 19 se colapsa-deforma cuando el neumático es hecho girar con carga aplicada sobre él, con lo que la piedra o la pieza de grava es presionada desde el lado interior hacia el lado exterior en la dirección radial del neumático y es impulsada fuera de la porción de célula de resonancia 3. Esto es, puede mejorarse la propiedad de impedir que se apresen piedras de la porción de célula de resonancia 1.

Más aún, como se muestra en la Figura 21, en el neumático del invento presente descrito haciendo referencia a la Figura 20 y a la Figura 22, el ángulo X formado entre la dirección en la que se extiende 21 una al menos de las porciones de pared 19 que se extiende desde una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura hasta el fondo 12 de la porción de célula de resonancia 3 y una normal 22 con respecto a la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura está de preferencia dentro del margen de 30° a 60° y más preferentemente dentro del margen de 30° a 45°. En un caso en el que el ángulo X formado entre la dirección en la que se extiende 21 la porción de pared 19 y una normal 22 con respecto a la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura sea menor que 30°, el ángulo X es tan pequeño que el esfuerzo de compresión para impulsar una piedra o pieza de grava desde el lado interior hacia el lado exterior en la dirección radial del neumático cuando el neumático

es hecho girar con carga ejercida sobre él se debilita consecuentemente, por lo que la piedra o pieza de grava puede no ser eyectada fácilmente. En un caso en el que el ángulo X formado entre la dirección en la que se extiende 21 la porción de pared 19 y una normal 22 con respecto a la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura excede los 60°, el ángulo X es tan grande que la forma de la porción de célula de resonancia 3 es más bien similar a la forma que tiene cuando la porción de pared 19 está en paralelo con una superficie de carretera, por lo que, aunque una piedra o pieza de grava tiene menos probabilidades de ser apresada dentro de ella, el volumen de la porción de célula de resonancia 3 no puede estar suficientemente asegurado. En este caso, si hay que asegurar de alguna manera un volumen suficiente, la porción de célula de resonancia 3 desaparecería debido al desgaste en la etapa temprana de desgaste del neumático y se perjudicaría la función como resonador 1. Es preferible que todos los ángulos formados entre la normal 22 y las direcciones en las que se extienden 21 todas las paredes 19 estén dentro del margen mencionado anteriormente mejor que el ángulo formado entre la normal 22 y la dirección en la que se extiende 21 una de las paredes 19 esté dentro del margen mencionado anteriormente. En un caso en el que todos los ángulos formados entre la normal 22 y las direcciones en las que se extienden 21 todas las paredes 19 estén dentro del margen mencionado anteriormente, una piedra o pieza de grava tiene menos probabilidades de ser apresada dentro de ella y se aumenta el esfuerzo de compresión que impulsa la piedra o pieza de grava desde el lado interior hacia el lado exterior en la dirección radial del neumático, por lo que la piedra o pieza de grava es impulsada fuera de la porción de célula de resonancia 3 y se mejora la propiedad de impedir el apresamiento de piedras de la porción de célula de resonancia 1.

Más aún, en el neumático del invento presente, como se muestra en la Figura 25, es preferible que su porción de rodadura tenga dispuesto un surco circunferencial 7 y una porción de tierra similar a una nervadura 23 adyacente al surco circunferencial, un resonador 1 está dispuesto en la porción de tierra similar a una nervadura 23 de tal manera que una superficie seccional de una sección de una célula de resonancia 3 del resonador, cuya sección es ortogonal a la línea central CE1 de la porción de célula de resonancia 3, es mayor que una superficie seccional de una sección de la porción de siping 2 del resonador, cuya sección es ortogonal a la línea central CE2 de la porción de siping 2, el resonador 1 tiene un primer extremo 24 y un segundo extremo 25 que definen la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia 3, y la porción de siping 2 se extiende desde el segundo extremo 25 en una dirección en la que se aleja del primer extremo 24 (hacia arriba de la Figura 25).

De acuerdo con el neumático de la realización mostrada en la Figura 25, la porción de siping 2, que reduce la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23, está dispuesta en una sección en la que la rigidez es relativamente grande en la porción de tierra similar a una nervadura 23, esto es, en el ejemplo mostrado, la sección A1 en la que la porción de célula de resonancia 3 no está dispuesta en la porción de tierra similar a una nervadura 23 según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, por lo que el cambio en la superficie seccional a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático es pequeño, en comparación con un caso en el que la porción de siping 2 está dispuesta en una sección en la que la rigidez es relativamente pequeña en la porción de tierra similar a una nervadura 23, esto es, la sección A2 en la que la porción de célula de resonancia 3 está dispuesta en la porción de tierra similar a una nervadura 23 según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, y, de esta manera, la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático es hecha homogénea. Ya que un ruido de pauta ocurre debido a la variación de la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático, dicho ruido de pauta puede ser reducido haciendo una distribución homogénea de la rigidez de la porción de tierra 23 a lo largo de la circunferencia del neumático. Además, como se muestra en la Figura 25, en un caso en el que la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia 3 coincide con la dirección circunferencial del neumático, puede hacerse un cambio más homogéneo en el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático a lo largo de la circunferencia del neumático y de esta manera el ruido de pauta puede ser reducido adicionalmente. En el invento presente, el caso en el que "la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia 3 coincide con la dirección circunferencial del neumático" incluye no solamente un caso en el que la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia 3 se extiende en paralelo a la dirección circunferencial del neumático sino también un caso en el que la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia está inclinada en un ángulo de 45° o menos, medido desde el lado del ángulo agudo, con respecto a la dirección circunferencial del neumático.

A continuación se describe otra realización de acuerdo con el invento presente. La Figura 26 es una vista en planta a escala ampliada que muestra de una manera ampliada una porción principal de una porción de rodadura de un neumático de otra realización. La flecha C mostrada en el dibujo representa la dirección circunferencial del neumático y la flecha D representa la dirección a lo ancho del neumático. Se asignan los mismos números de referencia a los mismos miembros del neumático de la realización mostrada en la Figura 25.

El neumático mostrado en la Figura 26 tiene un surco circunferencial 7 que se extiende en la dirección circunferencial del neumático y una porción de tierra similar a una nervadura 23 adyacente a ella en una porción de rodadura. Además, el neumático tiene, en la porción de tierra similar a una nervadura 23, varios resonadores 1 dispuestos en la dirección circunferencial del neumático y constituidos por una porción de siping abierta a la dirección circunferencial 7 y una porción de célula de resonancia 3 que se comunica con el surco circunferencial 7 a través de la porción de siping 2, para que los resonadores 1 reduzcan el ruido generado por la resonancia dentro de las columnas formadas por el surco circunferencial y una superficie de carretera. La porción de célula de resonancia 3 está formada de tal manera que un área seccional de la sección de ella ortogonal a la línea central CE1 es mayor que un área seccional de una sección de la porción de siping 2 ortogonal a la línea central CE2.

Las características principales en términos estructurales del neumático de la realización presente residen, como se muestra en la Figura 26, en que el resonador 1 tiene un primer extremo 24 y un segundo extremo 25 que definen la longitud en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia 3, la porción de siping 2 se extiende desde el segundo extremo 25 alejándose del primer extremo 24, y el primer extremo 24 del resonador 1 está alineado, en la misma línea en la dirección a lo ancho del neumático, con un extremo de abertura 26 que se abre al surco circunferencial 7, de la porción de siping 2 de otro resonador 1 adyacente al resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático.

De acuerdo con el neumático de la realización mostrada en la Figura 26, la porción de siping 2 que reduce la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 está dispuesta en una sección que tiene una rigidez relativamente grande en la porción de tierra similar a una nervadura, esto es, en el caso del ejemplo mostrado, la sección A3 entre la porción de célula de resonancia 3 de un resonador 1 y la porción de célula de resonancia 3 de otro resonador 1 en la porción de tierra similar a una nervadura 23; y el primer extremo 24 del primer resonador 1 está alineado, en la misma línea en la dirección a lo ancho del neumático, con el extremo de abertura 26 que se abre al surco circunferencial 7, del siping 2 de otro resonador 1 adyacente al primer resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático, por lo que se eliminan secciones de la porción de tierra similar a una nervadura 23, en cuyas secciones el siping 2 ó la porción de célula de resonancia 3 no existe según se mira en la dirección a lo ancho del neumático. De acuerdo con esto, se reduce adicionalmente el cambio en el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático y la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático se hace adicionalmente homogénea. Como un resultado, se reduce adicionalmente el ruido de pauta debido a cambios de la rigidez en la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático.

A continuación, se describe otra realización más de acuerdo con el invento presente. La Figura 27 es una vista en planta a escala ampliada que muestra de una manera ampliada una porción principal de una porción de rodadura de un neumático de otra realización adicional más. La flecha C mostrada en el dibujo representa la dirección circunferencial del neumático y la flecha D representa la dirección a lo ancho del neumático. Se asignan los mismos números de referencia a los mismos miembros que los del neumático de las realizaciones precedentes.

El neumático mostrado en la Figura 27 tiene un surco circunferencial 7 que se extiende en la dirección circunferencial del neumático y una porción de tierra similar a una nervadura 23 adyacente a él en una porción de rodadura. Además, el neumático tiene en la porción de tierra similar a una nervadura 23 varios resonadores 1 dispuestos en la dirección circunferencial del neumático y constituidos por una porción de siping abierta a la dirección circunferencial 7 y una porción de célula de resonancia 3 que se comunica con el surco circunferencial 7 a través de la porción de siping 2, para que los resonadores 1 reduzcan el ruido generado por las columnas interiores de resonancia formadas por el surco circunferencial 7 y una superficie de carretera. La porción de célula de resonancia 3 está formada de tal manera que un área seccional de su sección ortogonal a la línea central CE1 es mayor que un área seccional de una sección de la porción de siping 2 ortogonal a la línea central CE2.

La característica principal en términos estructurales del neumático del invento presente reside, como se muestra en la Figura 27 en que, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, la porción de célula de resonancia 3 de un resonador 1 se superpone parcialmente a la porción de siping 2 de otro resonador 1 adyacente al primer resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático, esto es, cuando la porción de célula de resonancia 3 y la porción de siping 2 son proyectadas sobre el plano ecuatorial del neumático, la extensión se desarrolla en la dirección circunferencial del neumático de las formas de proyección respectivas (no mostradas) que se superponen parcialmente entre sí.

De acuerdo con el neumático de la realización como se muestra en la Figura 27, la porción de siping 2 que reduce la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 está dispuesta en una sección que tiene una rigidez relativamente grande en la porción de tierra similar a una nervadura 23, esto es, en el caso del ejemplo mostrado, la sección A4 entre la porción de célula de resonancia 3 de un resonador 1 y la porción de célula de resonancia 3 de otro resonador 1 en la porción de tierra similar a una nervadura 23; y, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, la porción de célula de resonancia 3 del resonador 1 está dispuesta para que se superponga parcialmente a la porción de siping 2 de otro resonador 1 adyacente al resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático (sección A5) para que resulte acortada la longitud en la dirección circunferencial de la sección A4, en la que sólo existe la porción de siping 2 del resonador 1 en la porción de tierra similar a una nervadura 23 según se mira en la dirección a lo ancho del neumático y por tanto tiene una rigidez relativamente grande, por lo que el cambio en la superficie seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático causa menos efecto sobre la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático que en la estructura de la Figura 26. Como un resultado se reduce adicionalmente el ruido de pauta debido a cambios en la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático.

Además, en el neumático de la realización presente, como se muestra en la Figura 28, siempre que, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, una sección en la que la porción de célula de resonancia 3 de un resonador 1 se superpone a la porción de siping 2 de otro resonador 1 adyacente al primer resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático sea A5 y una sección en la que sólo existe la porción de célula de resonancia

3 sea A6, en la misma porción de célula de resonancia 3, un área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de resonancia 3 en la sección A5 es de preferencia parcialmente menor al menos que un área de sección en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia en la sección A6. En una dicha estructura como la que se muestra en la Figura 28, el cambio en el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático es reducido adicionalmente y la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático se hace más homogénea adicionalmente. Como un resultado, se reduce adicionalmente el ruido de pauta debido a cambios de la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático.

A continuación, se describe otra realización más todavía de acuerdo con el invento presente. La Figura 29 es una vista en planta a escala ampliada que muestra de una manera ampliada una porción principal de una porción de rodadura de un neumático de otra realización adicional más. La flecha C mostrada en el dibujo representa la dirección circunferencial del neumático y la flecha D representa la dirección a lo ancho del neumático. Se asignan los mismos números de referencia a los mismos miembros que los del neumático de realizaciones precedentes.

El neumático mostrado en la Figura 29 tiene un surco circunferencial 7 que se extiende en la dirección circunferencial y una porción de tierra similar a una nervadura 23 adyacente a él en una porción de rodadura. Además, el neumático tiene en la porción de tierra similar a una nervadura 23 varios resonadores 1 dispuestos en la dirección circunferencial del neumático y constituidos por una porción de siping abierta a la dirección circunferencial 7 y una porción de célula de resonancia 3 que se comunica con el surco circunferencial 7 por medio de la porción de siping 2, para que los resonadores 1 reduzcan el ruido generado por la resonancia dentro de las columnas formadas por el surco circunferencial 7 y una superficie de carretera. La porción de célula de resonancia 3 está formada de tal manera que un área seccional de la sección de ella ortogonal a la línea central CE1 es mayor que un área seccional de una sección de la porción de siping 2 ortogonal a la línea central CE2.

La característica principal en términos estructurales del neumático del invento presente reside, como se muestra en la Figura 29, en que el resonador 1 tiene un primer extremo 24 y un segundo extremo 25 que definen la longitud L en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia 3 y el primer extremo 24 del resonador 1 está alineado, en la misma línea en la dirección a lo ancho del neumático, con el segundo extremo 25 de otro resonador 1 adyacente al resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático.

De acuerdo con el neumático de la realización como se muestra en la Figura 29, la porción de tierra similar a una nervadura 23 está constituida, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, por la sección A7 en la que sólo existe la porción de célula de resonancia 3 y la sección A8 que incluye la porción de célula de resonancia 3 y la porción de siping 2 para eliminar una sección que incluya sólo la porción de siping 2 y que tenga una rigidez relativamente grande, con lo que se reduce adicionalmente el cambio en el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático y se hace más homogénea la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático. Como un resultado, se reduce adicionalmente el ruido de pauta debido a cambios de la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático.

A continuación, se describe otra realización más de acuerdo con el invento presente. La Figura 30 es una vista en planta a escala ampliada que muestra de una manera ampliada una porción principal de una porción de rodadura de un neumático de otra realización adicional más. La flecha C mostrada en el dibujo representa la dirección circunferencial del neumático y la flecha D representa la dirección a lo ancho del neumático. Se asignan los mismos números de referencia a los mismos miembros del neumático de las realizaciones precedentes.

El neumático mostrado en la Figura 30 tiene un surco circunferencial 7 que se extiende en la dirección circunferencial y una porción de tierra similar a una nervadura 23 adyacente a él en una porción de rodadura. Además, el neumático tiene en la porción de tierra similar a una nervadura 23 varios resonadores 1 dispuestos en la dirección circunferencial del neumático y constituidos por una porción de siping abierta a la dirección circunferencial 7 y una porción de célula de resonancia 3 que se comunica con el surco circunferencial 7 a través de la porción de siping 2, para que los resonadores 1 hagan disminuir el ruido generado por la resonancia dentro de las columnas formadas por el surco circunferencial y una superficie de carretera. La porción de célula de resonancia 3 está formada de tal manera que un área seccional de la sección de ella ortogonal a la línea central CE1 es mayor que una superficie seccional de un área seccional de la porción de siping 2 ortogonal a la línea central CE2.

La característica principal en términos estructurales del neumático de la realización presente reside, como se muestra en la Figura 30, en que la porción de célula de resonancia 3 de un resonador 1 se superpone completamente a la porción de siping 2 de otro resonador 1 adyacente al primer resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, esto es, cuando la porción de célula de resonancia 3 y la porción de siping 2 son proyectadas sobre el plano ecuatorial del neumático, la extensión se desarrolla en la dirección circunferencial del neumático de las formas de proyección respectivas (no mostradas) que coinciden una con otra.

De acuerdo con el neumático de la realización que se muestra en la Figura 30, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, la porción de célula de resonancia 3 de un resonador 1 se superpone completamente a la porción de siping 2 de otro resonador 1 adyacente al primer resonador 1 en la dirección circunferencial del neumático, para que la porción de tierra similar a una nervadura 23 esté constituida, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, solamente por la sección A9 que incluye la porción de célula de resonancia 3 y la porción de siping 2. De acuerdo con esto, un área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura 23 apenas cambia a lo largo de la circunferencia del neumático y de esta manera la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático es hecha sustancialmente homogénea. Como un resultado, se reduce adicionalmente el ruido de pauta debido a cambios de la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático.

En los neumáticos de las realizaciones mostradas en las Figuras 25 a la 30, es preferible que el área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia 3 disminuya gradualmente hacia el primer extremo 24, como se muestra ejemplarmente en la Figura 29. Debido a esta estructura, la rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 puede ser aumentada fácilmente hacia el primer extremo 24 y se puede impedir que ocurra un cambio rápido de la rigidez, con lo que se reduce adicionalmente el ruido de pauta debido a cambios de rigidez de la porción de tierra similar a una nervadura 23 a lo largo de la circunferencia del neumático.

Las descripciones precedentes sólo muestran una parte de las realizaciones del invento presente, y las estructuras descritas anteriormente pueden ser combinadas entre sí y/o se pueden añadir varias modificaciones a ellas a menos que dichos cambios difieran del espíritu del invento presente.

Ejemplos

Experimento 1

En el Experimento 1, se preparó un neumático de la realización mostrada en las Figuras 4 y 5 como el neumático del Ejemplo 1 y, para hacer una comparación con el neumático del Ejemplo 1, se preparó otro neumático como neumático del Ejemplo Comparativo 1 que tenía, como se muestra en una vista en planta de la Figura 31, un resonador que tenía la misma profundidad y longitud que las del neumático del Ejemplo 1 y difería solamente del neumático del Ejemplo 1 en que la anchura de la porción de siping era constante en la dirección longitudinal. Se midieron los ruidos causados por estos neumáticos. En la Figura 32 se muestran las medidas resultantes mediante un gráfico en el que la frecuencia y la presión sonora están representadas en los ejes longitudinal y transversal, respectivamente.

El resonador del Ejemplo Comparativo 1 tiene la anchura W de la porción de célula de resonancia: 10 mm, la longitud L_1 de ella: 25 mm, la profundidad D_1 de ella: 8 mm, el ancho W_3 de la porción de siping: 5 mm, la longitud L_2 de ella: 10 mm, y la profundidad D_2 de ella: 2 mm. El resonador del neumático del Ejemplo 1 tiene la anchura W de la porción de célula de resonancia: 10 mm, la longitud L_1 de ella: 25 mm, la profundidad D_1 de ella: 8 mm, y la porción de siping de ella está constituida por la porción lateral del surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 2 mm, la anchura W_1 : 3 mm, y la longitud m_1 : 5 mm y la porción lateral de célula de resonancia tiene la profundidad D_2 : 2 mm, la anchura W_2 : 5 mm, y la longitud m_2 : 5 mm.

El método de medir ruido incluyó los pasos de: ensamblar cada neumático del tamaño 195/65R15 con una llanta 6JJ; inflar el neumático a una presión de aire de 210 kPa; hacer que el neumático así preparado girara en un banco de pruebas de neumáticos de interiores que ejercía una carga de 4,4 kN sobre él a una velocidad de 40 km/h; medir el ruido lateral del neumático de acuerdo con las condiciones prescritas en el documento JASO C606; y obtener los valores en la banda de 1/3 de octava para representar un gráfico como el que se muestra en la Figura 32.

La frecuencia del ruido causado por los sonidos estridentes fue de 667 Hz deducida según el cálculo basado en las condiciones de la velocidad del desplazamiento: 40 km/h, el tamaño de la longitud circunferencial del neumático: 195/65R15, y el número de resonadores: 60. Como se muestra en la Figura 32, el neumático del Ejemplo 1 reduce obviamente el nivel de la presión sonora dentro de este margen de banda, en comparación con el neumático del Ejemplo Comparativo 1. Por otra parte, la banda de frecuencia del ruido debido a los sonidos de resonancia provenientes del surco circunferencial está dentro del margen de 800 a 1.200 Hz y no hay diferencia sustancial en el nivel de presión sonora en este margen de frecuencias entre el Ejemplo 1 y el Ejemplo Comparativo 1. Por tanto, como resultará obvio de la Figura 32, el neumático del invento presente puede suprimir la ocurrencia de sonidos estridentes sin sacrificar un efecto de reducción de sonidos de resonancia.

Observando los neumáticos de Ejemplo de los Ejemplos 2 a 6, se mejoraron varias actuaciones descritas a continuación, basándose en la optimización de la forma de la porción de siping de un resonador para suprimir la generación de los sonidos estridentes mencionados anteriormente.

Experimento 2

En el Experimento 2, se produjeron varios neumáticos de ensayo para cada uno de los Ejemplos 2 al 6 de acuerdo con la realización del invento presente, en los que la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de una porción de célula de resonancia de un resonador no era mayor que su longitud L_3 en la dirección circunferencial del

neumático y cada uno de los Ejemplos 7 al 9 de acuerdo con la realización del invento presente, en los que la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de una porción de célula de resonancia de un resonador excedía su longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático. El ruido y el peso del desgaste de cada uno de estos neumáticos fue medido por medio de los ensayos siguientes y sus resultados fueron evaluados comparativamente.

5 La porción de siping del resonador de los Ejemplos 2 al 9 está constituida por una porción lateral de surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_1 : 1,5 mm, y la longitud m_1 : 20 mm; y una porción lateral de célula de resonancia que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_2 : 2 mm, y la longitud m_2 : 5 mm. Cada uno de los neumáticos empleados en los ensayos tenía un tamaño de 195/65R15, fue ensamblado con una llanta 6JJ y fue sometido a los ensayos siguientes en un estado en el que el neumático estaba inflado a una presión de aire de 210 kPa.

10 El método para medir ruido incluía los pasos de: hacer que cada uno de los neumáticos girara en un banco de pruebas de neumáticos de interiores a una velocidad de 80 km/h ejerciendo una carga de 4,47 kN; medir el ruido lateral del neumático de acuerdo con las condiciones prescritas en el documento JASO C606; y obtener valores de conjunto de la banda central de frecuencias, o sea, 800 Hz – 1.000 Hz – 1.250 Hz, en la banda de 1/3 de octava. Los resultados se expresaron como la diferencia en decibelios (dB) con los resultados del neumático Convencional 1, que es sustancialmente el mismo neumático que el de los Ejemplos descritos a continuación, excepto en que el neumático del Ejemplo Comparativo 1 no tiene un resonador.

15 El método de medir el peso del desgaste incluía los pasos de: someter cada uno de los neumáticos a un giro libre (rodaje sin ejercer ninguna carga sobre la dirección circunferencial del neumático) en un primer rodaje de 10 minutos en un banco de pruebas de neumáticos de interiores (con superficie Safety Walk aplicada a ellos) a 80 km/h ejerciendo una carga de 4,47 kN; sometiendo al neumático a un segundo rodaje de 10 minutos en el que se aplicó 0,1G (G representa la aceleración de la gravedad) en la dirección de frenado; se repitió el primer rodaje y el segundo rodaje alternativamente, y después de hacer que el neumático recorriera 1.200 km, se midió la cantidad de desgaste del caucho. Se muestran cada uno de los resultados de la medición mediante un valor del índice con respecto al valor de referencia de 100, que es la cantidad de desgaste del caucho del neumático Convencional 1, que difiere sólo de los neumáticos de Ejemplo en que el primero no tiene un resonador. Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor es la cantidad de desgaste y por tanto menor es la resistencia al desgaste.

20 Con respecto a la determinación pasado/fallado del peso del desgaste, cuando el valor del índice no es mayor que 110, se acepta que la actuación del neumático puede ser ligeramente inferior a la del neumático Convencional 1 pero no causa un problema significativo, por lo que se clasifica al neumático de "Pasado". Cuando el valor del índice no es mayor que 105, en particular, se juzga que la actuación del neumático es equivalente a la del neumático convencional. En contraste, cuando el valor del índice excede 110, se juzga que la propiedad de resistencia al desgaste del neumático se ha deteriorado obviamente y se clasifica al neumático como "Fallado".

25 El neumático del Ejemplo 2 es un neumático que tiene resonadores estructurados para tener la forma y la disposición como se muestra en la Figura 7. El neumático del Ejemplo 7 es un neumático en el que cada uno de los resonadores tiene la misma dimensión de abertura que la de la porción de célula de resonancia del neumático del Ejemplo 2 y está dispuesto de tal manera que cada resonador está girado 90° respecto a la posición que ocupa en el neumático del Ejemplo 2, como se muestra en la Figura 33. El neumático del Ejemplo 3 es un neumático que tiene los mismos resonadores del neumático del Ejemplo 2 en una porción de tierra del hombro de éste y los mismos resonadores que los del neumático del Ejemplo 7 en la porción de tierra intermedia de éste. El neumático del Ejemplo 8 es un neumático que tiene los mismos resonadores que el neumático del Ejemplo 7 en una porción de tierra del hombro de éste y los mismos resonadores que en el neumático del Ejemplo 2 en la porción de tierra intermedia de éste, como se muestra en la Figura 34. Se midió el ruido y el peso del desgaste, respectivamente, de acuerdo con los métodos descritos anteriormente para cada uno de estos cuatro tipos de neumáticos.

30 En el neumático del Ejemplo 2, como se muestra en la Figura 7, los resonadores que se abren a los surcos circunferenciales respectivos están dispuestos de tal manera que siempre existen tres resonadores en cada una de las porciones de tierra similares a una nervadura en una superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura. La porción de célula de resonancia que constituye el resonador tiene una forma rectangular con la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático: 18 mm, la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático: 6 mm; la profundidad: 7 mm, y en consecuencia tiene el volumen V : 756 mm³.

35 El nivel de ruido y el peso del desgaste de los neumáticos de los ejemplos 2, 3, 7 y 8 fueron evaluados por los métodos de ensayo mencionados anteriormente. En la Tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1

	Dirección de porción de célula de resonancia en la porción de tierra del hombro	Dirección de porción de célula de resonancia en la porción de tierra intermedia	Nivel de ruido (dB)	Cantidad de desgaste
Neumático de Ejemplo 2	Dirección circunferencial del neumático	Dirección circunferencial del neumático	-2.6	102
Neumático de Ejemplo 3	Dirección circunferencial del neumático	Dirección a lo ancho del neumático	-2.5	101
Neumático de Ejemplo 7	Dirección a lo ancho del neumático	Dirección a lo ancho del neumático	-2.5	120
Neumático de Ejemplo 8	Dirección a lo ancho del neumático	Dirección circunferencial del neumático	-2.5	110

5 Como resultará obvio según la Tabla 1, se entenderá que, aunque todos los neumáticos de los Ejemplos 2, 3, 7 y 8 tienen sustancialmente el mismo efecto de supresión sonora de resonancia, sólo los neumáticos en los que la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia dispuesta en la porción de tierra del hombro es mayor que la longitud L_4 en dirección a lo ancho del neumático de la misma porción de célula de resonancia han conseguido el nivel de "Pasado" de acuerdo con el peso del desgaste.

10 Asimismo, además del neumático del Ejemplo 2 y del neumático del Ejemplo 7, se prepararon los neumáticos de ensayo de los Ejemplos 4 - 6 y 9 que difieren del neumático del Ejemplo 2 sólo en la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático y en la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia. Cada uno de estos neumáticos fue sometido a medidas de ruido y de cantidad de desgaste de acuerdo con los métodos descritos anteriormente. En la Tabla 2 se muestran los resultados de las medidas y la dimensión de una porción de abertura de la porción de célula de resonancia, de los neumáticos de los Ejemplos 2, 4 a 7 y 9.

15 En los Ejemplos respectivos mostrados en la Tabla 2, la longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático y la longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático son ajustadas de tal manera que el producto de ellas, esto es, el área de la porción de abertura de la porción de célula de resonancia, es constante y por tanto el volumen de la porción de célula de resonancia es constante. En cada uno de los Ejemplos, la profundidad de la porción de célula de resonancia es 7 mm. De acuerdo con esto, los valores f_0 de la frecuencia de resonancia en estos Ejemplos son sustancialmente iguales entre sí.

Tabla 2

	Longitud L_4 en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia [mm]	Longitud L_3 en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia [mm]	L_4 / L_3	Nivel de ruido [dB]	Cantidad de desgaste
Neumático de Ejemplo 4	4	27	0,15	-2,5	100
Neumático de Ejemplo 2	6	18	0,33	-2,6	102
Neumático de Ejemplo 5	9	12	0,75	-2,6	105
Neumático de Ejemplo 6	10,4	10,4	1	-2,6	110
Neumático de Ejemplo 9	12	9	1,33	-25	112
Neumático de Ejemplo 7	18	6	3	-2,5	120

Como resultará obvio según la Tabla 2, ajustando L_4/L_3 a un valor no mayor que 1, la cantidad de desgaste puede ser mantenida dentro del margen de "Pasado", mientras que se reduce efectivamente el nivel de ruido. En particular ajustando L_4/L_3 a un valor no mayor que 0,75, la cantidad de desgaste puede ser mantenida dentro de un margen más preferible.

5 **Experimento 3**

En el Experimento 3, se preparó un neumático de ensayo que no tenía un surco de hombro pero tenía el resonador de acuerdo con el invento presente (neumático del Ejemplo 10) y neumáticos de ensayo en los que cada uno tenía el resonador y un surco de hombro de acuerdo con el invento presente (neumático del Ejemplo 11 y neumático del Ejemplo 12), como neumáticos radiales para un vehículo de pasajeros que tenían un tamaño de neumático de 225/55R17, respectivamente. Se evaluaron las actuaciones de estos neumáticos. A continuación se describen los detalles de estas evaluaciones.

La porción de siping del resonador de cada uno de los neumáticos de los ejemplos 10 a 12 está constituida por una porción lateral de surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 5 mm, la anchura w_1 : 1,5 mm, y la longitud m_1 : 15 mm; y una porción lateral de célula de resonancia que tiene la profundidad D_2 : 5 mm, la anchura w_2 : 2 mm, y la longitud m_2 : 5 mm. El neumático del Ejemplo 10 tiene un surco circunferencial, y un resonador dispuesto en una porción de tierra en el lado interior en la dirección a lo ancho del neumático del surco circunferencial de tal manera que el resonador se abre al surco circunferencial. En la Tabla 3 se muestran las características del neumático del Ejemplo 10. Cada neumático del Ejemplo 11 y cada neumático del Ejemplo 12 tiene un surco circunferencial, un resonador dispuesto en una porción de tierra en el lado interior en la dirección a lo ancho del neumático del surco circunferencial de tal manera que el resonador se abre al surco circunferencial, y un surco de hombro dispuesto entre los resonadores adyacentes según se mira en la dirección circunferencial del neumático. En la Tabla 3 se muestran las características de los neumáticos de los Ejemplos 11 y 12. El volumen de la porción de célula de resonancia está expresado por un valor del índice con respecto al volumen de referencia que es el volumen de la porción de célula de resonancia de cada resonador del neumático del Ejemplo 10. Cuanto más pequeño es el valor del índice, menor es el volumen de la porción de célula de resonancia.

Tabla 3

	Neumático del Ejemplo 10	Neumático del Ejemplo 11	Neumático del Ejemplo 12
Número de provisión de surcos circunferenciales	4	4	4
Anchura del surco del surco circunferencial	10 mm	10 mm	10 mm
Longitud en la dirección circunferencial de la porción de célula de resonancia	13 mm	9 mm	6 mm
Longitud en la dirección a lo ancho de la porción de célula de resonancia	12 mm	6 mm	5 mm
Profundidad de la porción de célula de resonancia	7 mm	5 mm	4 mm
Volumen de la porción de célula de resonancia (expresado por el valor del índice)	100	25	11
Número de pitch circunferencial del surco de hombro	-	28	42
Número de surcos de hombro en la superficie de contacto con el suelo	-	1	2
Número de pitch circunferencial del resonador	14	28	42
Número de resonadores de la superficie de contacto con el suelo	1	2	3

Cada uno de estos neumáticos de ensayo fue ensamblado con una llanta de un tamaño de 7,5J x 17,0 para formar un ensamblaje de rueda con neumático. Se realizaron varios ensayos en un estado en el que cada uno de estos ensamblajes de neumático fue montado en un vehículo, inflado a una presión de aire de 220 kPa (presión relativa) con una carga de 5,0 kN ejercida sobre él, para evaluar las actuaciones del neumático.

En un ensayo para evaluar la propiedad de silencio del neumático, el vehículo de pruebas corrió a una velocidad que varió desde una relativamente baja hasta 100 km/h en una pista de pruebas constituida por una pista circular que incluía una porción lineal relativamente larga, una carretera de evaluación de conducción que incluía muchas curvas suaves, y similares, y un conductor profesional evaluó la facilidad con la que se oían los sonidos de resonancia de tubo y lo molestos que eran los sonidos, con 10 puntos como calificación máxima. Cuanto mayor es la puntuación,

mejor es la propiedad de silencio. En la Tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación de la propiedad de silencio.

En un ensayo para evaluar la estabilidad de la conducción del neumático sobre una superficie de carretera seca, el vehículo de pruebas corrió a una velocidad que varió desde una velocidad relativamente baja hasta 100 km/h en una pista de pruebas constituida por una pista circular que incluía una porción lineal relativamente larga, una carretera de evaluación de conducción que incluía muchas curvas suaves, y similares, y un conductor profesional evaluó la estabilidad de la conducción sobre una superficie de carretera seca, con 10 puntos como calificación máxima. Cuanto mayor es la puntuación, mejor es la estabilidad de la conducción sobre una superficie de carretera seca. En la Tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación de la estabilidad de conducción sobre una superficie de carretera seca.

En un ensayo para evaluar la estabilidad de la conducción del neumático sobre una superficie de carretera húmeda, el vehículo de pruebas corrió sobre una superficie de carretera de una pista constituida por una carretera de evaluación de conducción que incluía muchas curvas cuesta arriba y curvas cuesta abajo a una velocidad tan alta como fuera posible (a la velocidad límite), y un conductor profesional evaluó la estabilidad de la conducción sobre una superficie de carretera húmeda incluyendo la propiedad de adherencia, la propiedad de conducción y similares, con una puntuación máxima de 10 puntos. Cuanto mayor es la puntuación, mayor es la estabilidad de conducción sobre una superficie de carretera seca. En la Tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación de la estabilidad de conducción sobre una superficie de carretera húmeda.

Tabla 4

	Neumático de Ejemplo 10	Neumático de Ejemplo 11	Neumático de Ejemplo 12
Propiedad de silencio	7	7	7
Estabilidad de conducción sobre una superficie de carretera seca	6	6,5	6,75
Estabilidad de conducción sobre una superficie de carretera húmeda	6,5	6,75	7

Como resultará obvio según los resultados de la Tabla 4, los neumáticos de los Ejemplos 11 y 12 muestran una estabilidad de conducción mejorada sobre una superficie de carretera seca, mientras que los sonidos de resonancia de tubo disminuyen hasta un grado similar al del neumático del Ejemplo 10, en comparación con el Ejemplo 10. El neumático del Ejemplo 12 muestra mejor estabilidad de conducción sobre una superficie de carretera seca que el neumático del Ejemplo 11 porque el número de surcos de hombro presentes dentro de una superficie de contacto con el suelo del primero es mayor que el del último y por tanto el volumen de la porción de célula de resonancia del primero es más pequeño que el del último. Además los neumáticos de los Ejemplos 11 y 12 muestran una estabilidad de conducción mejorada sobre una superficie de carretera húmeda, en comparación con el neumático del Ejemplo 10. El neumático del Ejemplo 12 muestra una estabilidad de conducción mejor sobre una superficie de carretera húmeda que el neumático del Ejemplo 11 porque el número de surcos de hombro presentes dentro de una superficie de contacto con el suelo del primero es mayor que el del último.

Como resultará obvio según las descripciones precedentes, optimizando una pauta de rodadura, así como la dimensión y la posición de un resonador dispuesto en una superficie de contacto con el suelo de la banda de rodadura, es posible proporcionar una cubierta neumática capaz de mejorar la estabilidad de la conducción, a la vez que se reducen los sonidos de resonancia de tubo durante el rodaje del neumático.

Experimento 4

Además, en el Experimento 4, se preparó: el neumático del Ejemplo 13 que incluía un resonador que no tenía una porción ampliada en su porción de siping, de acuerdo con el invento presente: y un neumático del Ejemplo 14 que incluía un resonador que tenía una porción ampliada en su porción de siping, de acuerdo con el invento presente, como neumáticos radiales para un vehículo de pasajeros que tenía un tamaño de neumático de 225/55R17, respectivamente. Se evaluaron las actuaciones de estos neumáticos. A continuación se describen los detalles de estas actuaciones.

La porción de siping de cada uno de los resonadores de los neumáticos de los Ejemplos 13 al 14 está constituida por una porción lateral de surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_1 : 1,5 mm, y la longitud m_1 : 20 mm; y una porción lateral de célula de resonancia que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_2 : 2 mm, y la longitud m_2 : 5 mm. El neumático del Ejemplo 13 tiene una pauta de rodadura como se muestra en la Figura 35(a) que incluye varios surcos circunferenciales y resonadores cada uno abierto al surco circunferencial. La porción de siping del resonador tiene, como se muestra en la Figura 35(b), una forma seccional ortogonal a la

dirección en la que se extiende la porción de siping. El neumático del Ejemplo 13 tiene las características mostradas en la Tabla 5.

Además, el neumático del Ejemplo 14 tiene una pauta de rodadura como se muestra en la Figura 36(a) que incluye varios surcos circunferenciales y resonadores que se abren cada uno de ellos al surco circunferencial. La porción de siping del resonador tiene, como se muestra en la Figura 36(b), en una forma seccional ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de siping, una porción de surco de anchura constante y una porción ampliada que tiene una forma cilíndrica. El neumático del Ejemplo 14 tiene las características mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5

	Neumático de Ejemplo 13	Neumático de Ejemplo 14
Longitud en la dirección lateral de la porción de célula de resonancia	6,0 mm	6,0 mm
Longitud en la dirección longitudinal de la porción de célula de resonancia	18,0 mm	18,0 mm
Profundidad de la porción de célula de resonancia	7,0 mm	7,0 mm
Radio de la porción ampliada que tiene forma cilíndrica	-	1,2 mm

Cada uno de estos neumáticos de ensayo fue ensamblado con una llanta que tenía un tamaño de 7,5J x 17 para formar un ensamblaje de rueda con neumático. Se realizaron varias evaluaciones en un estado en el que cada uno de estos ensamblajes de neumáticos fue montado en un vehículo e inflado a una presión de aire de 220 kPa (presión relativa) con una carga ejercida sobre él que se correspondía al peso de dos ocupantes.

La propiedad de silencio del neumático fue evaluada como una evaluación de sensación en la que un conductor profesional condujo el vehículo de pruebas a una velocidad que varió desde una velocidad relativamente baja hasta 100 km/h sobre una pista de pruebas en un estado en el que un neumático nuevo fue montado en el vehículo y un estado en el que un neumático desgastado fue montado en el vehículo, respectivamente y se evaluó la facilidad con la que se oían los sonidos de resonancia de tubo y lo molestos que eran los sonidos, con 10 puntos como puntuación máxima. En la Tabla 6 se muestran los resultados de la evaluación de la propiedad de silencio.

Además, se evaluó la propiedad de drenaje por: un conductor profesional que condujo el vehículo de pruebas acelerando gradualmente sobre una pista de pruebas en la que la profundidad del agua era 10 mm en un estado en el que un neumático nuevo fue montado en el vehículo y en un estado en el que un neumático desgastado fue montado en el vehículo, respectivamente; se determinó como la velocidad a la que ocurría el hidropiloteo, a la velocidad a la que se alcanzaba un índice de deslizamiento del 15 % del neumático con respecto a una superficie de carretera; y se expresó la velocidad a la que ocurre el hidropiloteo así obtenida mediante un valor del índice con respecto al valor de referencia 100, que es la velocidad a la que ocurre el hidropiloteo en el neumático del Ejemplo 13 con un neumático nuevo, de esta manera se hizo una evaluación comparativa. Cuanto mayor es el valor del índice, mejores son las propiedades de drenaje. En la Tabla 6 se muestran los resultados de la evaluación de la propiedad de drenaje.

Tabla 6

	Neumático de Ejemplo 13		Neumático de Ejemplo 14	
	Estado nuevo	Estado desgastado	Estado nuevo	Estado desgastado
Propiedad de silencio	7	6,5	7,25	6,75
Propiedad de drenaje	100	90	100	93

Como resultará obvio según los resultados de la Tabla 6, los sonidos de resonancia de tubo del neumático del Ejemplo 14 disminuyeron tanto en el estado de neumático nuevo como en el estado de neumático desgastado, en comparación con el neumático del Ejemplo 13. Además, el neumático del Ejemplo 14 muestra una propiedad antihidropiloteo mejorada en un estado de neumático desgastado, en comparación con el neumático del Ejemplo 13.

Como resultará obvio según las descripciones precedentes, al optimizar la forma de un resonador, es posible proporcionar una cubierta neumática capaz de mejorar la propiedad de drenaje, a la vez que se suprime el cambio del volumen de una porción de siping del resonador debido a la deformación de una porción de rodadura cuando el neumático es hecho girar con carga ejercida sobre él y de esta manera se reducen los sonidos de resonancia de tubo.

Experimento 5

Además, en el Experimento 5, se prepararon: el neumático del Ejemplo 15 que incluía un resonador que tenía una porción de siping cuya anchura era menor en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia, de acuerdo con el invento presente; y los neumáticos de los Ejemplos 16 al 20 que incluían un resonador que tenía una porción de siping cuya anchura era menor en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia y una porción de célula de resonancia de varias formas, de acuerdo con el invento presente, como neumáticos radiales para un vehículo de pasajeros que tenía un tamaño de neumático de 225/55R17, respectivamente. Se evaluaron las actuaciones de estos neumáticos. Los detalles de estas actuaciones se describen a continuación.

La porción de siping del resonador de cada uno de los neumáticos de los Ejemplos 15 al 20 está constituida por una porción lateral del surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_1 : 1,5 mm, y la longitud m_1 : 25 mm; y una porción lateral de célula de resonancia que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_2 : 2 mm, y la longitud m_2 : 5 mm. El neumático del Ejemplo 15 tiene cuatro surcos circunferenciales y resonadores convencionales que se abren a estos surcos circunferenciales en una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura. El neumático del Ejemplo 15 tiene además las características mostradas en la Tabla 7. Cada uno de los neumáticos de los Ejemplos 16 al 20 tiene cuatro surcos circunferenciales y resonadores abiertos a estos surcos circunferenciales e incluyen porciones de célula de resonancia de varias formas en una superficie de contacto con el suelo de una porción de rodadura. Los neumáticos de los ejemplos 16 al 20 tienen además las características mostradas en la Tabla 7, respectivamente.

Tabla 7

	Neumático de Ejemplo 15	Neumático de Ejemplo 16	Neumático de Ejemplo 17	Neumático de Ejemplo 18	Neumático de Ejemplo 19	Neumático de Ejemplo 20
Anchura de la porción de célula de resonancia	4 mm	8 mm	4,8 mm	6 mm	8 mm	10 mm
Longitud de la porción de célula de resonancia	27 mm	13,5 mm	27 mm	36 mm	27 mm	22 mm
Profundidad de la porción de célula de resonancia	7 mm					
Forma seccional en la dirección a lo ancho de la porción de célula de resonancia	Rectangular	Rectangular	Trapezoidal invertida	Triangular	Triangular	Triangular
Ángulo de extensión de la porción de pared	0°	0"	0°/13°	24°	30°	35°
Anchura de surco del surco circunferencial	10 mm					
Número de pitch circunferencial del resonador	54 pitch					
Número de resonadores de la superficie de contacto con el suelo	3	3	3	3	3	3

Cada uno de estos neumáticos de pruebas fue ensamblado en una llanta de tamaño 7,5J x 17,0 para formar un ensamblaje de rueda con neumático. Se condujeron varios ensayos en un estado en el que cada uno de estos ensamblajes estaba montado en un vehículo, inflado a una presión de aire de 220 kPa (presión relativa) con una carga de 5,0 kN ejercida sobre él, para evaluar las actuaciones del neumático.

- 5 Se condujo un ensayo para evaluar la propiedad de impedir el apesamiento de una piedra por medio de: rodar un vehículo de pruebas 600 m sobre una carretera sin pavimentar de un circuito de aproximadamente 300 m que tenía piedras y grava con diámetros dentro del margen de 1 a 10 mm o similares esparcidas sobre él; a continuación se rodó el vehículo de pruebas 2.000 m sobre una carretera pavimentada que incluía una carretera rectilínea y una carretera con vueltas que no tenía piedras ni grava esparcidas sobre ella; contar el número de piedras y de piezas de grava apesadas por el neumático en la porción de célula de resonancia; y expresar el número obtenido mediante un valor del índice con respecto al valor de referencia, que es el número de piedras y de piezas de grava apesadas por el neumático del Ejemplo 15 en la porción de célula de resonancia. Cuanto más pequeño el valor, mejor es la propiedad de impedir el apesamiento de una piedra. Los resultados de la evaluación de la propiedad de impedir que se apese una piedra se muestran en la Tabla 8.
- 10
- 15 En un ensayo para evaluar la propiedad de silencio del neumático, el vehículo de pruebas rodó a una velocidad que varió desde una velocidad relativamente baja hasta 100 km/h en un circuito de ensayos constituido por un circuito circular que incluía una porción lineal relativamente larga, una carretera de evaluación de conducción que incluía muchas curvas suaves, y similares, y un conductor profesional evaluó la facilidad con la que se oían los sonidos de resonancia de tubo y lo molestos que eran los ruidos, con 10 puntos como puntuación máxima. Cuanto mayor es la puntuación, mayor es la propiedad de silencio. Siete puntos o más representa que la propiedad de un silencio suficiente está asegurada para un conductor durante el rodaje del vehículo. En la Tabla 8 se muestran los resultados de la propiedad de silencio de la evaluación.
- 20

Tabla 8

	Neumático de Ejemplo 15	Neumático de Ejemplo 16	Neumático de Ejemplo 17	Neumático de Ejemplo 18	Neumático de Ejemplo 19	Neumático de Ejemplo 20
Propiedad de prevenir apesamiento de piedras	100	40	65	50	30	20
Propiedad de silencio	7	7	7	7	7	7

- 25 Como resultará obvio según los resultados de la Tabla 8, los neumáticos de los Ejemplos 16 al 20 muestran mejor propiedad para prevenir el apesamiento de piedras, a la vez que se reducen los sonidos de resonancia de tubo, en comparación con el neumático del Ejemplo 15. Los neumáticos de los Ejemplos 19 y 20, en particular, han mejorado significativamente la propiedad de impedir el apesamiento de piedras.

- 30 Por tanto, como resultará obvio según las descripciones precedentes, optimizando la forma del resonador, es posible proporcionar una cubierta neumática que es capaz de mejorar la propiedad de impedir el apesamiento de piedras, a la vez que reduce los sonidos de resonancia de tubo al rodar el neumático.

Experimento 6

- Además, en el Experimento 6, se prepararon: un neumático del Ejemplo Convencional 1 que no tenía un resonador, neumáticos de los Ejemplos 21 al 23 en los que la anchura de la porción de siping era menor en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia y el primer extremo de un resonador estaba separado en la dirección circunferencial del neumático del segundo extremo de otro resonador; neumáticos de los Ejemplos 24 y 25 en los que la anchura de la porción de siping era más pequeña en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, la porción de célula de resonancia de un resonador se superpone al menos parcialmente a la porción de siping de otro resonador adyacente al primer resonador en la dirección circunferencial del neumático; y neumáticos de los Ejemplos 26 y 27 en los que era menor la anchura de la porción de siping en el lado del surco circunferencial que en el lado de la porción de célula de resonancia y el primer extremo de un resonador estaba alineado con el segundo extremo de otro resonador en la misma línea según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, como neumáticos radiales para un vehículo de pasajeros que tenían el tamaño de neumático 225/55R17, respectivamente. Se evaluaron las actuaciones de estos neumáticos. A continuación se describen los detalles de la evaluación.
- 35
- 40

- 45 La porción de siping del resonador de cada uno de los neumáticos de los Ejemplos 21 al 26 está constituida por una porción lateral de surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_1 : 1,5 mm, y la longitud m_1 : 25 mm; y una porción lateral de célula de resonancia que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_2 : 2 mm, y la longitud m_2 : 5 mm. La porción de siping del resonador del neumático del Ejemplo 27 está constituida por una porción

5 lateral del surco circunferencial que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_1 : 1,5 mm, y la longitud m_1 : 20 mm; y una porción lateral de célula de resonancia que tiene la profundidad D_2 : 6 mm, la anchura w_2 : 2 mm, y la longitud m_2 : 10 mm. Además, cada uno de los neumáticos de los Ejemplos 21 al 27 tiene, como se muestra en la Figura 37, cuatro surcos circunferenciales y porciones de tierra similares a una nervadura adyacentes a ellos en la porción de rodadura. La anchura y la profundidad del surco circunferencial son 8 mm, respectivamente. Como se muestra de manera ejemplar en la Figura 37, cada uno de estos neumáticos tiene 60 resonadores en cada porción de tierra similar a una nervadura a lo largo de la circunferencia del neumático. En la Tabla 9 se muestran las formas y disposiciones de los resonadores respectivos. El volumen de la porción de célula de resonancia de cada uno de los resonadores dispuestos en los neumáticos de los ejemplos 21 al 26 es 840 mm^3 y el volumen de la porción de célula de resonancia del resonador dispuesto en el neumático del Ejemplo 27 es 1.260 mm^3 . Para establecer una comparación, se preparó también el neumático del Ejemplo Convencional 1 que tiene la misma estructura que la de los neumáticos de los Ejemplos 21 al 27, excepto en que el neumático del Ejemplo Convencional 1 no tiene un resonador.

Tabla 9

	Forma y disposición del resonador
Neumático del Ejemplo Convencional 1	Sin resonador
Neumático del Ejemplo 21	Figura 39
Neumático del Ejemplo 22	Figura37 (Figura25)
Neumático del Ejemplo 23	Figura 26
Neumático del Ejemplo 24	Figura 27
Neumático del Ejemplo 25	Figura 28
Neumático del Ejemplo 26	Figura 29
Neumático del Ejemplo 27	Figura 30

15 El método para medir los sonidos de resonancia de tubo y el ruido de pauta incluía los pasos de: ensamblar cada uno de los neumáticos con una llanta que tenía el tamaño de 7,5J; inflar el neumático a una presión de aire de 230 kPa (presión relativa); hacer que cada uno de los neumáticos girara en un banco de pruebas de neumáticos de interiores a una velocidad de 60 km/h ejerciendo una carga de 4,5 kN sobre ellos; y medir el ruido lateral del neumático de acuerdo con las condiciones prescritas en el documento JASO C606. Los sonidos de resonancia de tubo fueron evaluados mediante la obtención de valores de conjunto de la banda de frecuencia central, o sea, 800 Hz – 1.000 Hz - 1.250 Hz, en la banda de 1/3 de octava y expresando los valores de conjunto de los neumáticos de los Ejemplos 21 al 27 como valores relativos con respecto al valor correspondiente del neumático del Ejemplo Convencional 1 que no tenía un resonador. En esta evaluación, se juzgó que era “efectiva” la disminución de la presión sonora en 1 dB, que puede ser considerada como un efecto de mejora en la evaluación de la sensación de un conductor profesional de la conducción real del vehículo de pruebas. Con respecto al ruido de pauta, se obtuvieron para ser evaluados los valores relativos de los neumáticos de los Ejemplos 22 al 27 con respecto al neumático del Ejemplo 21 con una presión sonora en la banda de frecuencia del primer armónico del tono fundamental. En esta evaluación se juzga que es “efectiva” la reducción de la presión sonora en 1 dB o más. En la Tabla 10 se muestran los resultados de la evaluación de la propiedad de silencio.

30

Tabla 10

	Sonido de resonancia de tubo (dB)	Ruido de Pauta (dB)
Neumático del Ejemplo Convencional 1	-	-
Neumático del Ejemplo 21	-2	-
Neumático del Ejemplo 22	-2	-1
Neumático del Ejemplo 23	-2	-2
Neumático del Ejemplo 24	-2	-2,5
Neumático del Ejemplo 25	-2	-3
Neumático del Ejemplo 26	-2	-3
Neumático del Ejemplo 27	-1,5	-4

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 10, se ha confirmado que puede reducirse más aún el ruido de pauta, a la vez que se reducen los sonidos de resonancia de tubo durante el rodaje del neumático.

Aplicabilidad Industrial

- 5 Como resultará obvio según las descripciones precedentes, de acuerdo con el invento presente, se homogeneiza la rigidez de una porción de tierra cerca de la porción de siping optimizando la forma y la disposición de un resonador, con lo que es posible proporcionar una cubierta neumática que es capaz de suprimir con efectividad sonidos estridentes generados cuando la porción de siping es puesta en contacto con una superficie de carretera y se mejoran diversas actuaciones descritas anteriormente incluyendo la propiedad de drenaje y la propiedad de impedir el apesamiento de piedras.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Una cubierta neumática que tiene: un surco circunferencial (7) que se extiende continuamente en la dirección circunferencial del neumático en una superficie de contacto con el suelo (6) de una porción de rodadura; y un resonador (1) dispuesto en una porción de tierra (6) y constituido por una porción de célula de resonancia (3) abierta a una región de contacto con el suelo en una posición separada del surco circunferencial (7) y una porción de siping (2) para hacer que la porción de célula de resonancia se comunique con el surco circunferencial (7), **que se caracteriza porque:**

una anchura de abertura de la porción de siping (2) en la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura está diseñada para cambiar escalonadamente en la dirección longitudinal de ella de tal manera que la anchura de la abertura sea relativamente estrecha en el lado del surco circunferencial (7) y relativamente ancha en el lado de la porción de célula de resonancia, **y porque**

la porción de célula de resonancia (3) termina en la porción de tierra sin comunicación con otro surco circunferencial adyacente.

2. La cubierta neumática de la reivindicación 1, en la que, siempre que la longitud en la dirección circunferencial del neumático y la longitud en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de célula de resonancia (3) del resonador sean L_3 y L_4 , respectivamente, L_4 no es mayor que L_3 .

3. La cubierta neumática de la reivindicación 1 ó la 2, en la que la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura tiene dispuesto al menos un surco de hombro que se extiende desde el surco circunferencial (7) hacia su lado exterior en la dirección a lo ancho del neumático hasta una posición más allá de un extremo de contacto con el suelo de la banda de rodadura.

4. La cubierta neumática de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 3, en la que un área seccional de una cara de la porción de célula de resonancia (3), cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de célula de resonancia, es mayor que un área seccional de una cara de la porción de siping (2), cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de siping (2), y la porción de siping (2) tiene en el lado del fondo del surco de ella una porción ampliada que tiene una anchura de surco mayor que la anchura de la abertura de la porción de siping.

5. La cubierta neumática de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 4, en la que un área seccional de una cara de la porción de célula de resonancia (3), cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de célula de resonancia (3), es mayor que un área seccional de una cara de la porción de siping (2), cuya cara es ortogonal a la dirección en la que se extiende la porción de siping (2), y la profundidad de la porción de célula de resonancia (3) no es mayor que la anchura de la porción de célula de resonancia (3) en la superficie de contacto con el suelo de la porción de rodadura.

6. La cubierta neumática de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 5, que comprende además:
una hilera al menos de porciones de tierra similares a una nervadura (23) adyacentes al surco circunferencial,

en la que una pluralidad de los resonadores (1) están dispuestos a lo largo de la dirección circunferencial del neumático en la porción de tierra similar a una nervadura, y

cada resonador tiene un primer extremo (24) y un segundo extremo (25) que definen una longitud en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia (3), la porción de siping (2) se extiende desde el segundo extremo del resonador (1) en el sentido hacia fuera del primer extremo del resonador (1), y el primer extremo de un resonador (1) y el segundo extremo de otro resonador (1) adyacente al primer resonador en la dirección circunferencial del neumático están alineados entre sí en la misma línea en la dirección a lo ancho del neumático.

7. La cubierta neumática de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 6, que comprende además:

una hilera al menos de porciones de tierra similares a una nervadura adyacentes al surco circunferencial (7), en la que una pluralidad de los resonadores (1) están dispuestos a lo largo de la dirección circunferencial del neumático en la porción de tierra similar a una nervadura, y

cada resonador (1) tiene un primer extremo y un segundo extremo que definen una longitud en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia, la porción de siping (2) se extiende desde el segundo extremo del resonador (1) en el sentido hacia fuera del primer extremo del resonador (1), y, según se mira en la dirección a lo ancho del neumático, la porción de célula de resonancia (3) de un resonador (1) se superpone al menos parcialmente a la porción de siping de otro resonador adyacente al primer resonador en la dirección circunferencial del neumático.

8. La cubierta neumática de cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 7, que comprende además:

una hilera al menos de porciones de tierra similares a una nervadura adyacentes al surco circunferencial (7), en la que una pluralidad de los resonadores (1) están dispuestos a lo largo de la dirección circunferencial del neumático en la porción de tierra similar a una nervadura, y

- 5 cada resonador (1) tiene un primer extremo y un segundo extremo que definen una longitud en la dirección circunferencial del neumático de la porción de célula de resonancia (3), la porción de siping (2) se extiende desde el segundo extremo del resonador (1) en el sentido hacia fuera del primer extremo del resonador (1), y el área seccional en la dirección a lo ancho de la porción de célula de resonancia (3) disminuye gradualmente hacia el primer extremo del resonador.

FIG. 1

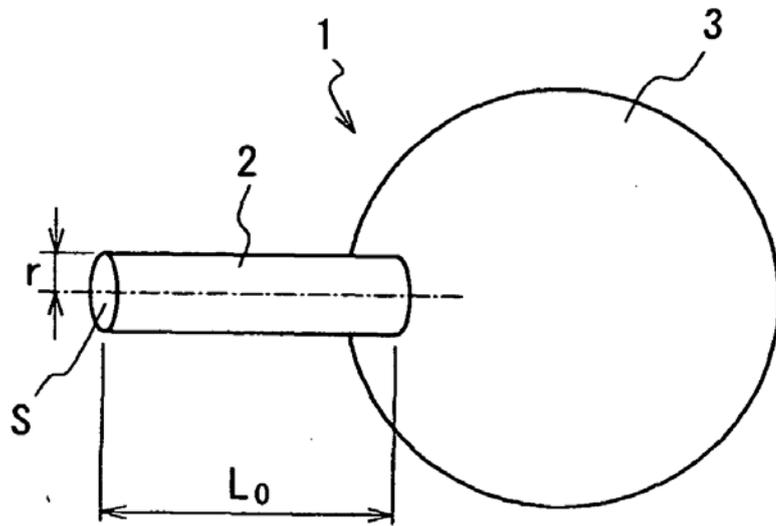


FIG. 2

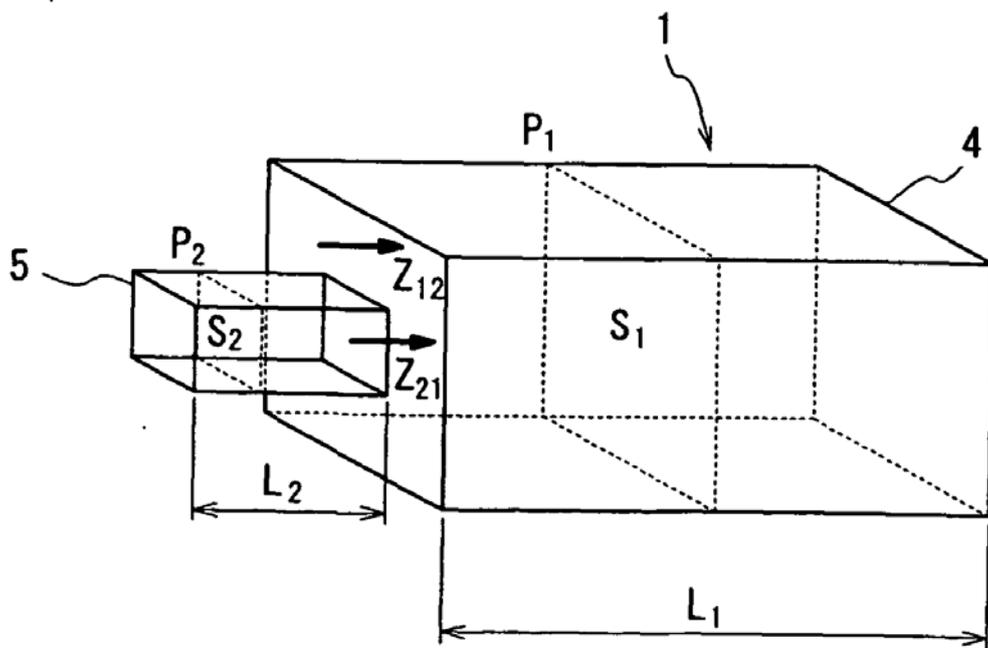


FIG. 3

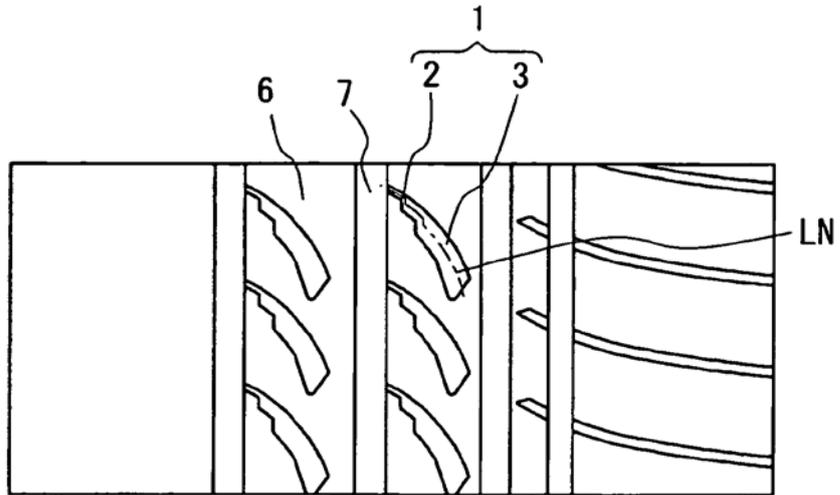


FIG. 4

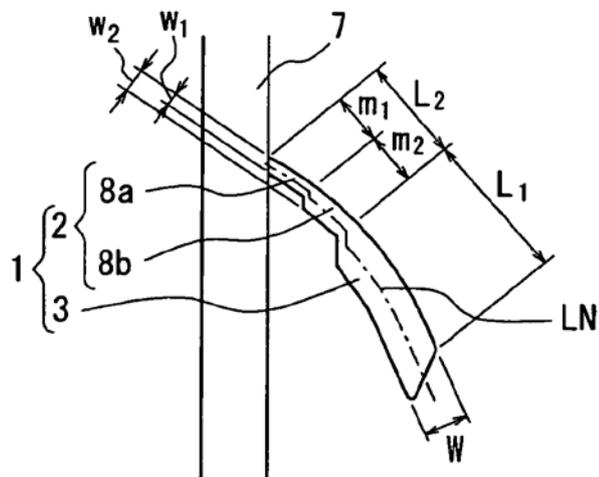


FIG. 5

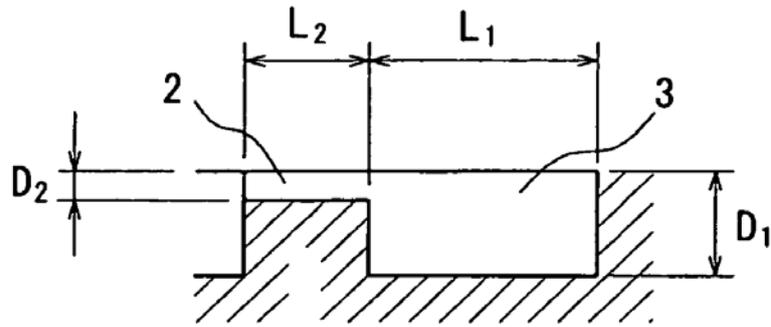


FIG. 6

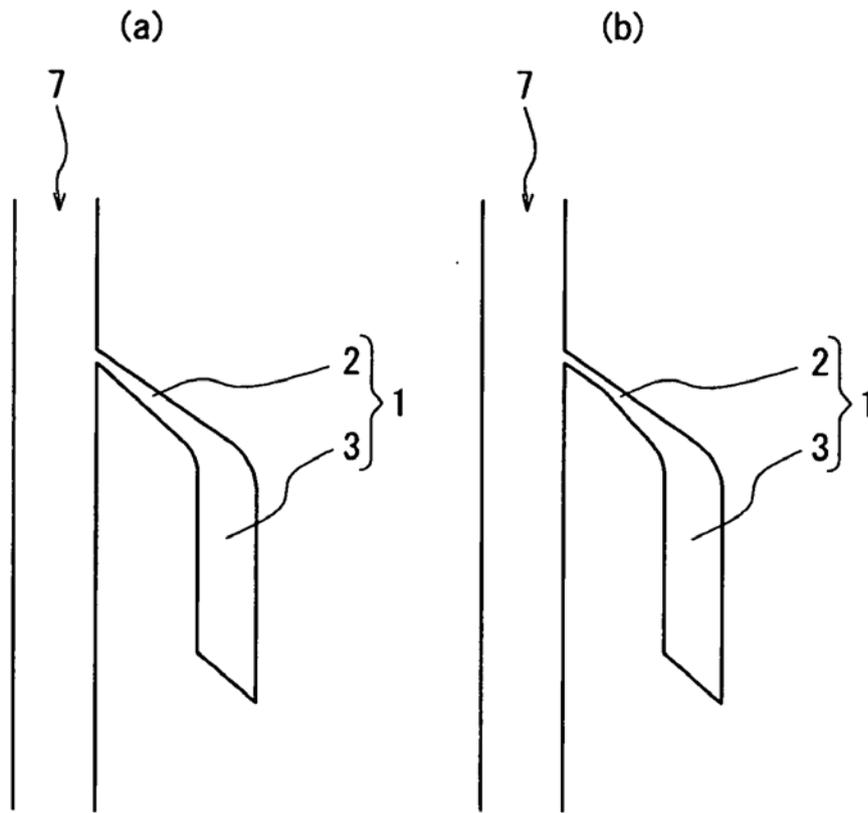


FIG. 7

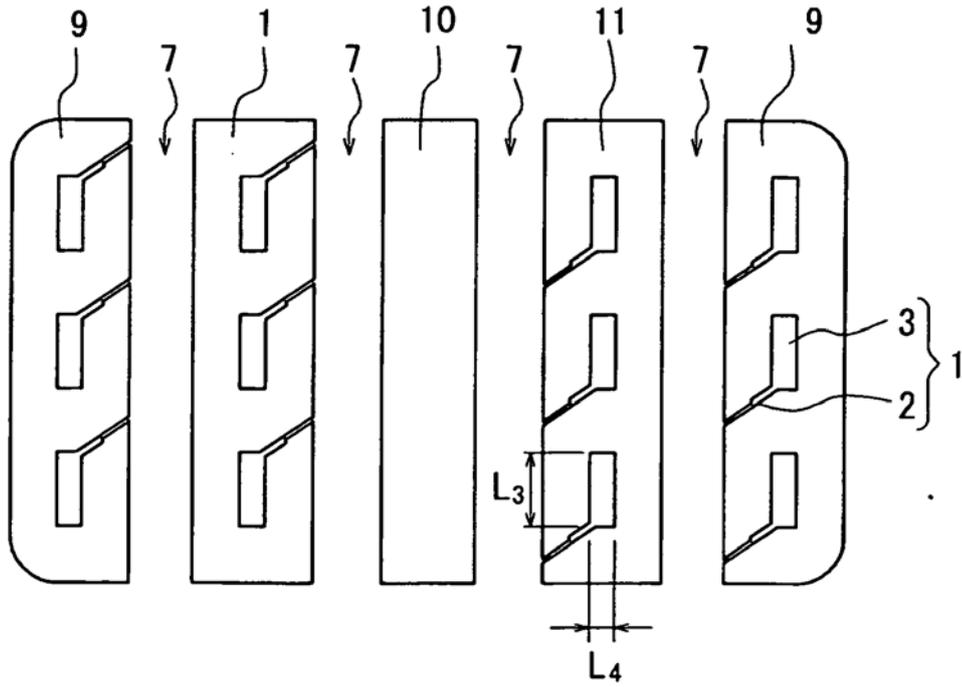


FIG. 8

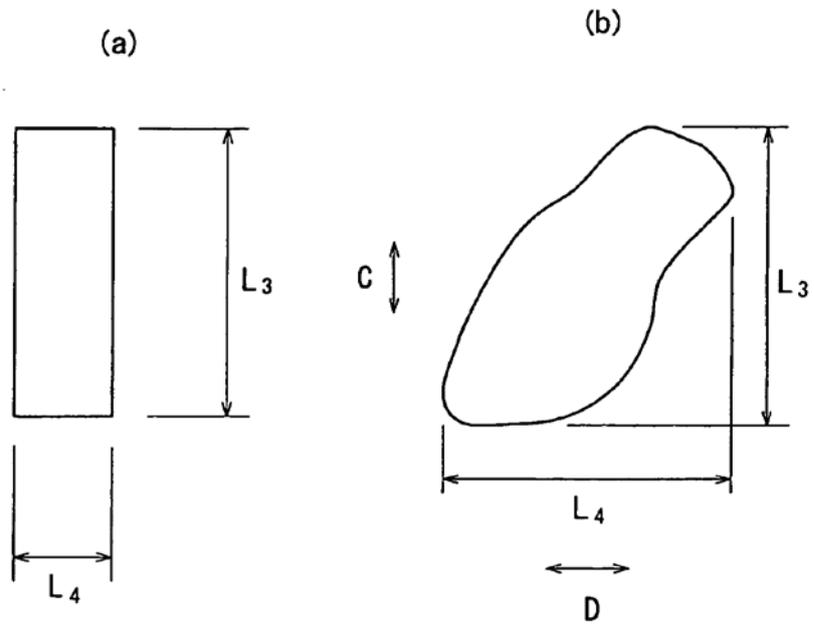


FIG. 9

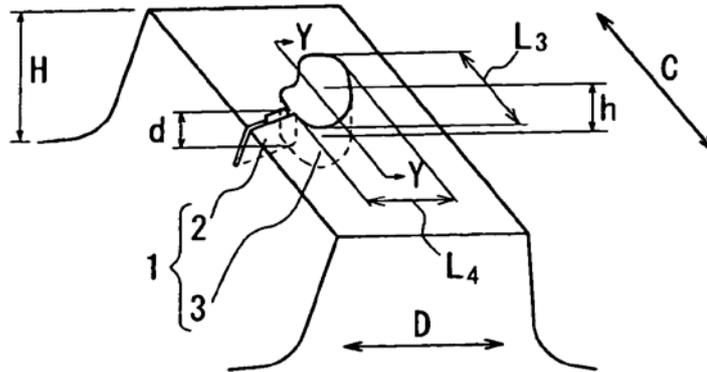


FIG. 10

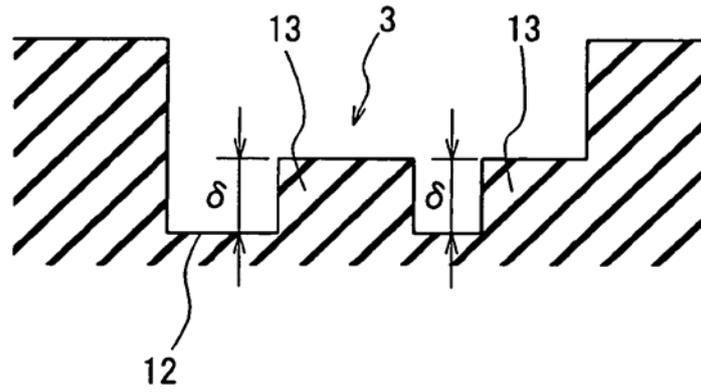


FIG. 11

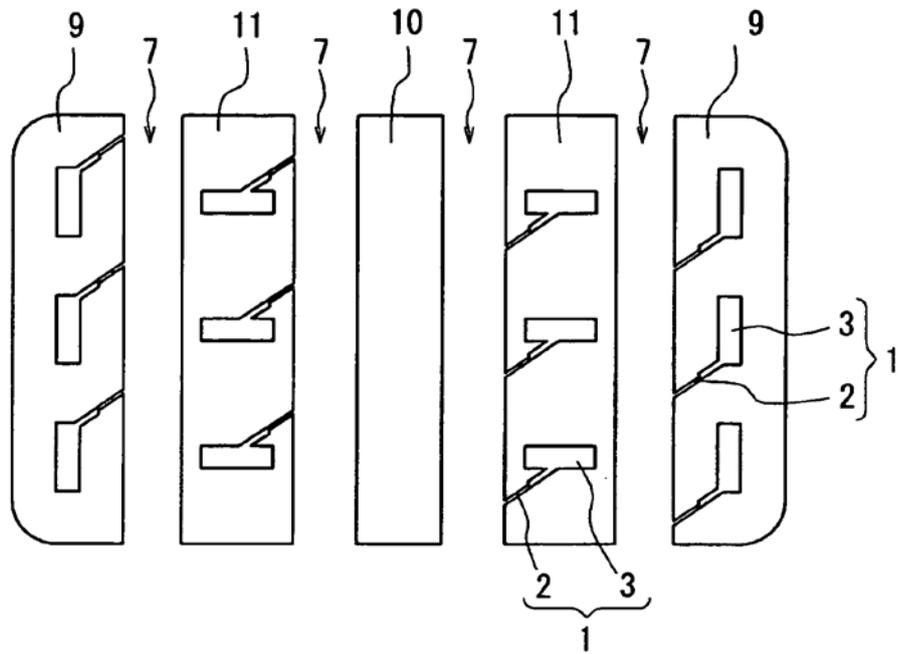


FIG. 12

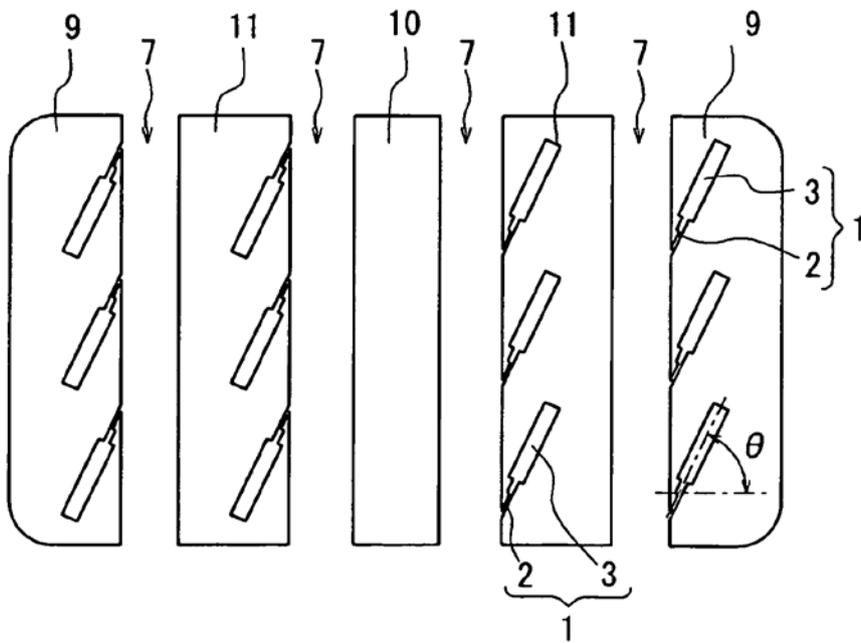


FIG. 13

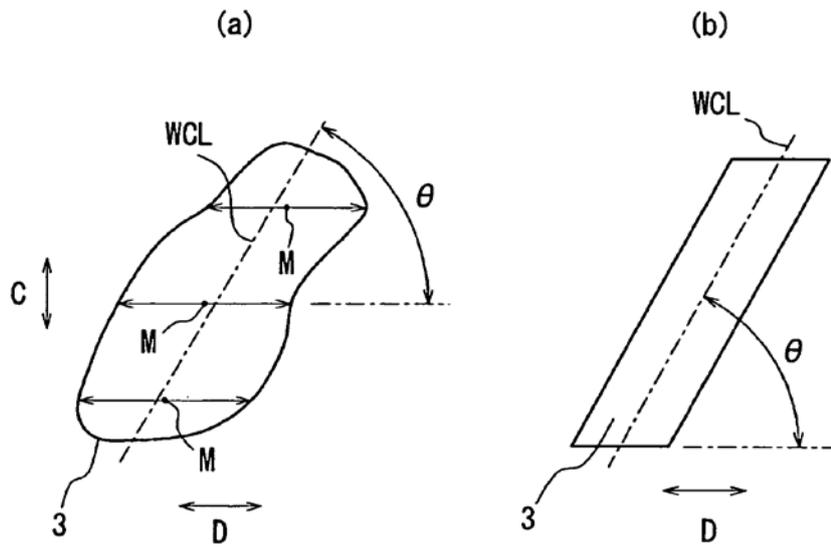


FIG. 14

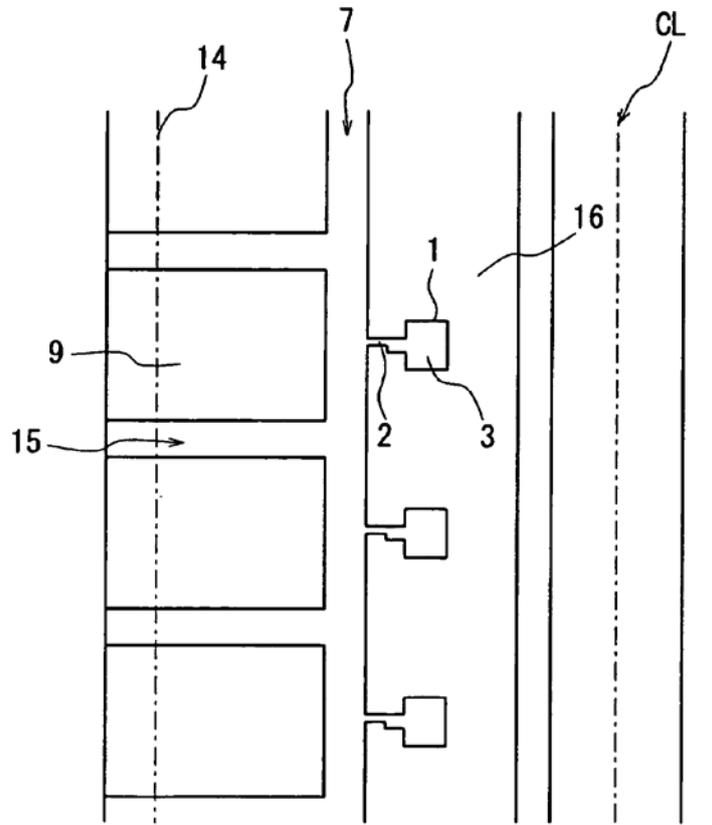


FIG. 15

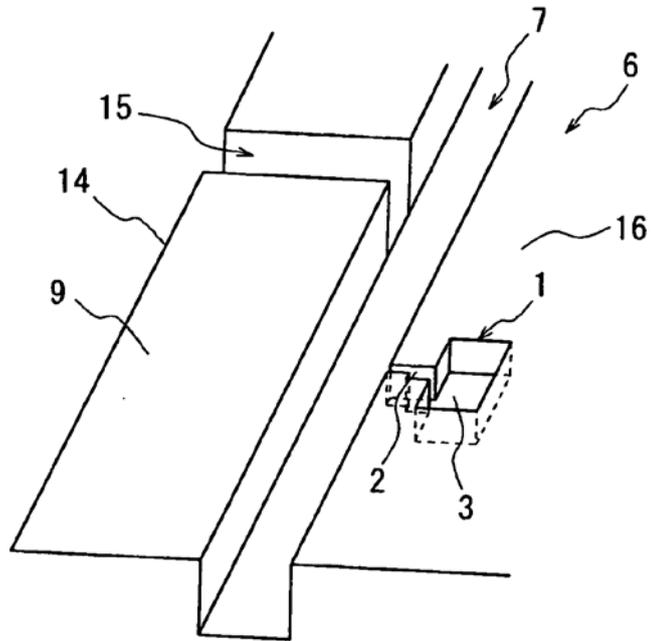


FIG. 16

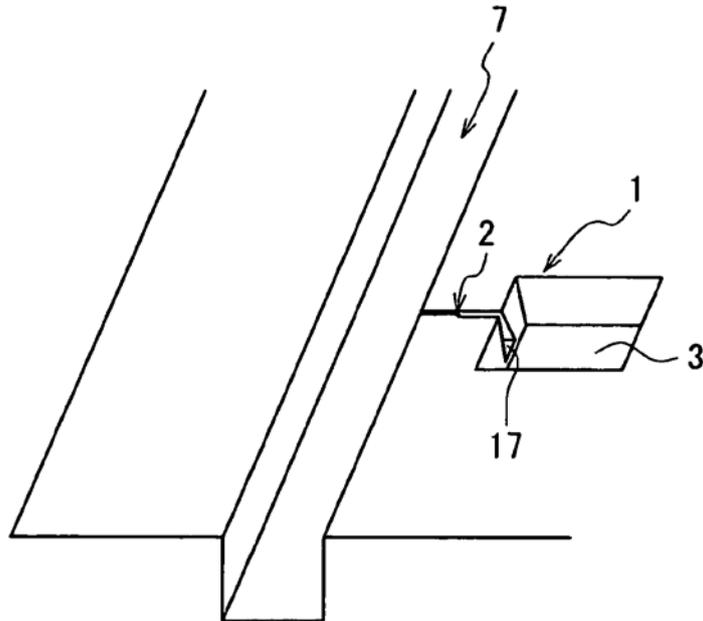


FIG. 17

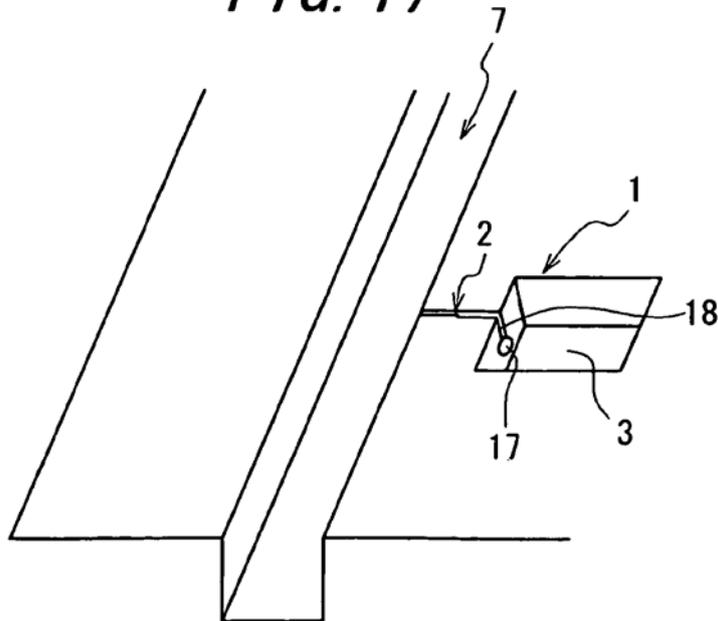


FIG. 18

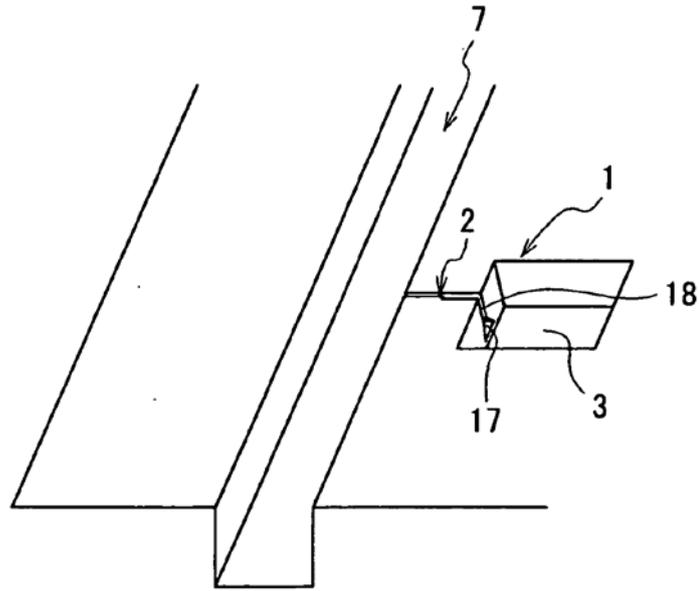


FIG. 19

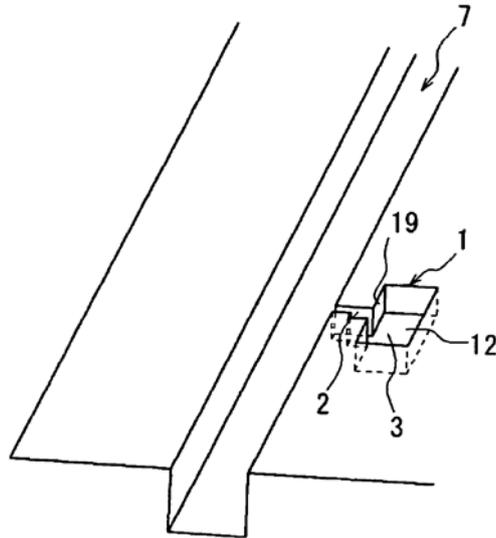


FIG. 20

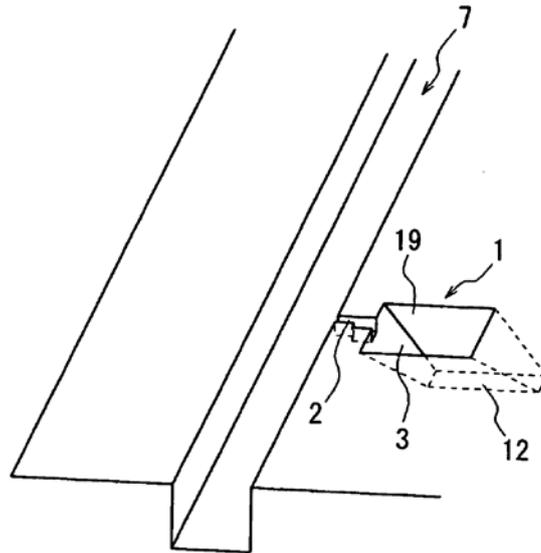


FIG. 21

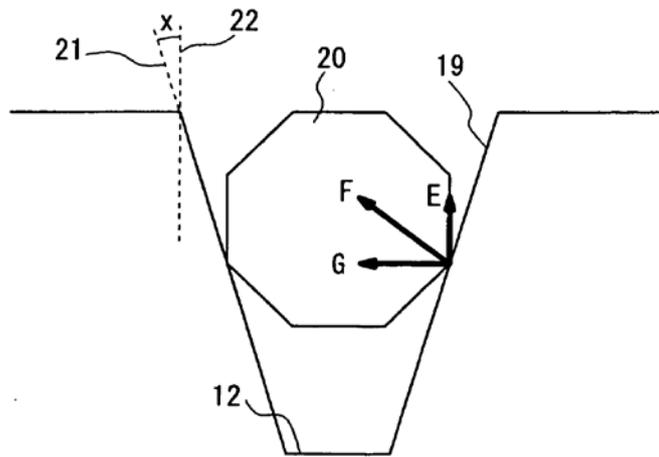


FIG. 22

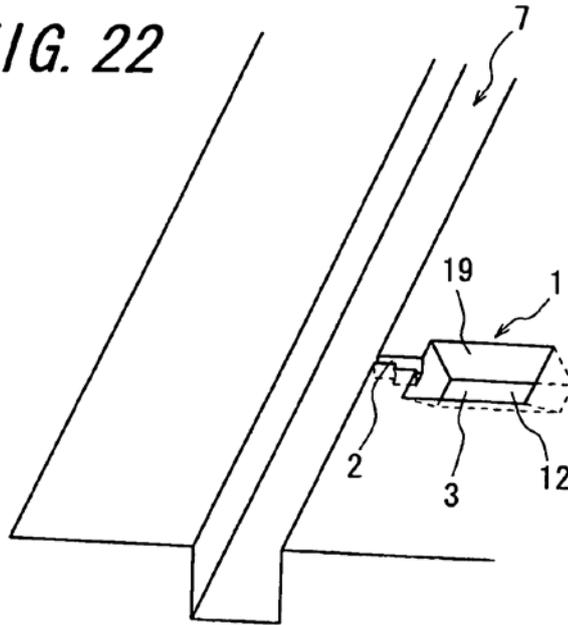


FIG. 23

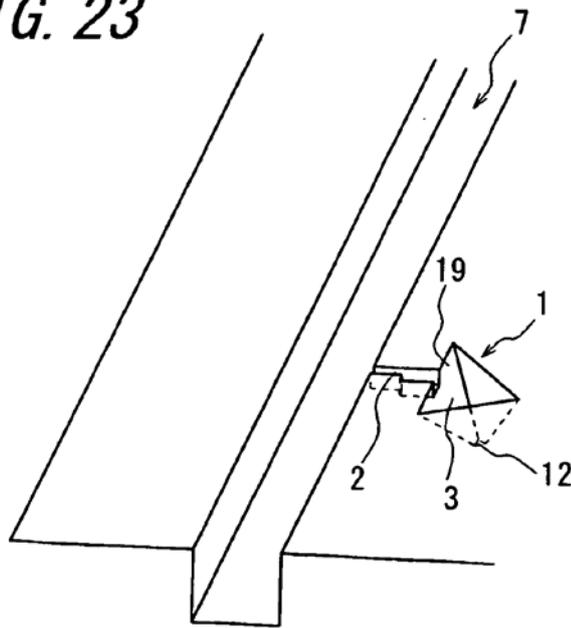


FIG. 24

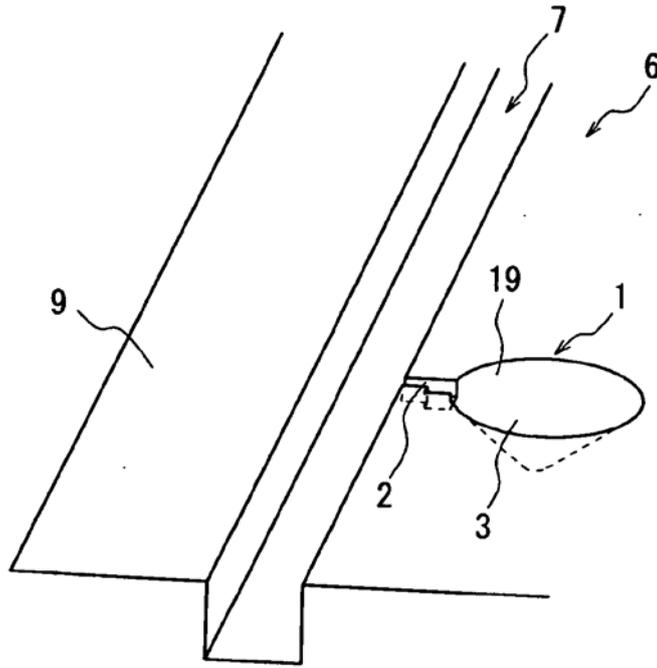


FIG. 26

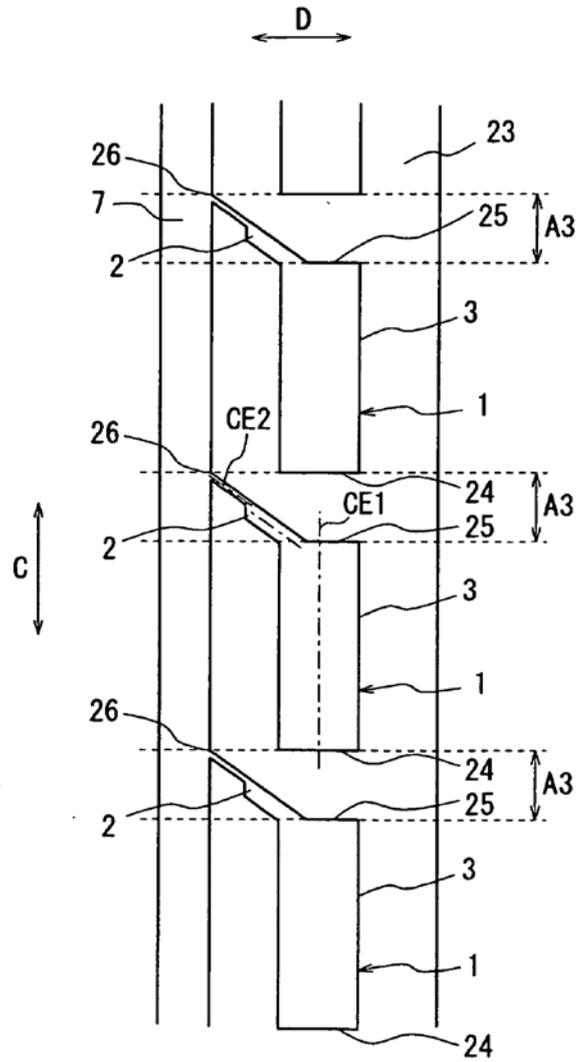


FIG. 27

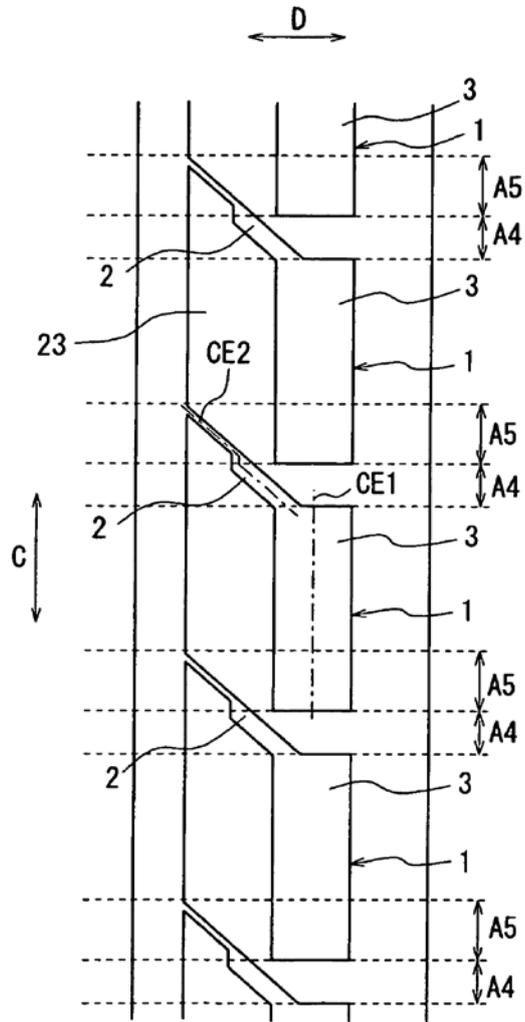


FIG. 28

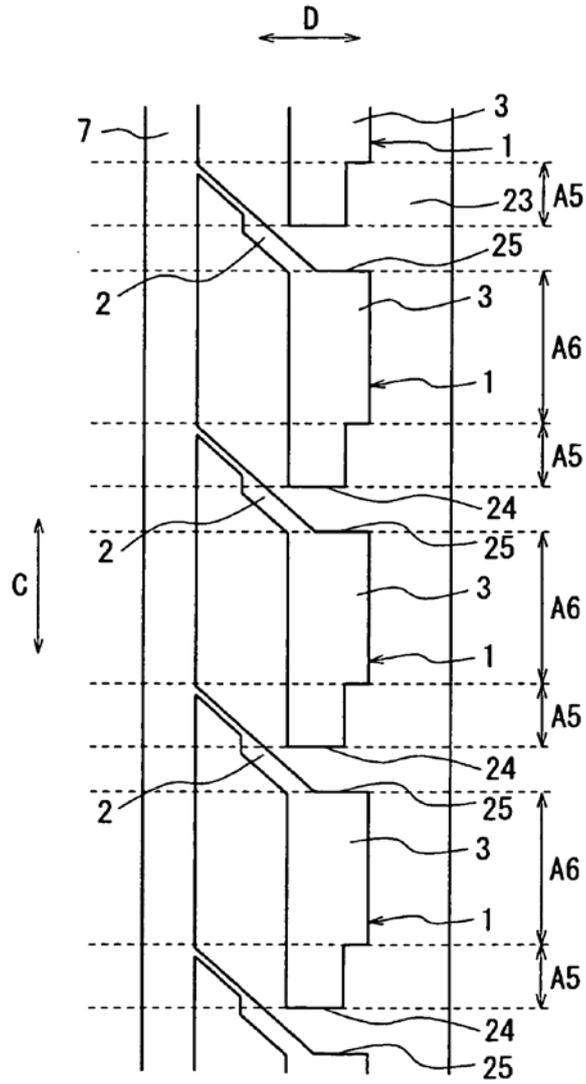


FIG. 29

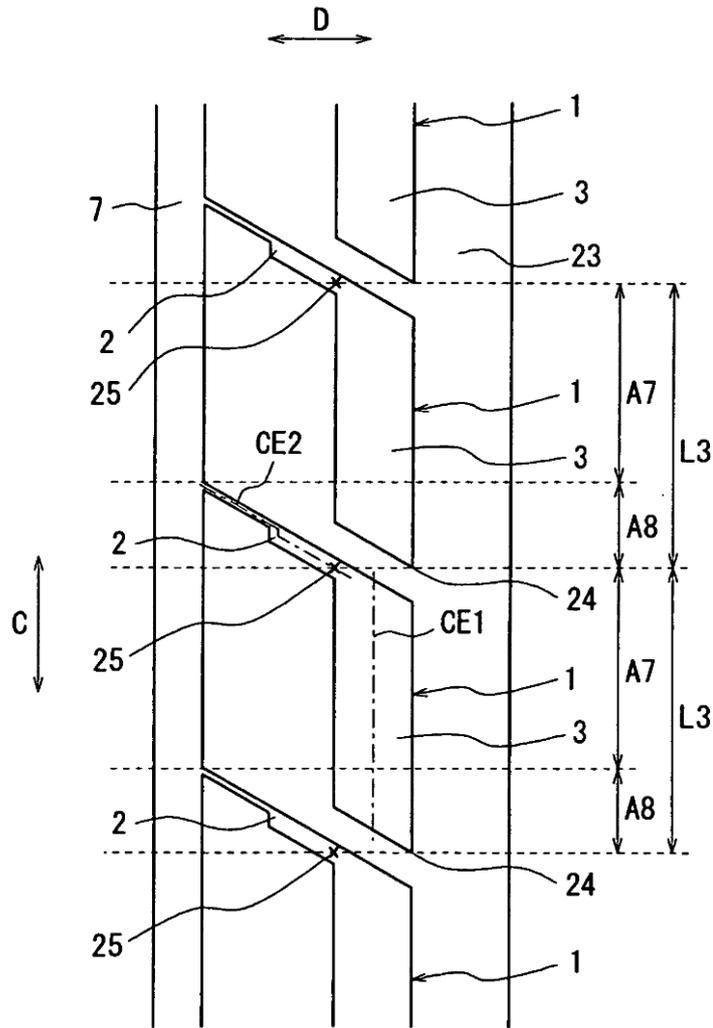


FIG. 30

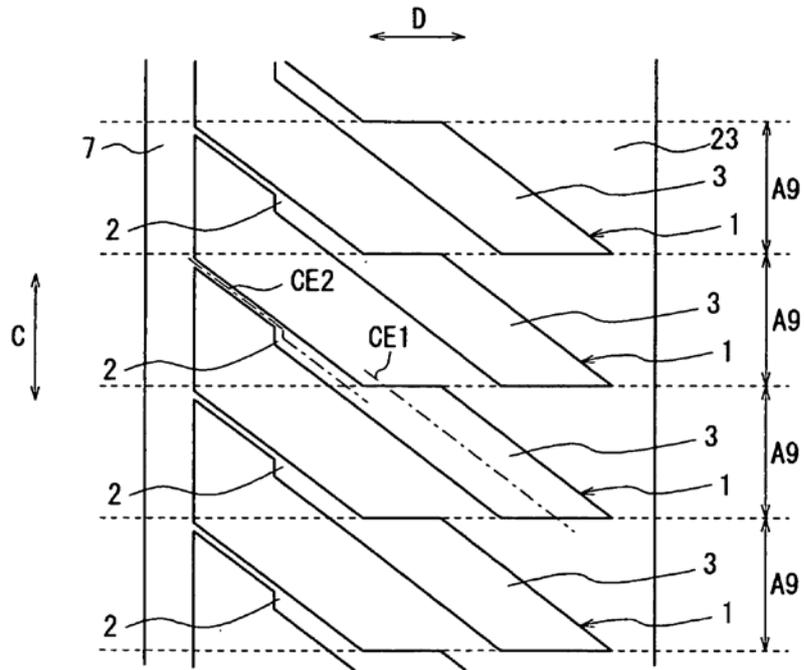


FIG. 31

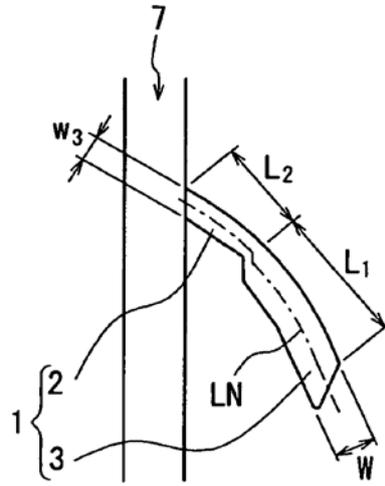


FIG. 32

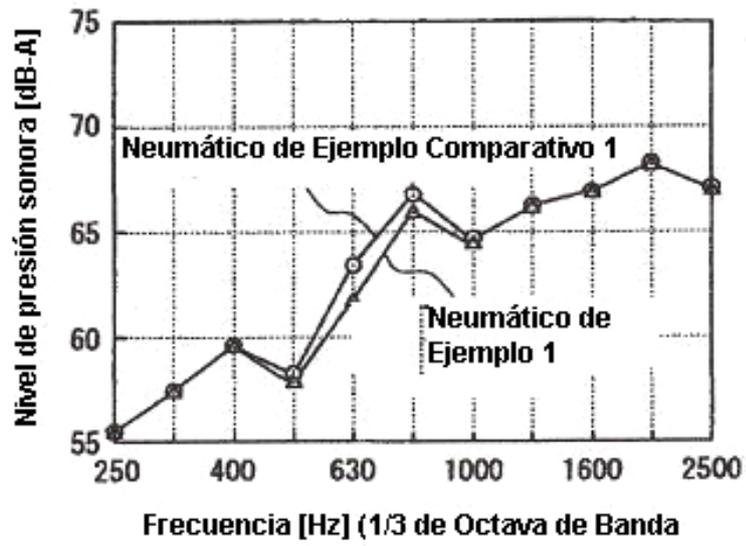


FIG. 33

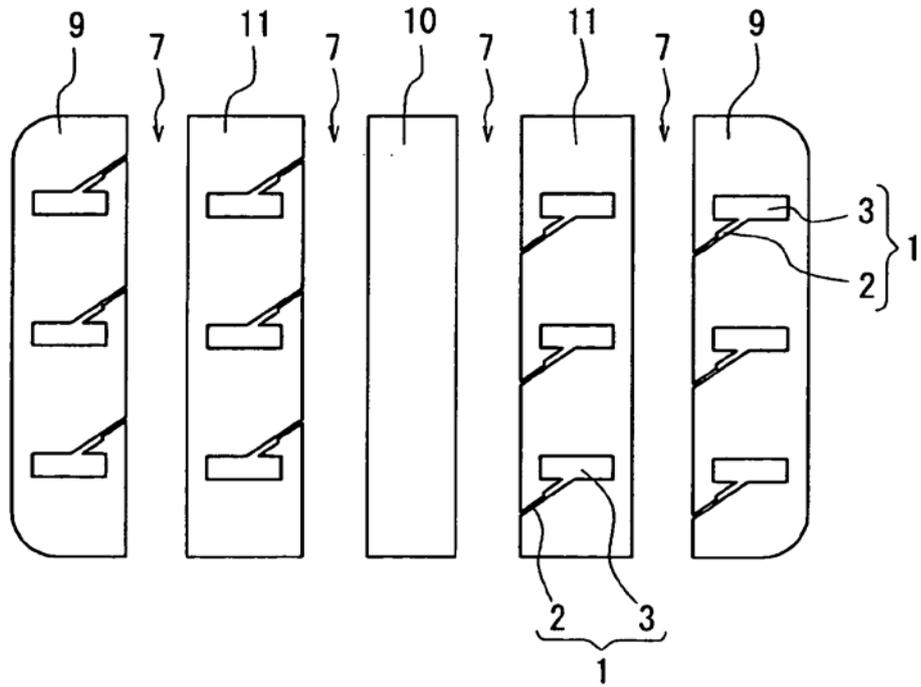


FIG. 34

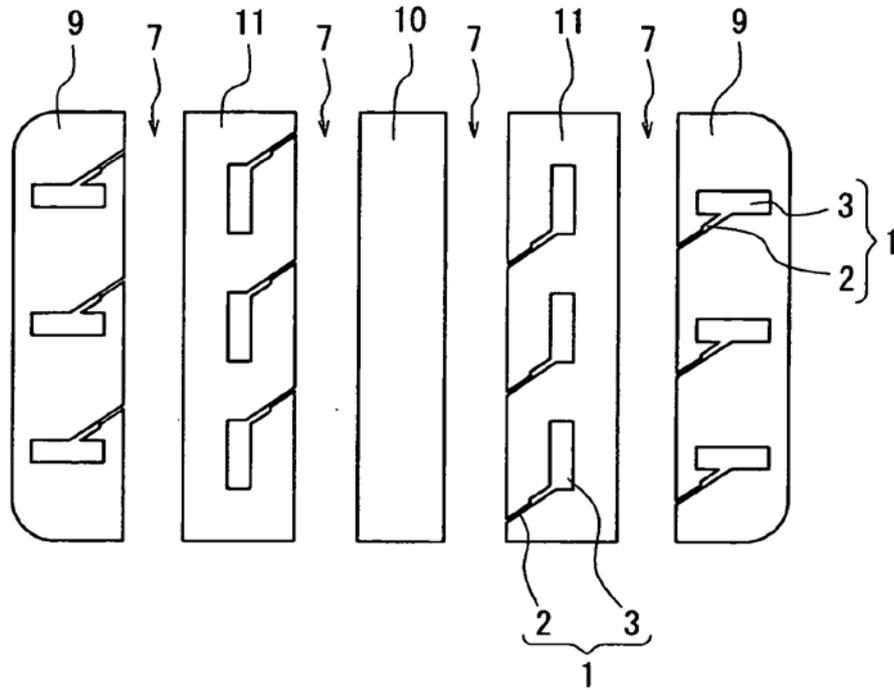


FIG. 35

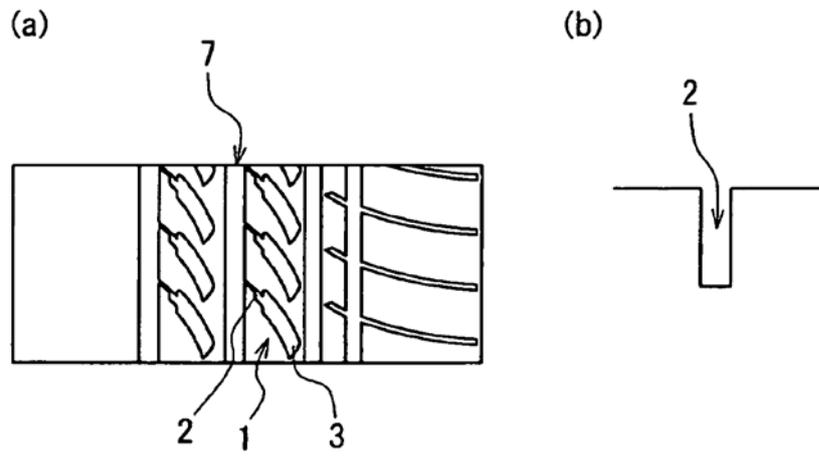


FIG. 36

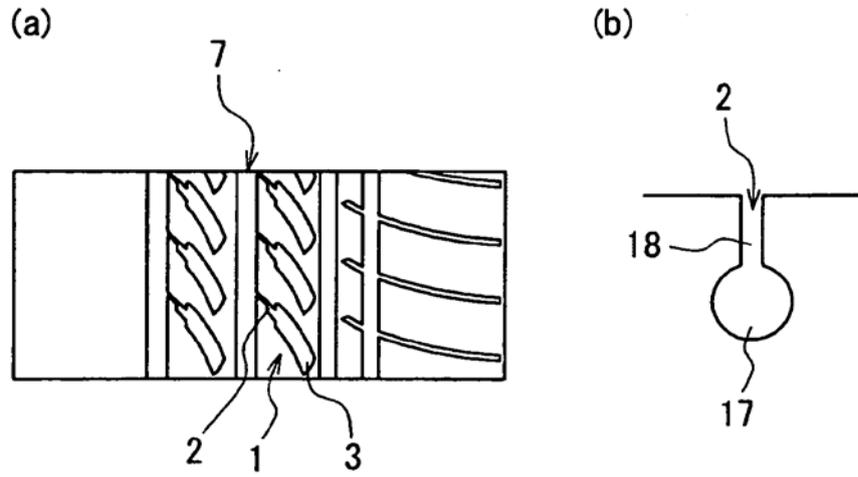
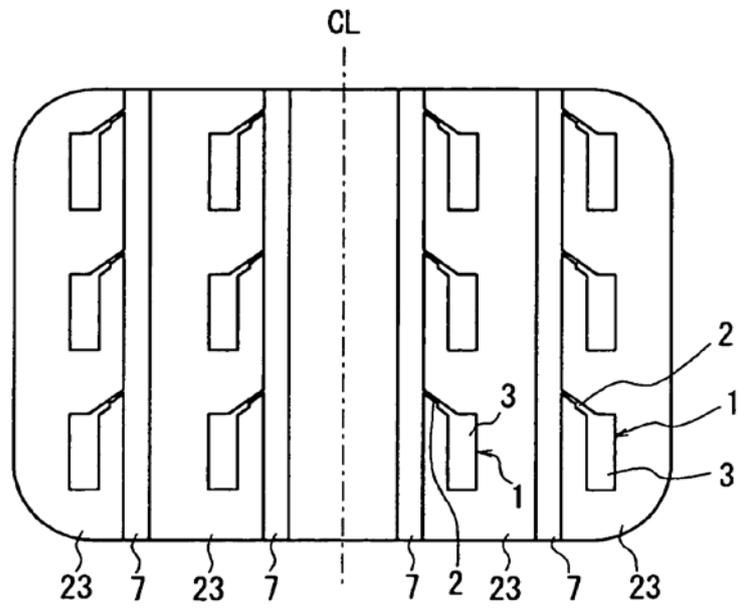


FIG. 37



Área seccional en la dirección a lo ancho del neumático de la porción de tierra similar a una nervadura

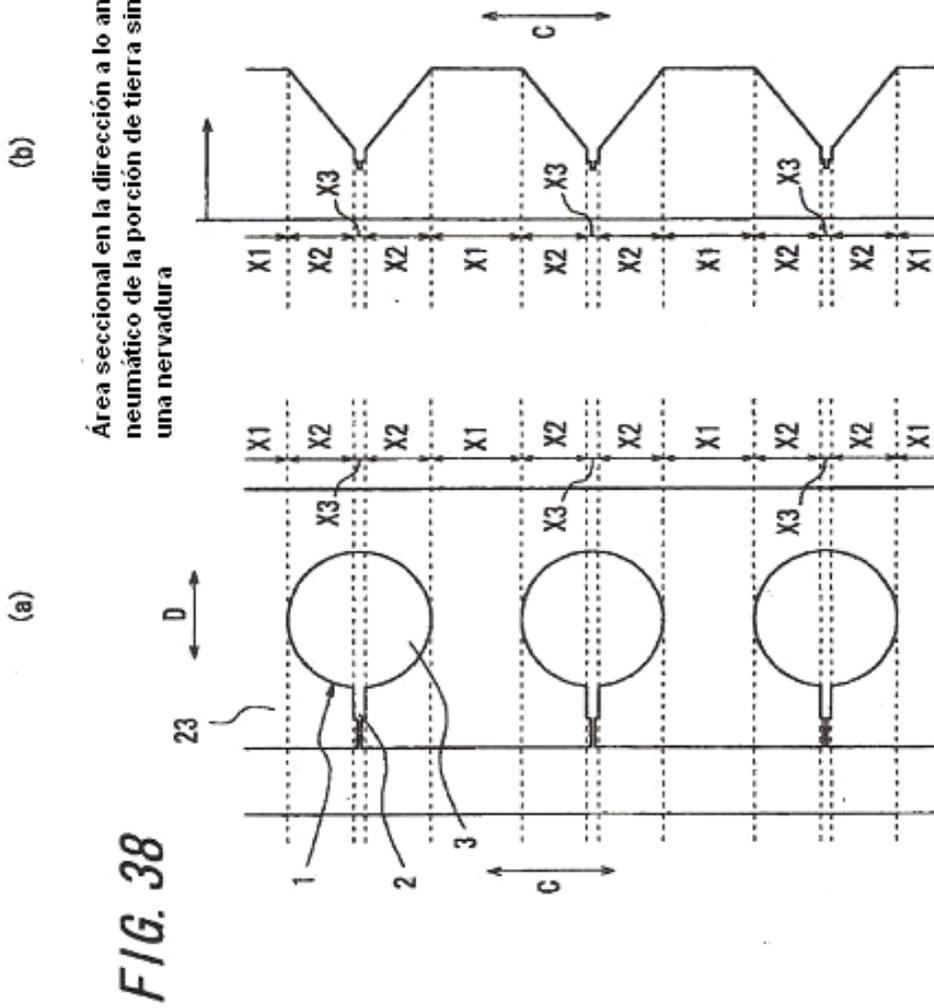


FIG. 39

