



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 353 903**

51 Int. Cl.:  
**C08L 9/06** (2006.01)  
**B60C 1/00** (2006.01)  
**C08K 3/36** (2006.01)  
**C08L 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06713602 .8**  
96 Fecha de presentación : **13.02.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1860146**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2007**

54 Título: **Composición de caucho y su uso en un neumático.**

30 Prioridad: **14.03.2005 JP 2005-70644**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.03.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.03.2011**

73 Titular/es: **BRIDGESTONE CORPORATION**  
**10-1, Kyobashi 1-chome**  
**Chuo-ku, Tokyo 104-8340, JP**

72 Inventor/es: **Miyoshi, Masaki**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 353 903 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).

# ES 2 353 903 T3

## DESCRIPCIÓN

Composición de caucho y su uso en un neumático.

5 La presente invención se refiere a una composición de caucho y a su uso en, al menos, una parte en contacto con el suelo de una parte de la banda de rodamiento de un neumático, y más concretamente, a una composición de caucho para una banda de rodamiento capaz de mejorar la estabilidad de la dirección sobre pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible de un neumático.

10 Últimamente, hay una gran demanda para reducir el consumo de combustible de los automóviles en conexión con un control a nivel mundial de los efluentes de dióxido de carbono vinculado a un creciente interés por los problemas ambientales. Para cubrir tal demanda, se exige reducir la resistencia a la rodadura como una característica del rendimiento del neumático. Para reducir la resistencia a la rodadura del neumático, es eficaz usar una composición de caucho que tenga una menor tangente de pérdidas ( $\tan \delta$ ) y una baja acumulación de calor aplicada a una parte de la banda de rodamiento del neumático.

15 Por otro lado, se sabe que la acumulación de calor de una composición de caucho se reduce sustituyendo todo o una parte del negro de carbón de una composición de caucho que usa negro de carbón como carga por sílice, y la resistencia a la rodadura del neumático se reduce a la vez que se mejora el bajo consumo de combustible, usando una composición de caucho que contenga sílice en la parte de la banda de rodamiento del neumático. Además, se sabe que la estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo se mejora simultáneamente con la mejora del bajo consumo de combustible cuando se usa la composición de caucho que contiene sílice en la parte de la banda de rodamiento del neumático. Por lo tanto, se supone que la estabilidad de la dirección sobre el pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible del neumático se pueden mejorar enormemente usando en la parte de la banda de rodamiento del neumático una composición de caucho en la que se ha aumentado la cantidad de sílice combinada.

20 Sin embargo, cuando se aumenta enormemente la cantidad de sílice combinada en la composición de caucho, existe el problema de que es difícil dispersar mucho el sílice en el componente de caucho y la tangente de pérdidas ( $\tan \delta$ ) de la composición de caucho no se puede reducir lo suficiente debido a la poca dispersión del sílice. Además, como la dispersibilidad del sílice como carga es mala, existe el problema de que la composición de caucho resultante tiene características de fractura insuficientes. Por lo tanto, en la actualidad se necesita una técnica capaz de garantizar suficientemente la dispersibilidad del sílice en el componente de caucho, incluso cuando el sílice se usa en una gran cantidad.

25 También caben destacar las revelaciones de los documentos EP-1 253 170 A; EP-0 942 042 A; WO 2004/024 813 A; EP-1 535 959 A; EP-0 502 728 A; EP-1 241 203 A; US-5 508 336 A; US-4 866 131 A; y US-4 471 093 A.

30 Por lo tanto, un objeto de la invención consiste en mejorar la dispersibilidad del sílice en el componente de caucho de una composición de caucho combinada con una gran cantidad de sílice y proporcionar una composición de caucho capaz de mejorar la estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y un bajo consumo de combustible de un neumático. Además, otro objeto de la invención consiste en proporcionar un neumático que usa tal composición de caucho, al menos, en una parte en contacto con el suelo de una parte de la banda de rodamiento y que tiene una excelente estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y un bajo consumo de combustible.

35 El inventor ha realizado diversos estudios para conseguir los objetos anteriores y descubrió que es posible mejorar la eficiencia de la trituración de la composición de caucho hasta obtener sílice muy dispersado usando un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado líquido de bajo peso molecular que tiene un contenido del compuesto vinílico aromático, un contenido unido al vinilo y un peso molecular medio en masa especificados en lugar de un agente de ablandamiento usado comúnmente tal como aceite aromático o similar en la composición de caucho que comprende una gran cantidad de sílice como carga y, por tanto, es posible reducir considerablemente la tangente de pérdidas ( $\tan \delta$ ) sin que con ello se deterioren las características de fractura de la composición de caucho, y además, la estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible del neumático se pueden mejorar enormemente usando la composición de caucho resultante en al menos una parte en contacto con el suelo de la parte de la banda de rodamiento, y como resultado de ello, se ha realizado la invención.

40 Es decir, la composición de caucho según la invención comprende de 5 a 60 partes en masa de un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular que tiene un contenido del compuesto vinílico aromático del 5 al 80% en masa, un contenido unido al vinilo de una parte del compuesto diénico conjugado del 10 al 80% en masa y un peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel y convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000, y de 20 a 90 partes en masa de una carga (C) en base a 100 partes en masa de un componente de caucho (A) compuesto por al menos uno entre caucho natural y cauchos sintéticos basados en dienos, en la que del 50 al 90% en masa de la carga (C) es sílice.

45 La composición de caucho según la invención contiene además preferiblemente del 5 al 15% en masa de un agente de acoplamiento de silano (D) basado en la cantidad de sílice combinada. En este caso, además, se pueden mejorar la baja acumulación de calor y el rendimiento en húmedo de la composición de caucho.

## ES 2 353 903 T3

En la composición de caucho según la invención, no menos del 50% en masa del componente de caucho (A) es caucho de copolímero estireno-butadieno (SBR).

5 En otra realización preferible de la composición de caucho según la invención, el compuesto vinílico aromático del copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es estireno.

10 En otra realización preferible más de la composición de caucho según la invención, el compuesto diénico conjugado del copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es 1,3-butadieno.

15 En la composición de caucho según la invención, el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular puede ser un copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular sin modificar o un copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado que tenga al menos un grupo funcional. Cuando el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular sin modificar, es preferible que tenga un peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel y convertido en poliestireno de 20.000 a 150.000, más preferiblemente, de 50.000 a 150.000. Además, cuando el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado que tiene al menos un grupo funcional, es preferible que tenga un peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel antes de la modificación y convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000.

20 El neumático según la invención también se caracteriza por usar la anterior composición de caucho en al menos una parte en contacto con el suelo de una parte de la banda de rodamiento.

30 Según la invención, es posible proporcionar una composición de caucho que usa un copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado líquido de bajo peso molecular que tiene un contenido de compuesto vinílico aromático, un contenido unido al vinilo y un peso molecular medio en masa especificados, y que es capaz de mejorar la estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible de un neumático. También se puede proporcionar un neumático que haga uso de tal composición de caucho al menos en una parte en contacto con el suelo de una parte de la banda de rodamiento y que tenga una excelente estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y un bajo consumo de combustible.

35 A continuación, se describirá la invención detalladamente. La composición de caucho según la invención comprende de 5 a 60 partes en masa de un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular que tiene un contenido del compuesto vinílico aromático del 5 al 80% en masa, un contenido unido al vinilo de una parte del compuesto diénico conjugado del 10 al 80% en masa y un peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel y convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000, y de 20 a 90 partes en masa de una carga (C) en base a 100 partes en masa de un componente de caucho (A) compuesto por al menos uno entre caucho natural y cauchos sintéticos basados en dienos, en la que del 50 al 90% en masa de la carga (C) es sílice.

45 En la composición de caucho según la invención, el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular mejora la eficiencia de trituración de la composición de caucho y la dispersibilidad del sílice combinado como carga (C) en el componente de caucho (A). Por lo tanto, la composición de caucho según la invención tiene una baja acumulación de calor y un rendimiento en húmedo excelentes, porque el efecto ejercido mediante la combinación del sílice es suficiente. Además, debido a la buena dispersibilidad del sílice, la composición de caucho según la invención tiene suficientes características de fractura. Es más, la estabilidad de la dirección sobre el pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible del neumático se pueden mejorar enormemente al tiempo que se garantizan suficientemente las características de fractura del neumático usando la composición de caucho en al menos una parte en contacto con el suelo de la parte de la banda de rodamiento.

55 El componente de caucho (A) de la composición de caucho según la invención está compuesto por al menos un caucho natural (NR) y cauchos sintéticos basados en dienos. El caucho sintético basado en dienos es preferiblemente uno sintetizado mediante una polimerización en emulsión o una polimerización en solución. Como caucho sintético basado en dienos se mencionan concretamente el caucho de poliisopreno (IR), caucho de copolímero estireno-butadieno (SBR), caucho de polibutadieno (BR), caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM), caucho de cloropreno (CR), caucho de butilo halogenado, caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR), etcétera. Como componente de caucho (A), se prefieren el caucho natural, el caucho de poliisopreno, el caucho de copolímero estireno-butadieno y el caucho de polibutadieno, y no menos del 50% en masa del componente de caucho (A) es caucho de copolímero estireno-butadieno. Cuando no menos del 50% en masa del componente de caucho (A) es caucho de copolímero estireno-butadieno, el efecto obtenido combinando el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es sorprendente. Estos componentes de caucho se pueden usar solos o en una mezcla de dos o más. Además, desde el punto de vista de la resistencia al desgaste y la resistencia al calor de la composición de caucho, es preferible que el componente de caucho (A) sea uno que tenga una temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de no menos de -60°C.

## ES 2 353 903 T3

La composición de caucho según la invención comprende de 5 a 60 partes en masa de un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular que tiene un contenido del compuesto vinílico aromático del 5 al 80% en masa, un contenido unido al vinilo de una parte del compuesto diénico conjugado del 10 al 80% en masa y un peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel y convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000 en base a 100 partes en masa del componente de caucho (A). Cuando la cantidad del copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular combinada es menor de 5 partes en masa, la aptitud para el moldeo de la composición de caucho se ve deteriorada, mientras que cuando supera las 60 partes en masa, las características de fractura del caucho vulcanizado tienden a deteriorarse.

Es necesario que el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular tenga un contenido de compuesto vinílico aromático del 5 al 80% en masa. Cuando el contenido del compuesto vinílico aromático unido es menor del 5% en masa o supera el 80% en masa, no es posible establecer suficientemente y de manera simultánea la baja acumulación de calor y el rendimiento en húmedo de la composición de caucho.

Es necesario además que el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado tenga un contenido unido al vinilo en la parte del compuesto diénico conjugado del 10 al 80% en masa. Cuando el contenido unido al vinilo en la parte del compuesto diénico conjugado es menor del 10% en masa o supera el 80% en masa, no es posible establecer suficientemente y de manera simultánea la baja acumulación de calor y el rendimiento en húmedo de la composición de caucho.

Además, es necesario que el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado tenga un peso molecular medio en masa convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000. Cuando el peso molecular medio en masa es menor de 5.000, la tangente de pérdidas ( $\tan \delta$ ) de la composición de caucho tiende a aumentar hasta deteriorar la baja acumulación de calor, mientras que cuando es mayor de 200.000, lo que se deteriora es la aptitud para el moldeo de la composición de caucho.

El copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular puede ser un copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular sin modificar o un copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado que tenga al menos un grupo funcional. Es más, el copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado es preferiblemente uno que tiene al menos un terminal modificado con un compuesto que contiene estaño o un compuesto que contiene silicio.

El copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular sin modificar tiene preferentemente un peso molecular medio en masa convertido en poliestireno de 20.000 a 150.000, más preferiblemente, de 50.000 a 150.000. Cuando el peso molecular medio en masa está en ese intervalo, es realmente posible evitar la degradación de la aptitud para el moldeo en la trituración a la vez que se mejora además la baja acumulación de calor de la composición de caucho.

Además, el copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado tiene un peso molecular medio en masa convertido en poliestireno antes de la modificación de 5.000 a 200.000, más preferiblemente, de 20.000 a 150.000, incluso más preferiblemente, de 50.000 a 150.000. Cuando el peso molecular medio en masa antes de la modificación está en ese intervalo, es realmente posible evitar la degradación de la aptitud para el moldeo a la vez que se mejora además la baja acumulación de calor de la composición de caucho.

El copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular se obtiene mediante la copolimerización de un compuesto vinílico aromático y un compuesto diénico conjugado en forma de monómero con un iniciador de la polimerización. Como compuesto vinílico aromático se mencionan estireno, *p*-metil-estireno, *m*-metil-estireno, *p-terc*-butil-estireno,  $\alpha$ -metil-estireno, clorometil-estireno, vinil-tolueno, etcétera. Entre todos, se prefiere el estireno. Por otro lado, como compuesto diénico conjugado se mencionan 1,3-butadieno, isopreno, 1,3-pentadieno, 2,3-dimetilbutadieno, etcétera. Entre todos, se prefiere el 1,3-butadieno. Además, es preferible que el iniciador de la polimerización sea un compuesto de organolitio, siendo los más preferidos un hidrocarbilo de litio y un compuesto de amida del litio. Cuando se usa un compuesto de organolitio como iniciador de la polimerización, el compuesto vinílico aromático y el compuesto diénico conjugado son copolimerizados mediante una polimerización aniónica. La cantidad del iniciador de la polimerización usada está preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 20 mmoles en base a 100 g de monómero.

El hidrocarbilo de litio preferible como iniciador de la polimerización incluye etil-litio, *n*-propil-litio, isopropil-litio, *n*-butil-litio, *sec*-butil-litio, *terc*-octil-litio, *n*-decil-litio, fenil-litio, 2-naftil-litio, 2-butil-fenil-litio, 4-fenil-butil-litio, ciclohexil-litio, ciclopentil-litio, un producto de la reacción de diisopropenilbenceno y butil-litio, etcétera. Entre ellos, se prefieren los alquil-litios tales como etil-litio, *n*-propil-litio, isopropil-litio, *n*-butil-litio, *sec*-butil-litio, *terc*-octil-litio, *n*-decil-litio, etcétera, siendo el *n*-butil-litio particularmente preferido.

Además, el compuesto de amida del litio preferible como iniciador de la polimerización incluye hexametilen-imida de litio, pirroliduro de litio, piperiduro de litio, heptametilen-imida de litio, dodecametilen-imida de litio, dimetil-amida de litio, dietil-amida de litio, dipropil-amida de litio, dibutil-amida de litio, dihexil-amida de litio, diheptil-

## ES 2 353 903 T3

amida de litio, dioctilo-amida de litio, di-2-etilhexil-amida de litio, didecil-amida de litio, *N*-metil-piperazida de litio, etil-propil-amida de litio, etil-butil-amida de litio, metil-butil-amida de litio, etil-bencil-amida de litio, metil-fenil-amida de litio, etcétera. Entre ellos, los compuestos cíclicos de amida de litio preferidos son hexametilen-amida de litio, pirroliduro de litio, piperiduro de litio, heptametilen-imida de litio, dodecametilen-imida de litio, etcétera, y los particularmente preferidos son hexametilen-imida de litio y pirroliduro de litio.

El procedimiento para generar el copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado con el anterior iniciador de la polimerización no está particularmente determinado. Por ejemplo, es posible producir el copolímero mediante la polimerización de una mezcla del compuesto diénico conjugado y del compuesto vinílico aromático en un disolvente de hidrocarburo inactivo en la reacción de polimerización. Como disolvente de hidrocarburo inactivo en la reacción de polimerización se mencionan propano, *n*-butano, isobutano, *n*-pentano, isopentano, *n*-hexano, ciclohexano, propeno, 1-buteno, isobuteno, *trans*-2-buteno, *cis*-2-buteno, 1-penteno, 2-penteno, 1-hexeno, 2-hexeno, benceno, tolueno, xileno, etilbenceno, etcétera. Se pueden usar solos o en combinaciones de dos o más.

La reacción de polimerización se puede llevar a cabo en presencia de un aleatorizador. El aleatorizador puede controlar la microestructura de la parte del compuesto diénico conjugado del copolímero, y más concretamente, tiene la función de controlar el contenido unido al vinilo de la parte del compuesto diénico conjugado del copolímero, así como de aleatorizar la unidad del compuesto diénico conjugado y la del compuesto vinílico aromático del copolímero, o similares. Como aleatorizador, se mencionan dimetoxibenceno, tetrahidrofurano, dimetoxietano, dietilenglicoldibutiléter, dietilenglicoldimetiléter, bistetrahidrofurilpropano, trietilamina, piridina, *N*-metilmorfolina, *N,N,N',N'*-tetrametiletilendiamina, 1,2-dipiperidinoetano, potasio-*t*-amilato, potasio-*t*-butóxido, sodio-*t*-amilato, etcétera. La cantidad del aleatorizador usada está preferiblemente en el intervalo de 0,01 a 100 moles en base a mol de iniciador de la polimerización usado para generar el copolímero.

La reacción de polimerización se lleva a cabo preferiblemente mediante una polimerización en solución. La concentración del monómero en la solución de la reacción de polimerización está preferiblemente en el intervalo del 5 al 50% en masa, más preferiblemente, del 10 al 30% en masa. Además, el contenido del compuesto vinílico aromático de la mezcla del compuesto diénico conjugado y el compuesto vinílico aromático está preferiblemente en un intervalo del 5 al 80% en masa, y se puede seleccionar adecuadamente en función del contenido del compuesto vinílico aromático del copolímero (B) diana. Además, no se especifica particularmente el sistema de polimerización, y puede ser un sistema por lotes o un sistema continuo.

La temperatura de polimerización de la reacción de polimerización está preferiblemente en un intervalo de 0 a 150°C, más preferiblemente, de 20 a 130°C. Además, la polimerización se puede llevar a cabo bajo una presión de generación, pero lo preferible es que se realice habitualmente bajo una presión suficiente para mantener los monómeros usados en una fase sustancialmente líquida. Cuando la reacción de polimerización se lleva a cabo bajo una presión superior que la presión de generación, el sistema de reacción es preferiblemente presurizado con un gas inerte. Además, los materiales iniciales usados en la polimerización, tales como los monómeros, el iniciador de la polimerización, el disolvente y similares, se usan preferiblemente tras haber eliminado las sustancias que obstruyen la reacción tales como el agua, el oxígeno, el dióxido de carbono, un compuesto protónico y similares.

Además, el copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado se puede obtener mediante (1) un procedimiento que comprende copolimerizar el compuesto vinílico aromático y el compuesto diénico conjugado en forma de monómero con un iniciador de la polimerización para producir un copolímero de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado que tiene un sitio activo para la polimerización, y luego modificar el sitio activo para la polimerización con diversos agentes modificadores, o (2) un procedimiento que comprende copolimerizar el compuesto vinílico aromático y el compuesto diénico conjugado en forma de monómero con un iniciador de la polimerización que tenga un grupo funcional. Cuando se usa el hidrocarbilo de litio como el iniciador de la polimerización, se puede obtener un copolímero que tenga un grupo hidrocarbilo en un terminal de inicio de la polimerización y un sitio activo para la polimerización en otro terminal. Además, cuando se usa el compuesto de amida de litio como el iniciador de la polimerización, se puede obtener un copolímero que tiene un grupo funcional que contiene nitrógeno en un terminal de iniciación de la polimerización y un sitio activo para la polimerización en otro terminal, que tenga al menos un grupo funcional aunque no esté modificado con el agente de modificación.

Cuando se modifica el sitio activo para la polimerización del copolímero que tiene el sitio activo para la polimerización con el agente de modificación, los agentes de modificación que se usarán son preferiblemente compuestos que contienen estaño y compuestos que contienen silicio. El agente de modificación es preferiblemente un agente de acoplamiento representado por la siguiente fórmula (I):



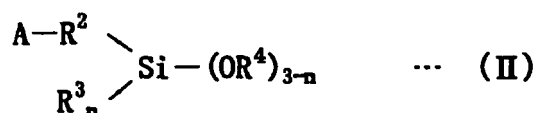
[en la que  $R^1$  se selecciona independientemente del grupo que consiste en un grupo alquilo que tiene un número de carbonos de 1-20, un grupo cicloalquilo que tiene un número de carbonos de 3-20, un grupo arilo que tiene un número de carbonos de 6-20 y un grupo aralquilo que tiene un número de carbonos de 7-20; Z es estaño o silicio; X es independientemente cloro o bromo; y a es 0-3 y b es 1-4 con la condición de que  $a + b = 4$ ]. Es posible mejorar

## ES 2 353 903 T3

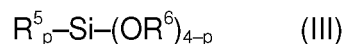
la resistencia al flujo frío del copolímero (B) mediante la modificación con el agente de acoplamiento de fórmula (I). Además, el copolímero (B) obtenido mediante la modificación con el agente de acoplamiento de fórmula (I) tiene al menos un enlace de estaño-carbono y un enlace de silicio-carbono.

Como R<sup>1</sup> de la fórmula (I) se mencionan en concreto grupo metilo, grupo etilo, grupo *n*-butilo, grupo neofilo, grupo ciclohexilo, grupo *n*-octilo, grupo 2-etilhexilo y similares. Además, como el agente de acoplamiento de fórmula (I) se mencionan en concreto SnCl<sub>4</sub>, R<sup>1</sup>SnCl<sub>3</sub>, R<sup>1</sup><sub>2</sub>SnCl<sub>2</sub>, R<sup>1</sup><sub>3</sub>SnCl, SiCl<sub>4</sub>, R<sup>1</sup>SiCl<sub>3</sub>, R<sup>1</sup><sub>2</sub>SiCl<sub>2</sub>, R<sup>1</sup><sub>3</sub>SiCl y similares, siendo particularmente preferido SnCl<sub>4</sub> y SiCl<sub>4</sub>.

Además, el compuesto que contiene silicio que se puede usar como agente de modificación es preferiblemente un compuesto de hidrocarbilo-silano representado por la siguiente fórmula (II):



[en la que A es un grupo monovalente que tiene al menos un grupo funcional seleccionado entre (tio)epoxi, (tio)isocianato, (tio)cetona, (tio)aldehído, imina, amida, triéster de ácido isocianúrico, hidrocarbiloéster de ácido (tio)carboxílico, una sal metálica de ácido (tio)carboxílico, anhídrido carboxílico, un haluro de ácido carboxílico, dihidrocarbiloéster de ácido carbónico, amina terciaria cíclica, amina terciaria acíclica, nitrilo, piridina, sulfuro, multi-sulfuro; R<sup>2</sup> es un enlace simple o un grupo hidrocarburo inactivo bivalente; R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> son independientemente un grupo hidrocarburo alifático monovalente que tiene un número de carbonos de 1-20 o un grupo hidrocarburo aromático monovalente que tiene un número de carbonos de 6-18; n es un número entero de 0-2; cuando existen varios OR<sup>4</sup>, pueden ser iguales o diferentes; y la molécula no incluye un protón activo ni una sal de onio] y uno de sus condensados parciales, así como un compuesto de hidrocarbilo-silano representado por la siguiente fórmula (III):



(en la que R<sup>5</sup> y R<sup>6</sup> son independientemente un grupo hidrocarburo alifático monovalente que tiene un número de carbonos de 1-20 o un grupo hidrocarburo aromático monovalente que tiene un número de carbonos de 6-18; p es un número entero de 0-2; cuando hay varios OR<sup>6</sup>, pueden ser iguales o diferentes; y la molécula no incluye un protón activo ni una sal de onio) y uno de sus condensados parciales.

En el grupo funcional de A de fórmula (II), la imina incluye cetimina, aldimina y amidina; y el éster de ácido (tio)carboxílico incluye un éster de un ácido carboxílico insaturado tal como acrilato, metacrilato o similares; y la amina terciaria acíclica incluye amina aromática *N,N*-disustituida tal como anilina *N,N*-disustituida o similares; y la amina terciaria cíclica incluye (tio)éter como parte de un anillo. Como metal de una sal metálica de ácido (tio)carboxílico caben mencionar un metal alcalino y un metal alcalinotérreo, Al, Sn, Zn y similares.

El grupo hidrocarburo inerte bivalente de R<sup>2</sup> es preferiblemente un grupo alquileo que tiene un número de carbonos de 1-20. El grupo alquileo puede ser lineal, ramificado o cíclico, pero se prefiere particularmente la cadena lineal. Como grupo alquileo lineal, se mencionan grupo metileno, grupo etileno, grupo trimetileno, grupo tetrametileno, grupo pentametileno, grupo hexametileno, grupo octametileno, grupo decametileno, grupo dodecametileno y similares.

Como R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> se mencionan un grupo alquilo que tiene un número de carbonos de 1-20, un grupo alquenilo que tiene un número de carbonos de 2-18, un grupo arilo que tiene un número de carbonos de 6-18, un grupo aralquilo que tiene un número de carbonos de 7-18 y similares. En este caso, el grupo alquilo y el grupo alquenilo pueden ser lineales, ramificados, cíclicos, e incluir, por ejemplo, grupo metilo, grupo etilo, grupo *n*-propilo, grupo isopropilo, grupo *n*-butilo, grupo isobutilo, grupo *sec*-butilo, grupo *terc*-butilo, grupo pentilo, grupo hexilo, grupo octilo, grupo decilo, grupo dodecilo, grupo ciclopentilo, grupo ciclohexilo, grupo vinilo, grupo propenilo, grupo alilo, grupo hexenilo, grupo octenilo, grupo ciclopentenilo, grupo ciclohexenilo y similares. Además, el grupo arilo puede tener un sustituyente en el anillo aromático, tal como un grupo alquilo inferior o similar, e incluye, por ejemplo, grupo fenilo, grupo toliilo, grupo xililo, grupo naftilo y similares. Además, el grupo aralquilo puede tener un sustituyente en el anillo aromático, tal como grupo alquilo inferior o similar, e incluye, por ejemplo, grupo bencilo, grupo fenetilo, grupo naftilmetilo y similares.

En la fórmula (II), n es un número entero de 0-2 y, preferiblemente, 0. Además, es necesario que la molécula no incluya un protón activo ni una sal de onio.

## ES 2 353 903 T3

En el compuesto de hidrocarbiloxi-silano representada por la fórmula (II), como grupo (tio)epoxi que contiene un compuesto de hidrocarbiloxi-silano caben mencionar, por ejemplo, 2-glicidoxietil-trimetoxisilano, 2-glicidoxietil-trietoxisilano, (2-glicidoxietil)metil-dimetoxisilano, 3-glicidoxipropil-trimetoxisilano, 3-glicidoxipropil-trietoxisilano, (3-glicidoxipropil)metil-dimetoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etil-trimetoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etil-trietoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etil(metil)dimetoxisilano y los obtenidos mediante la sustitución del grupo epoxi en estos compuestos con un grupo (tio)epoxi. Entre ellos, se prefieren particularmente el 3-glicidoxipropil-trimetoxisilano y el 3-glicidoxipropil-trietoxisilano.

Como el compuesto de hidrocarbiloxi-silano que contiene un grupo imina caben mencionar *N*-(1,3-dimetilbutiliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina, *N*-(1-metiletiliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina, *N*-etiliden-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina, *N*-(1-metilpropiliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina, *N*-(4-*N,N*-dimetilaminbenciliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina, *N*-(ciclohexiliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina, así como compuestos de trimetoxisililo, compuestos de metildietoxisililo, compuestos de etildietoxisililo, compuestos de metildimetoxisililo, compuestos de etildimetoxisililo y los compuestos similares correspondientes a estos compuestos de trietoxisililo. Entre ellos, se prefieren particularmente la *N*-(1-metilpropiliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina y la *N*-(1,3-dimetilbutiliden)-3-(trietoxisilil)-1-propanoamina.

Como compuesto que contiene un grupo imino(amidina) caben mencionar 1-[3-(trietoxisilil)propil]-4,5-dihidroimidazol, 1-[3-(trimetoxisilil)propil]-4,5-dihidroimidazol, *N*-(3-trietoxisililpropil)-4,5-dihidroimidazol, *N*-(3-isopropoxisililpropil)-4,5-dihidroimidazol, *N*-(3-metildietoxisililpropil)-4,5-dihidroimidazol y similares. Entre ellos, se prefiere la *N*-(3-trietoxisililpropil)-4,5-dihidroimidazol.

Como el compuesto que contiene un grupo éster de ácido carboxílico caben mencionar 3-metacrililoiloxipropil-trietoxisilano, 3-metacrililoiloxipropil-trimetoxisilano, 3-metacrililoiloxipropil-metildietoxisilano, 3-metacrililoiloxipropil-triisopropoxisilano y similares. Entre ellos, se prefiere el 3-metacrililoiloxipropil-trimetoxisilano.

Como el compuesto que contiene un grupo isocianato caben mencionar 3-isocianatopropil-trimetoxisilano, 3-isocianatopropil-trietoxisilano, 3-isocianatopropil-metildietoxisilano, 3-isocianatopropil-triisopropoxisilano y similares. Entre todos, se prefiere el 3-isocianatopropil-trietoxisilano.

Como compuesto que contiene anhídrido carboxílico caben mencionar anhídrido 3-trietoxisililpropil-succínico, anhídrido 3-trimetoxisililpropil-succínico, anhídrido 3-metildietoxisililpropil-succínico, y similares. Entre todos, se prefiere el anhídrido 3-trietoxisililpropil-succínico.

Como compuesto de hidrocarbiloxisilano que contiene un grupo amina terciaria cíclica caben destacar 3-(1-hexametilenimino)propil(trietoxi)silano, 3-(1-hexametilenimino)propil(trimetoxi)silano, (1-hexametilenimino)metil(trimetoxi)silano, (1-hexametilenimino)metil(trietoxi)silano, 2-(1-hexametilenimino)etil(trietoxi)silano, 2-(1-hexametilenimino)etil(trimetoxi)silano, 3-(1-pirrolidinil)propil(trietoxi)silano, 3-(1-pirrolidinil)propil(trimetoxi)silano, 3-(1-heptametilenimino)propil(trietoxi)silano, 3-(1-dodecametileneimin)propil(trietoxi)silano, 3-(1-hexametilenimino)propil(dietoxi)metilsilano, 3-(1-hexametilenimino)propil(dietoxi)etilsilano, 3-[10-(trietoxisilil)decil]-4-oxazolino y similares. Entre ellos, se prefiere el 3-(1-hexametilenimino)propil(trietoxi)silano y (1-hexametilenimino)metil(trimetoxi)silano.

Como compuesto de hidrocarbiloxisilano que contiene un grupo amina terciaria acíclica caben mencionar 3-dimetilaminopropil(trietoxi)silano, 3-dimetilaminopropil(trimetoxi)silano, 3-dietilaminopropil(trietoxi)silano, 3-dietilaminopropil(trimetoxi)silano, 2-dimetilaminoetil(trietoxi)silano, 2-dimetilaminoetil(trimetoxi)silano, 3-dimetilaminopropil(dietoxi) metilsilano, 3-dibutilaminopropil(trietoxi)silano. Entre ellos, se prefieren el 3-dietilaminopropil(trietoxi)silano y el 3-dimetilaminopropil(trietoxi)silano.

Como otros compuestos de hidrocarbiloxi-silano caben mencionar 2-(trimetoxisililetil)piridina, 2-(trietoxisililetil)piridina, 2-cianoetiltrietoxi-silano y similares.

Los compuestos de hidrocarbiloxi-silano de fórmula (II) se pueden usar solos o en una combinación de dos o más. Además, se puede usar un condensado parcial del compuesto de hidrocarbiloxi-silano.

En la fórmula (III),  $R^5$  y  $R^6$  son iguales, según lo mencionado para  $R^3$  y  $R^4$  de la fórmula (II), respectivamente.

Como compuesto de hidrocarbiloxi-silano representado por la fórmula (III) caben mencionar tetrametoxi-silano, tetraetoxi-silano, tetra-*n*-propoxi-silano, tetraisopropoxi-silano, tetra-*n*-butoxi-silano, tetraisobutoxi-silano, tetra-*sec*-butoxi-silano, tetra-*tert*-butoxi-silano, metiltrimetoxi-silano, metiltrietoxi-silano, metiltripropoxi-silano, metiltriisopropoxi-silano, etiltrimetoxi-silano, etiltrietoxi-silano, propiltrietoxi-silano, butiltrimetoxi-silano, feniltrimetoxi-silano, feniltrietoxi-silano, dimetildimetoxi-silano, metilfenildimetoxi-silano, viniltrimetoxi-silano, viniltrietoxi-silano, divinildimetoxi-silano, divinildietoxi-silano y similares. Entre ellos, se prefiere particularmente el tetraetoxi-silano.

Los compuestos de hidrocarbiloxisilano de fórmula (III) se pueden usar solos o en una combinación de dos o más. Además, se puede usar un condensado parcial del compuesto de hidrocarbiloxisilano.

## ES 2 353 903 T3

La reacción de modificación del sitio activo para la polimerización con el agente de modificación anterior se lleva a cabo preferiblemente mediante una reacción en una solución. Tal solución puede incluir el monómero usado en la polimerización. Además, el sistema de reacción de la reacción de modificación no está determinado específicamente, y puede ser un sistema por lotes o un sistema continuo. La temperatura de reacción de la reacción de modificación tampoco se determina específicamente, siempre y cuando la reacción avance y sea posible adoptarse la temperatura de la reacción de polimerización como tal. La cantidad del agente de modificación usada está preferiblemente en el intervalo de 0,25 a 3,0 moles, más preferiblemente, de 0,5 a 1,5 moles en base a mol de iniciador de la polimerización usado para generar el copolímero.

En la invención, es posible secar la solución de reacción que contiene el copolímero (B) para separar el copolímero (B), y luego combinar el copolímero (B) resultante en el componente de caucho (A), o se puede mezclar la solución de reacción que contiene el copolímero (B) con un cemento de caucho del componente de caucho (A) en un estado de disolución y luego secarlo para obtener la mezcla del componente de caucho (A) y el copolímero (B).

La composición de caucho según la invención comprende de 20 a 90 partes en masa de una carga (C) en base a 100 partes en masa del componente de caucho (A), en la que es necesario que del 50 al 90% en masa de la carga (C) sea sílice. Cuando la cantidad de la carga (C) combinada es menor de 20 partes en masa, las características de fractura y la resistencia al desgaste del caucho vulcanizado son insuficientes, mientras que cuanto supera las 90 partes en masa, se deteriora la aptitud para el moldeo. Además, cuando la proporción de sílice de la carga (C) es menor del 50% en masa, la baja acumulación de calor y el rendimiento en húmedo de la composición de caucho no puede mejorarse lo suficiente, mientras que cuando supera el 90% en masa, se deteriora la aptitud para el moldeo. Como sílice, se mencionan, por ejemplo, el sílice precipitado (silicato hidroso), el sílice ahumado (silicato anhidro), silicato de calcio, silicato de aluminio, etcétera. Entre ellos, se prefiere el sílice precipitado. Además, la composición de caucho según la invención contiene otras cargas de refuerzo tales como el negro de carbón o similar como carga (C) aparte del sílice.

La composición de caucho según la invención contiene además preferiblemente del 5 al 15% en masa de un agente de acoplamiento de silano (D) basado en la cantidad de sílice combinada. Cuando se añade el agente de acoplamiento de silano (D) a la composición de caucho, se pueden mejorar aún más la baja acumulación de calor y el rendimiento en húmedo de la composición de caucho. Sin embargo, cuando la cantidad del agente de acoplamiento de silano (D) añadida es menor del 5% en masa de la cantidad combinada de sílice, el efecto de la adición no es suficiente, mientras que cuando supera el 15% en masa, el efecto se satura y los costes se encarecen. Como agente de acoplamiento de silano (D) caben mencionar bis(3-trietoxisililpropil)tetrasulfuro, bis(3-trietoxisililpropil)trisulfuro, bis(3-trietoxisililpropil)disulfuro, bis(2-trietoxisililetil)tetrasulfuro, bis(3-trietoxisililpropil)tetrasulfuro, bis(2-trietoxisililetil)tetrasulfuro, 3-mercaptopropiltrimetoxi-silano, 3-mercaptopropiltriethoxi-silano, 2-mercaptoetiltrimetoxi-silano, 2-mercaptoetiltriethoxi-silano, 3-trietoxisililpropil-*N,N*-dimetiltiocarbamoil-tetrasulfuro, 3-trietoxisililpropil-*N,N*-dimetiltiocarbamoil-tetrasulfuro, 2-trietoxisililetil-*N,N*-dimetiltiocarbamoil-tetrasulfuro, 3-trietoxisililpropilbenzotiazol-tetrasulfuro, 3-trietoxisililpropil-benzotiazol-tetrasulfuro, 3-trietoxisililpropil-metacrilato-monosulfuro, 3-trietoxisililpropil-metacrilato-monosulfuro, bis(3-dietoximetilsililpropil)tetrasulfuro, 3-mercaptopropil-dimetoximetil-silano, dimetoximetilsililpropil-*N,N*-dimetiltiocarbamoil-tetrasulfuro, dimetoximetilsililpropil-benzotiazol-tetrasulfuro y similares. Entre ellos, se prefieren el bis(3-trietoxisililpropil)tetrasulfuro y el 3-trietoxisililpropil-benzotiazol-tetrasulfuro. Estos agentes de acoplamiento de silano (D) se pueden usar solos o en una combinación de dos o más.

En la composición de caucho de la invención, se pueden combinar adecuadamente aditivos habitualmente usados en la industria del caucho, tales como cera, ácido esteárico, blanco de cinc, un acelerador de la vulcanización, un agente vulcanizante y similares, en cantidades que no dañen el objeto de la invención, además del componente de caucho (A) anterior, el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular, la carga (C) y el agente de acoplamiento de silano (D). Como estos aditivos, se pueden usar preferiblemente los que se encuentran disponibles comercialmente. La composición de caucho se puede producir combinando el componente de caucho (A) con el copolímero de bajo peso molecular (B) y la carga (C) que contiene la proporción predeterminada de sílice y, si es necesario, los aditivos adecuadamente seleccionados y una trituración, un calentamiento, una extrusión, etcétera.

El neumático según la invención se caracteriza por usar la anterior composición de caucho en al menos la parte en contacto con el suelo de la parte de la banda de rodamiento. El neumático que usa la composición de caucho en al menos la parte en contacto con el suelo de la parte de la banda de rodamiento tiene un bajo consumo de combustible y una estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo excelentes. El neumático según la invención no se limita a una en particular, siempre y cuando se use la anterior composición de caucho en al menos la parte en contacto con el suelo de la parte de la banda de rodamiento, y se pueda producir mediante un procedimiento habitual. Además, como gas del interior del neumático, se puede usar el aire habitual o un aire que tenga una presión de oxígeno parcial regulada, pero también gases inertes tales como nitrógeno, argón, helio, etcétera.

Los siguientes ejemplos se ofrecen para ilustrar la invención, y no pretenden ser limitaciones de la misma.

65

## ES 2 353 903 T3

### *Ejemplo de la producción del SBR líquido*

Se cargan una solución de butadieno en ciclohexano (16%) y una solución de estireno en ciclohexano (21%) en un recipiente de vidrio a presión de 800 ml secado y purgado con nitrógeno para que haya 40 g de monómero de butadieno y 10 g de monómero de estireno, y se cargan 0,66 mmoles de 2,2-ditetrahidrofuril-propano, y se añaden 1,32 mmoles de *n*-butil-litio (BuLi), y luego se lleva a cabo la polimerización en un baño de agua calentada a 50°C durante 1,5 horas. La conversión es aproximadamente del 100%. Después, se añaden 0,5 ml de una solución que contiene el 5% en masa de 2,6-di-*t*-butil-*p*-cresol (BHT) en isopropanol al sistema de polimerización para detener la reacción. Luego se seca según una manera habitual hasta obtener un SBR líquido.

Se mide el peso molecular medio en masa (Mp) mediante una cromatografía de permeación sobre gel [GPC: HLC-8020 fabricada por TOSOH, columna: GMH-XL fabricada por TOSOH (serie de dos columnas); detector: refractómetro diferencial (RI)] en base a un patrón de poliestireno monodisperso, y el SBR líquido resultante tiene un peso molecular medio en masa convertido en poliestireno de 80.000. Además, se determina la microestructura mediante un procedimiento de infrarrojos (procedimiento de Morello) y se determina el contenido de estireno unido a partir de una proporción integral del espectro de <sup>1</sup>H-RMN, y el SBR líquido resultante tiene un contenido de estireno unido del 25% en masa y un contenido unido al vinilo de la parte del butadieno del 65% en masa.

Entonces, se prepara la composición de caucho, cuya fórmula de combinación se muestra en la Tabla 1, según un procedimiento habitual; y se prepara un neumático para un vehículo de turismo con un tamaño de neumático de 195/65R15, usando la composición de caucho obtenida de esta manera en la parte de la banda de rodamiento. Además, con respecto al neumático así obtenido, se evalúan la estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible según los siguientes procedimientos. En la Tabla 1, se muestran los resultados.

#### *(1) Estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo*

Se montan los cuatro neumáticos que se van a probar en un vehículo, y se le hace rodar sobre un pavimento húmedo mientras se evalúa la estabilidad de la dirección según la impresión del conductor y se muestra mediante un índice basándose en que la estabilidad de la dirección del neumático del ejemplo comparativo 1 es de 100. Cuanto mayor es el valor del índice, mayor y mejor es la estabilidad de la dirección sobre el pavimento húmedo.

#### *(2) Bajo consumo de combustible*

Se hace girar un tambor en contacto con el neumático y se acelera hasta una determinada velocidad, y luego se apaga un interruptor de conducción para hacer girar libremente el tambor, mediante lo que se determina la resistencia a la rodadura a partir de un grado de deceleración y se representa por un índice basándose en que la inversa de la resistencia a la rodadura del neumático del ejemplo comparativo 1 es de 100. Cuanto mayor es el valor del índice, menor es la resistencia a la rodadura y mejor es el bajo consumo de combustible.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 1

Formulación	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4	Ejemplo comparativo 5	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
SBR *1	100	100	100	100	100	100	100	100
SBR *2 líquido	-	-	-	-	20	20	30	20
Aceite aromático	20	20	20	20	-	-	-	-
Negro de carbón *3	20	40	10	60	60	20	20	40
Sílice *4	60	40	70	20	20	60	60	40
Ácido esteárico	2	2	2	2	2	2	2	2
Cera	2	2	2	2	2	2	2	2
Blanco de cinc	3	3	3	3	3	3	3	3
Acelerador de la vulcanización CZ *5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	15	15

Partes en masa

ES 2 353 903 T3

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

(continuación)

Acelerador de la vulcanización DPG *6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Azufre													
Agente de acoplamiento de silano *7	6	4	4	7	2	2	2	6	6	6	6	6	4
Proporción de sílice de la carga	75	50	50	875	25	25	25	75	75	75	75	75	50
Estabilidad de la dirección en un pavimento húmedo	100	97	97	101	95	95	95	100	100	100	100	100	100
Resultados de la evaluación													

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

(continuación)

	Bajo consumo de combustible	100	97	102	95	97	102	101	105
<p>*1 #1500 fabricado por JSR Corporation.                  *2 SBR líquido generado en el ejemplo de producción anterior.                  *3 SHOWBLACK N234 fabricado por Showa Cabot K.K.                  *4 Nipsil AQ fabricado por Nippon Silica Industrial Co., Ltd.                  *5 NOCCELER CZ fabricado por OUCHISHINKO CHEMICAL INDUSTRIAL CO., LTD., N-ciclohexil-2-benzotiazolil-sulfonamida.                  *6 NOCCELER D-P fabricado por OUCHISHINKO CHEMICAL INDUSTRIAL CO., LTD., 1,3-difenil-guanidina.                  *7 Si69 fabricado por Degussa, bis(3-trietoxisililpropil)tetrasulfuro.</p>									

## ES 2 353 903 T3

Como se observa en la Tabla 1, la estabilidad de la dirección sobre un pavimento húmedo y el bajo consumo de combustible del neumático se mejoran a medida que aumenta la proporción de sílice de la carga. Además, como se observa mediante la comparación del ejemplo comparativo 1 con el ejemplo que tiene la misma proporción de sílice (por ejemplo, una comparación entre el ejemplo comparativo 1 y el ejemplo 1), es posible mejorar el bajo consumo de combustible y mantener a la vez la estabilidad de la dirección sobre el pavimento húmedo reemplazando el aceite aromático por el SBR líquido.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Una composición de caucho que comprende de 5 a 60 partes en masa de un copolímero (B) de compuesto  
vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular que tiene un contenido del compuesto vinílico  
aromático del 5 al 80% en masa, un contenido unido al vinilo de una parte del compuesto diénico conjugado del 10  
al 80% en masa y un peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel y  
convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000, y de 20 a 90 partes en masa de una carga (C) en base a 100 partes en  
10 masa de un componente de caucho (A) compuesto por al menos uno entre caucho natural y cauchos sintéticos basados  
en dienos, en la que del 50 al 90% en masa de la carga (C) es sílice y no menos del 50% en masa del componente de  
caucho (A) es caucho de copolímero estireno-butadieno.

2. Una composición de caucho según la reivindicación 1 que contiene además del 5 al 15% en masa de un agente  
de acoplamiento de silano (D) en base a la cantidad combinada del sílice.

15 3. Una composición de caucho según la reivindicación 1 ó 2, en la que el compuesto vinílico aromático del copo-  
límico (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es estireno.

20 4. Una composición de caucho según la reivindicación 1 a 3, en la que el compuesto diénico conjugado del copo-  
límico (B) de compuesto vinílico aromático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es 1,3-butadieno.

25 5. Una composición de caucho según la reivindicación 1, en la que el copolímero (B) de compuesto vinílico aro-  
mático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-  
compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular sin modificar y tiene un peso molecular medio en masa medido  
mediante una cromatografía de permeación sobre gel y convertido en poliestireno de 20.000 a 150.000.

30 6. Una composición de caucho según la reivindicación 5, en la que el copolímero (B) de compuesto vinílico aro-  
mático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es el copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-  
compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular sin modificar y tiene un peso molecular medio en masa medido  
mediante una cromatografía de permeación sobre gel y convertido en poliestireno de 50.000 a 150.000.

35 7. Una composición de caucho según la reivindicación 1, en la que el copolímero (B) de compuesto vinílico aro-  
mático-compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular es un copolímero (B) de compuesto vinílico aromático-  
compuesto diénico conjugado de bajo peso molecular modificado que tiene al menos un grupo funcional y tiene un  
peso molecular medio en masa medido mediante una cromatografía de permeación sobre gel antes de la modificación  
y convertido en poliestireno de 5.000 a 200.000.

40 8. Un neumático **caracterizado** porque usa una composición de caucho según lo reivindicado en cualquiera de las  
reivindicaciones 1 a 7 en al menos una parte en contacto con el suelo de una parte de la banda de rodamiento.

45

50

55

60

65