

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 057**

51 Int. Cl.:  
**C08L 9/00** (2006.01)  
**C08K 3/36** (2006.01)  
**C08K 5/00** (2006.01)  
**B60C 1/00** (2006.01)  
**C08K 5/09** (2006.01)  
**C08L 15/00** (2006.01)  
**C08L 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05768463 .1**  
96 Fecha de presentación: **03.08.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1783165**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.05.2007**

54 Título: **COMPOSICIÓN DE CAUCHO Y NEUMÁTICO.**

30 Prioridad:  
**10.08.2004 JP 2004233240**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.01.2012**

73 Titular/es:  
**JSR CORPORATION  
6-10, TSUKIJI 5-CHOME  
CHUO-KU, TOKYO 104-8410, JP**

72 Inventor/es:  
**KOBAYASHI, Naokazu;  
UDAGAWA, Yoshiyuki y  
TADAKI, Toshihiro**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 372 057 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

Composición de caucho y neumático

## 5 CAMPO TECNICO

El presente invento se refiere a una composición de caucho y un neumático que utiliza la composición de caucho. En particular el presente invento se refiere a una composición de caucho que exhibe excelentes propiedades de abrasión antes de la vulcanización y exhibe excelente resistencia al rodamiento y propiedades de derrapado en húmedo después de vulcanización, y un neumático que utiliza la composición de caucho.

10

## ARTE ANTERIOR

Con el fin de tratar con una demanda reciente de una reducción en el consumo de combustible de automóviles se ha deseado como un material de neumático de caucho el caucho diénico conjugado que exhibe baja resistencia al rodamiento y excelente resistencia a la abrasión y propiedades de rotura y asegura estabilidad de manipulación representado por resistencia al derrape en húmedo.

15

La resistencia al rodamiento de un neumático puede reducirse reduciendo la pérdida de histéresis del caucho vulcanizado. Como índices de evaluación del caucho vulcanizado, resiliencia de impacto a 50-80°C, tanδ a 50-80°C, se utiliza acumulación de calor Goodrich, y similares. Un material de caucho es preferible que exhiba una alta resiliencia al impacto a 50-80°C o que exhiba un reducido tanδ a 50-80°C o una pequeña acumulación de calor Goodrich.

20

Como un material de caucho con baja pérdida de histéresis se conoce el caucho natural, caucho de poliisopreno, caucho de polibutadieno y similares. Sin embargo, estos materiales de caucho exhiben pobre resistencia al derrapado en húmedo.

25

Como método para reducir la pérdida de histéresis sin perjudicar la resistencia al derrape en húmedo se ha propuesto un método que introduce un grupo funcional en el terminal polimérico de un copolímero de estireno-butadieno que se polimeriza en disolventes hidrocarburos utilizando un iniciador de organolitio y tiene varias estructuras. Por ejemplo se conoce un copolímero de estireno-butadieno obtenido modificando o acoplado el terminal polimérico con un compuesto de estaño (véase el Documento de Patente 1) y un copolímero de estireno-butadieno obtenido modificando el terminal polimérico con un compuesto de isocianato (véase el Documento de Patente 2). Estos polímeros modificados exhiben una pérdida de histéresis reducida y excelente resistencia a la abrasión y propiedades de rotura sin mostrar reducida resistencia al derrape en húmedo particularmente cuando se utiliza una composición conteniendo negro de humo como un agente de refuerzo.

30

35

En años recientes se ha propuesto un método en el que se utiliza como material de caucho de neumático una composición de caucho que contiene sílice o una mezcla de sílice y negro de humo como agente de refuerzo. Una banda de rodadura de neumático formada utilizando sílice o una mezcla de sílice y negro de humo exhibe baja resistencia de rodamiento y proporciona excelente prestación de estabilidad de manipulación representado por resistencia al derrapamiento en húmedo. Por otra parte una vulcanización respectiva exhibe una baja resistencia a la tracción y de resistencia a la abrasión. El copolímero de estireno-butadieno modificado anterior proporciona un material de caucho de neumático que exhibe excelente resistencia a la abrasión y propiedades de frenado cuando se utiliza una composición que contiene negro de humo como un agente de refuerzo, pero exhibe pobres efectos de mejora cuando se utiliza una composición que contiene sílice como un agente de refuerzo.

40

45

Con el fin de mejorar la resistencia a la tracción y la resistencia de abrasión de un vulcanizado formado conteniendo sílice o una mezcla de sílice y negro de humo, se ha propuesto una composición de caucho conteniendo un polímero en el que se introduce un grupo funcional que tiene afinidad con sílice. Por ejemplo, se ha propuesto un método de producir un polímero haciendo reaccionar tetrahialuro de sílice, trihalosilano o similar (véase el Documento de Patente 3). Se ha descrito un método para producir un polímero modificado con un compuesto de silano halogenado (véase el Documento de Patente 4). Se ha descrito un caucho diénico en el que se introduce un grupo de alquilsililo o un grupo de sililo halogenado (véase los Documentos de Patente 5 y 6). Se ha descrito caucho diénico en el que se introduce un grupo amino terciario y un grupo de alcoxisililo (véase el Documento de Patente 7). Se ha descrito también que una composición de caucho conteniendo un polímero de caucho, un compuesto de amina primario con carbono terciario, un relleno inorgánico, y un agente de acoplamiento de silano exhibe una baja pérdida de histéresis y mejoradas propiedades de derrape en húmedo sin presentar reducida resistencia a la abrasión y propiedades de frenado (véase el Documento de Patente 8).

50

55

Se mejoran el cierta medida las propiedades utilizando el polímero modificado anterior en una composición que contiene sílice o una mezcla de sílice y negro de humo. Sin embargo una composición que exhibe excelentes propiedades de abrasión, resistencia al rodamiento y resistencia al derrape en húmedo todavía no se ha obtenido.

[Documento de Patente 1] JP-A-57-55912

[Documento de Patente 2] JP-A-61-141741

[Documento de Patente 3] JP-B-49-36957

60

65

[Documento de Patente 4] JP-B-52-5071  
 [Documento de Patente 5] JP-A-1-188501  
 [Documento de Patente 6] JP-A-5-230286  
 [Documento de Patente 7] JP-A-7-233217  
 5 [Documento de Patente 8] JP-A-2004-51869

La JP 2001158835 (A) describe una composición que contiene (A) un componente de caucho que contiene polímero diénico conjugado modificado producido haciendo reaccionar un compuesto de aminohidrocarbiloxisilano a un terminal activo de polimerización de un polímero diénico conjugado, (B) sílice y (C) por lo menos un tipo de una t-  
 10 amina o su sal de ácido graso o amina secundaria.

La JP 2001114939 (A) se refiere a composiciones de caucho de butadieno modificado obtenidas incorporando sílice y agente de acoplamiento de silano en componente de caucho conteniendo caucho de butadieno modificado que se ha obtenido modificando un caucho de butadieno obtenido mediante la polimerización de butadieno con el uso de un catalizador compuesto por un compuesto de cobalto, un compuesto de organoaluminio y agua con un compuesto de silicio orgánico conteniendo grupo alcoxi y un contenido de silicio derivado del modificador.  
 15

La EP 0644235 (A1) se refiere a una composición de caucho curada con azufre compuesta por un caucho epoxidado, un relleno de sílice, un agente de acoplamiento de sílice, un caucho elegido del grupo constituido por vinil polibutadieno medio, caucho de estireno-butadieno, cis-1,4-poliisopreno sintético, 3,4-poliisopreno, caucho natural, cis-polibutadieno, caucho de estireno-isopreno, caucho de estireno-isopreno-butadieno, caucho de acrilonitrilo-butadieno y sus mezclas.  
 20

La JP 2001106830 (A) describe una composición de caucho que contiene un caucho diénico (a), sílice (b), compatibilizador (c). El compatibilizador (c) se elige entre (1) un compuesto de aminosilano; (2) un compuesto conteniendo epoxi; (3) un compuesto que tiene uno de un grupo hidroxilo, un grupo epoxi, un enlace de éter, un grupo carboxilo, un enlace de éster, y una insaturación polimerizable y un grupo amino en la molécula; (4) un compuesto que tiene cualquiera de un grupo hidroxilo, un grupo epoxi, un enlace de éter, un grupo carboxilo, un enlace de éster y una insaturación polimerizable en la molécula; (5) un compuesto conteniendo enlace de éter; y (6) un carboxilato.  
 25  
 30

La EP 1479698 (A1) describe un método para producir un polímero de dieno conjugado modificado que incluye una etapa de modificar un extremo activo de un polímero de dieno conjugado conteniendo terminal activo con un compuesto de alcoxisilano conteniendo por lo menos un grupo funcional elegido del grupo constituido por (a) un grupo epoxi, (b) un grupo isocianato y (c) un grupo carboxilo.  
 35

La EP 1484359 (A1) describe una composición de caucho que comprende sílice y/o negro de humo. El componente de caucho contiene un caucho natural epoxidado modificado obtenido haciendo reaccionar caucho natural epoxidado con un compuesto elegido del grupo constituido por un ácido Lewis, un compuesto de amina, un compuesto de tiol, un compuesto de amida y un compuesto de imidazol para conducir la apertura de anillo de un grupo epoxi.  
 40

La JP 2004051869 (A) se refiere a una composición de caucho conteniendo 100 partes en peso de un polímero cauchoso (A), 0,01-30 partes en peso de un compuesto de amina primario (B) que tiene un carbono terciario, 10-150% partes en peso de un relleno inorgánico (C) y 0-20 % partes en peso de un agente de acoplamiento de silano (D).  
 45

#### DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

El presente invento proporciona una composición de caucho que contiene sílice y exhibe excelentes propiedades de abrasión, resistencia al rodamiento y propiedades de derrapado en húmedo en comparación con las composiciones de caucho conocidas y un neumático que utiliza la composición de caucho.  
 50

El presente invento se ha obtenido en base a los hallazgos e ideas siguientes. Cuando se utiliza sílice en una composición de caucho como relleno se mejora la dispersabilidad del sílice en el caucho mediante el amasado de sílice y caucho con un grupo funcional que puede interactuar o formar un enlace químico con un grupo de silanol (grupo Si-OH) sobre la superficie de sílice. Por otra parte, debido a que el sílice se agrega fácilmente, durante el amasado se produce la reagregación o similar. Por consiguiente, resulta difícil dispersar suficientemente sílice con este método.  
 55

Los presentes inventores han encontrado que la dispersabilidad de sílice puede mejorarse adicionando un componente que puede suprimir la reagregación de sílice, específicamente, un componente que puede cubrir la superficie de sílice, con lo que puede mejorarse la prestación del caucho. Los presentes inventores han encontrado también que un componente alifático que tiene un grupo funcional específico es muy efectivo como un componente de esta índole y que se mejoran todas las propiedades del caucho con la adición de un componente alifático de este  
 60

tipo en una cantidad específica. Se espera que la adsorción de un agente de vulcanización sobre sílice se suprime cubriendo la superficie de sílice.

5 Específicamente el presente invento proporciona una composición de caucho que comprende: (A) un componente de caucho que incluye de 30 a 100% de masa de caucho diénico que incluye un grupo amino primario y un grupo de alcoxisililo en una cantidad de 0,01 a 5,0 mmol por 100 g de caucho diénico; (B) sílice en una cantidad de 5 a 130 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho; y (C) un componente alifático que tiene por lo menos un grupo funcional elegido del grupo constituido por un grupo carboxilo, un grupo hidroxilo, un grupo amino, y un grupo epoxi en una cantidad de 1 a 15 partes en masa por 100 partes en masa del sílice, y un neumático que utiliza la composición de caucho para una banda de rodadura. Modalidades preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

15 En el presente invento es preferible un copolímero de estireno y butadieno como el caucho diénico. En particular es mas preferible un copolímero que incluye del 5 al 45% en masa de una unidad de estireno y una unidad de butadieno con un contenido de enlace 1.2 de 10 a 80% con una temperatura de transición vítrea de -70 a -10°. Es preferible que el copolímero tenga un grupo alcoxisililo. Es también preferible que la composición de caucho comprenda negro de humo en una cantidad de 2 a 100 partes en masa por 100 partes masa del componente de caucho (A).

20 La dispersabilidad de sílice en el componente de caucho puede mejorarse adicionalmente, y pueden mejorarse las propiedades de abrasión, resistencia de rodadura y propiedades de derrape en húmedo incorporando el componente alifático (C) que tiene un grupo funcional específico en la composición de caucho utilizando el caucho diénico que contiene grupo funcional como el componente de caucho (A) y sílice como el relleno (B).

#### 25 BREVE DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO

La figura 1 es una gráfica que muestra resultados de los ejemplos.

#### MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO EL INVENTO

30 A continuación se describe con detalle modalidades del presente invento. Se apreciará que el presente invento no debe considerarse limitado por las modalidades que siguen y que pueden llevarse a cabo varias modificaciones, mejoras y similares dentro del alcance del presente invento basado en el conocimiento común de un experto en el arte.

#### (A) Componente de caucho

35 El componente de caucho (A) del presente invento incluye de 30 a 100% de masa del caucho diénico (A1) que tiene por lo menos un grupo funcional elegido del grupo constituido por un grupo amino, un grupo alcoxisililo, un grupo epoxi, un grupo hidroxilo y un grupo carbonilo en una cantidad de 0,01 a 5,0 mmol por 100 g del caucho diénico.

40 En calidad de caucho diénico (A1) se utiliza de preferencia un (co)polímero diénico tal como caucho de estireno-butadieno, caucho de butadieno o caucho de isopreno, caucho natural.

Como ejemplos del componente de monómero diénico que forma el (co)polímero diénico pueden darse 1,3-butadieno, isopreno, 2,3-dimetil-1,3-butadieno, 2-cloro-1,3-butadieno, 1,3-pentadieno, sus mezclas.

45 Como ejemplos de un compuesto vinil aromático que puede utilizarse en combinación con el componente de monómero diénico pueden darse estireno, 2-metilestireno, 3-metilestireno, 4-metilestireno,  $\alpha$ -metilestireno, 2,4-dimetilestireno, 2,4-diisopropilestireno, 4-tert-butilestireno, divinilbenceno, tert-butoxiestireno, vinilbencildimetilamina, (4-vinilbencil)dimetil aminoetil éter, N,N-dimetilaminoetilrestireno, vinilpiridina y sus mezclas. De estos el estireno es particularmente preferido.

50 Como ejemplos de un tercer monómero puede citarse acrilonitrilo, metacrilato, metacrilato, acrilato de metilo, acrilato de etilo, metacrilato de hidroxietilo, y acrilato de hidroxietilo.

55 Como ejemplos de un (co)polímero diénico de esta índole pueden citarse copolímeros con un contenido de unidad de compuesto vinil aromático de 5 a 45% de masa, y de preferencia 10 a 40% de masa del copolímero, un contenido de unidad de dieno conjugado de 55 a 95%, y de preferencia 60 a 90 % de masa del copolímero, un contenido de unidad de tercer monómero copolimerizable de 0 a 25% en masa del copolímero, y un contenido de enlace 1.2 de 10 a 80%, de preferencia de 30 a 75 mol%, y mas preferentemente de 35 a 65 mol% de la unidad de dieno.

60 En caso de que el contenido del compuesto de vinilo aromático enlazado a la cadena polimérica (o sea contenido de unidades de compuesto de vinilo aromático) sea inferior a 5 de masa%, puede decrecer la resistencia al derrape en húmedo, resistencia a la abrasión y propiedades de rotura. En caso de que el contenido sea 45 de masa% o mas, tiende a deteriorarse el equilibrio entre pérdida de histéresis y resistencia al derrape el húmedo. En caso de que el

contenido de enlace 1.2 exceda de 80 mol%, tiende a decrecer la productividad cuando se utiliza un método conocido de sintetización de un copolímero de un compuesto de vinilo aromático y un dieno conjugado.

5 El caucho diénico del presente invento incluye por lo menos un grupo amino primario y un grupo de alcoxisililo en una cantidad de 0,01 a 5,0 mmol, de preferencia 0,05 a 2,0 mmol, y mas preferentemente de 0,1 a 1,0 mmol por 100 g del caucho diénico. La presencia de un grupo funcional de esta índole permite la interacción de modo que se produzca la reacción entre la superficie de sílice (relleno) y el grupo funcional, con lo que se mejora la dispersabilidad de sílice. En caso de que la cantidad del grupo funcional sea excesivamente pequeña, se reduce en gran medida el efecto de mejora de la dispersabilidad de sílice. Si la cantidad del grupo funcional es excesivamente grande, debido a que no puede obtenerse un efecto de mejora proporcional a la cantidad de grupo funcional, resulta ventajoso desde un punto de vista económico. No existen limitaciones específicas a la posición del grupo funcional. El grupo funcional puede posicionarse como el terminal del caucho diénico, o puede posicionarse en una posición distinta al terminal.

15 A continuación se describe un método preferido de producir el caucho diénico antes expuesto. Una reacción de polimerización para obtener el caucho diénico anterior se lleva a cabo normalmente a una temperatura entre 0 y 120°C. La reacción de polimerización puede llevarse a cabo bajo condiciones de temperatura constante o mientras aumenta la temperatura. El método de polimerización puede ser un método de polimerización de partidas o un método de polimerización continuo.

20 Es preferible utilizar un metal alcalino orgánico y un metal alcalinotérreo orgánico como un iniciador de polimerización. Como ejemplos de metal alcalino orgánico y metal alcalinotérreo orgánico puede citarse alquil-litio tal como n-butil-litio, sec-butil-litio, y t-butil-litio, alquilendilitio tal como 1,4-dilitiobutano, fenil-litio, estilbenlitio, estearato de bario.

25 El metal alcalino orgánico como el iniciador puede utilizarse para copolimerizar el dieno conjugado y el compuesto vinil aromático como un producto de reacción con un compuesto de amina secundario o un compuesto de amina terciario. Como el metal alcalino orgánico que se hace reaccionar con el compuesto de amina secundario o el compuesto de amina terciario es preferible un compuesto de litio orgánico. Es mas preferible utilizar n-butil-litio o sec-butil-litio.

30 Como ejemplos del compuesto de amina secundario reaccionado con el metal alcalino orgánico, puede citarse dimetilamina, dietilamina, dipropilamina, di-n-butilamina, di-sec-butilamina, dipentilamina, dihexilamina, di-n-octilamina, di-(2-etil hexil)amina, dicitlohexilamina, N-metilbencilamina, dialilamina, morfolina, piperazina, 2,6-dimetilmorfolina, 2,6-dimetilpiperazina, 1-etilpiperacina, 2-metilpiperacina, 1-bencilpiperacina, piperidina, 3,3-dimetilpiperidina, 2,6-dimetilpiperidina, 1-metil-4-(metilamino)piperidina, 2,2,6,6-tetrametilpiperidina, pirrolidina, 2,5-dimetilpirrolidina, acetidina, hexametenimina, heptametenimina, 5-benciloxiindole, 3-azaspiro[5,5]undecano, 3-azabicyclo[3,2,2]nonano, carbazol.

40 Como el compuesto de amina terciario reaccionado con el metal alcalino orgánico puede citarse N,N-dimetil-o-toluidina, N,N-dimetil-p-toluidina, N,N-dimetil-m-toluidina,  $\alpha$ -picolina,  $\beta$ -picolina,  $\gamma$ -picolina, bencildimetilamina, bencildietilamina, bencildipropilamina, bencildibutilamina, (o-metilbencil)dimetilamina, (m-metilbencil)dimetilamina, (p-metilbencil)dimetilamina, N,N-tetrametilen-o-toluidina, N,N-heptametenil-o-toluidina, N,N-hexametenil-o-toluidina, N,N-trimetilenbencilamina, N,N-tetrametenilbencilamina, N,N-hexametenilbencilamina, 45 N,N-tetrametenil(o-metilbencil)amina, N,N-tetrametenil(p-metilbencil)amina, N,N-hexametenil(o-metilbencil)amina, N,N-hexametenil(p-metilbencil)amina.

50 Puede adicionarse opcionalmente al sistema de polimerización para ajustar la microestructura (contenido de enlace 1.2) de la porción diénica del (co)polímero diénico, un compuesto de éter tal como éter dietílico, éter di-n-butílico, éter dietílico de etilenglicol, éter dibutílico de etilenglicol, éter dimetílico de dietilenglicol, éter dimetílico de propilenglicol, éter dietílico de propilenglicol, éter dibutílico de propilenglicol, tetrahidrofurano, 2,2-(tetrahidrofurfuril)propano, bistetrahidrofurfurilformal, éter metílico de alcohol tetrahidrofurfurilo, éter etílico de alcohol de tetrahidrofurfurilo, éter butílico de alcohol de tetrahidrofurfurilo,  $\alpha$ -metoxitetrahidrofurano, dimetoxibenceno, o dimetoxietano y/o un compuesto amínico terciario tal como trietilamina, piridina, N,N,N',N'-tetrametiletildiamine, dipiperidinetano, éter metílico de N,N-dietiletanolamina, éter etílico de N,N-dietiletanolamine, o éter butílico de N,N-dietiletanolamine.

60 Como ejemplos de un disolvente hidrocarbúrico utilizado cuando se produce la polimerización puede citarse dieno (co)polímero, pentano, hexano, heptano, octano, metilciclopentano, ciclohexano, benceno, tolueno, xileno. De estos son preferibles el ciclohexano y el heptano.

65 Con el fin de mejorar la reactividad del iniciador durante la polimerización u ordenar de forma aleatoria los compuestos de vinilo aromáticos introducidos en el polímero o formar una cadena simple del compuesto de vinilo aromático, puede adicionarse un compuesto de potasio en combinación con el iniciador de polimerización. Como el compuesto de potasio que puede adicionarse en combinación con el iniciador de polimerización puede utilizarse un

alcóxido potásico o un fenóxido potásico tal como isopropóxido de potasio, potasio-t-butóxido, potasio-t-amilóxido, potasio-n-heptaóxido, óxido de bencilo potásico, o fenóxido potásico; una sal de potasio de ácido isovaleriánico, ácido caprílico, ácido laúrico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido linoléico, ácido benzoico, ácido ftálico, ácido 2-etilhexanoico o similares; una sal potásica de un ácido sulfónico orgánico tal como ácido dodecilbencensulfónico, ácido tetradecilbencensulfónico, ácido hexadecilbencensulfónico, o ácido octadecilbencensulfónico; una sal potásica de un éster parcial de ácido fosforoso orgánico tal como dietilfosfito, diisopropilfosfito, difenilfosfito, dibutilfosfito o dilaurilfosfito.

Estos compuestos de potasio pueden adicionarse en una cantidad de 0,005 a 0,5 mol por gramo atómico equivalente del metal alcalino o del metal alcalinotérreo como el iniciador. Si la cantidad del compuesto de potasio es inferior a 0,005 mol pueden no obtenerse los efectos de adicionar el compuesto de potasio (mejora de la reactividad del iniciador, reordenación aleatoria de los compuestos vinil aromáticos o la formación de una cadena simple del compuesto vinil aromático). Si la cantidad excede de 0,5 mol decrece la actividad de polimerización hasta productividad significativamente decreciente. Además decrece la eficiencia de modificación cuando se modifica el terminal polimérico con el grupo funcional.

Un (co)polímero diénico apropiado para el presente invento se produce funcionalizando el (co)polímero diénico polimerizado como se ha descrito antes. No existen limitaciones específicas al método de funcionalización. Por ejemplo, el grupo funcional puede introducirse polimerizando el (co)polímero diénico utilizando un iniciador de polimerización que tenga un grupo funcional o haciendo reaccionar un monómero insaturado que tenga un grupo funcional. Cuando se polimeriza el (co)polímero diénico como se ha descrito antes es preferible introducir el grupo funcional haciendo reaccionar, por ejemplo, un agente de acoplamiento o un modificador que tenga un grupo funcional con el sitio activo del (co)polímero diénico.

Como ejemplos del agente de acoplamiento o el modificador reaccionado con el terminal polimérico activo, puede citarse por lo menos un compuesto elegido del grupo constituido por (a) compuestos isocianato y/o compuestos isotiocianato, (b) compuestos amida y/o compuestos imida, (c) compuestos de cetona piridil-sustituídos y/o compuestos de vinilo piridil-sustituídos, (d) compuestos de silicio, (e) compuestos de éster, y (f) compuestos de cetona.

Como ejemplos preferidos de los compuestos isocianato o compuestos tioisocianato (componente (a)), puede citarse diisocianato de 2,4-tolileno, diisocianato de 2,6-tolileno, diisocianato de difenilmetano, difenilmetan diisocianato de tipo polimérico (C-MDI), diisocianato de isoforona, hexametilen diisocianato, 1,3,5-bencen triisocianato, fenil-1,4-diisotiocianato.

Como ejemplos preferidos de los compuestos de amida (componente (b)) puede citarse compuestos de amida tal como succinamida, ftalamida, N,N,N',N'-tetrametilftalamida, oxamida, N,N,N',N'-tetrametiloxamida y compuestos imida tal como succinimida, N-metilsuccinimida, maleimida, N-metilmaleimida, ftalimida, y N-metilftalimida.

Como ejemplos preferidos de los compuestos de cetona piridil-sustituídos o compuestos de vinilo piridil-sustituídos (componente (c)), puede citarse dibenzoilpiridina, diacetilpiridina, divinilpiridina.

Como ejemplos preferidos de los compuestos de sílice (componente (d)), puede citarse trietoximetilsilano, trifenoimetilsilano, trimetoxisilano, 4,5-epoxiheptilmetildimetoxisilano, bis(trietoxisililpropil)tetrasulfuro, N,N-bis(trimetilsilil)aminopropilmetildimetoxisilano, tetraetoxisilano, dietoxidimetilsilano, tetrametoxisilano, dimetoxisilano.

Como ejemplos preferidos de compuestos de éster (componente (e)), puede citarse dietil adipato, dietil malonato, dietil ftalato, dietil glutarato, dietil maleato.

Como ejemplos preferidos de los compuestos de cetona (componente (f)), puede citarse N,N,N',N'-tetrametil-4,4'-diaminobenzofenona, N,N,N',N'-tetraetil(4,4'-diamino)-benzofenona, N,N-dimetil-1-aminobenzoquinona, N,N,N',N'-tetrametil-1,3-diaminobenzoquinona, N,N-dimetil-1-aminoantraquinona, N,N,N',N'-tetrametil-1,4-diaminoantraquinona.

Estos compuestos que se hacen reaccionar con el terminal polimérico activo pueden utilizarse individualmente o en combinación de dos o mas.

Es preferible que el caucho de dieno utilizado como el componente (A) tenga una viscosidad Mooney (ML<sub>1+4</sub>, 100°C) de 20 a 200. Si la viscosidad Mooney es inferior a 20 tienden a disminuir las propiedades de resistencia a la rotura, resistencia a la abrasión y baja histéresis. Si la viscosidad Mooney excede de 200 tiende a disminuir la procesabilidad. Un polímero que tenga una viscosidad Mooney (ML<sub>1+4</sub>, 100°C) que exceda de 100 no es preferible debido a pobre procesabilidad. Sin embargo, un polímero de esta índole puede utilizarse sin problemas de procesabilidad disminuyendo la viscosidad Mooney hasta 100 o menos con la adición de un aceite extendedor tal como aceite de proceso aromático o aceite de proceso nafténico o un polímero líquido que tenga un peso molecular medio de masa de 150.000 o menos. El aceite extendedor utilizado no se limita particularmente mientras que el

aceite extendedor sea un aceite extendedor o un ablandador utilizado normalmente para caucho diénico. Se utiliza de preferencia un aceite extendedor basado en aceite mineral. El aceite extendedor basado en aceite mineral es generalmente una mezcla de aceite aromático, aceite alicíclico y aceite alifático. El aceite extendedor se clasifica en aceite aromático, aceite alicíclico y aceite alifático dependiendo de la proporción de estos aceites. Puede utilizarse cualquiera de estos aceites. En particular se utiliza de preferencia con respecto a propiedades de baja histéresis/resistencia al derrape en húmedo, en particular, aceite mineral aromático (aceite aromático) con una constante de viscosidad-gravedad (VGC) de 0,900 a 1,049 y un aceite mineral alifático (aceite nafténico) con una constante de viscosidad-gravedad de 0,800 a 0,899. Es preferible adicionar el aceite extendedor en una cantidad de 10 a 100 partes en masa por 100 partes en masa del caucho diénico.

La solución de polimerización que contiene el caucho diénico obtenido como se ha descrito antes se procesa utilizando un método utilizado para un método de polimerización de solución normal, tal como adicionando un estabilizador o similar a la solución, opcionalmente adicionando un aceite extendedor (por ejemplo aceite de proceso aromático o aceite de proceso nafténico) o un polímero líquido con un peso molecular medio de masa de 150.000 o menos (o una solución del polímero líquido anterior), separando el caucho del disolvente utilizando un método de secado directo o un método de separación por vapor, lavado de caucho y secado del producto resultante utilizando un secador de vacío, un secador de aire caliente o un rodillo, para aislar el caucho diénico objetivo.

La composición de caucho del presente invento puede incluir un componente de caucho distinto del caucho diénico conteniendo grupo funcional. Como ejemplos de este componente de caucho puede citarse caucho natural, caucho de butadieno, caucho de isopreno, caucho de estireno-butadieno.

#### **(B) Sílice**

Como ejemplos del sílice utilizado en el presente invento puede citarse sílice de proceso en húmedo, sílice de proceso en seco, sílice de tipo silicato sintético y similares. El sílice con un diámetro de partícula reducido exhibe excelentes efectos de refuerzo. El sílice que tiene un diámetro de partícula pequeño y es altamente agregante (o sea de gran área superficial y alta adsorción de aceite) es preferible con respecto a propiedades y procesabilidad debido a excelente dispersabilidad en el caucho. El diámetro de partícula medio (diámetro de partícula primario) del sílice es de preferencia de 5 a 60  $\mu\text{m}$  y mas preferentemente de 10 a 35  $\mu\text{m}$ . El área superficial específica (método BET) del sílice es de preferencia de 45 a 280  $\text{m}^2/\text{g}$ .

El sílice se adiciona en una cantidad de 5 a 130 partes en masa, de preferencia de 10 a 100 partes en masa, y mas preferentemente de 20 a 90 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho (A). Si la cantidad de sílice es excesivamente pequeña tiende a disminuir la resistencia a la abrasión. Si la cantidad de sílice es excesivamente grande tiende a aumentar la pérdida de histéresis.

Puede adicionarse negro de humo en combinación con sílice. En calidad de negro de humo es preferible negro de humo producido por un método de horno y con un área de superficie específica de adsorción de nitrógeno de 50 a 200  $\text{m}^2/\text{g}$  y una absorción DBP de 80 a 200  $\text{ml}/100\text{ g}$ . Como ejemplos de este negro de humo puede citarse negro de humo FEF, HAF, ISAF y SAF.

El negro de humo se adiciona en una cantidad de preferencia de 2 a 100 partes en masa y mas preferentemente de 5 a 90 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho (A). La relación en masa de sílice/negro de humo es de preferencia de 10/90 a 90/10, y mas preferentemente de 20/80 a 80/20. Cuando se utiliza sílice y negro de humo en combinación estos rellenos que exhiben efectos de refuerzo se dispersan de modo uniforme y finamente en el caucho para producir una composición de caucho que exhibe excelente formabilidad de rodadura y extruibilidad, proporciona excelente resistencia al rodamiento debido a una reducción en pérdida de histéresis del caucho vulcanizado, mejora la resistencia al derrape el húmedo y exhibe excelente resistencia a la abrasión.

Puede utilizarse adicionalmente un relleno de fase dual de carbón-sílice. Los efectos de mejorar la resistencia al rodamiento pueden aumentarse adicionalmente con el empleo además del relleno de fase dual de carbón-sílice. El relleno de fase dual de carbón-sílice es negro de humo revestido de sílice obtenido haciendo que el sílice se una químicamente con la superficie del negro de humo y se encuentra en el comercio procedente de Cabot Co., Ltd con los nombres comerciales de CRX2000, CRX2002 y CRX2006.

Puede adicionarse también otro relleno que no sea los descritos antes. No existen limitaciones específicas para el relleno adicionalmente utilizado. Por ejemplo, puede citarse arcilla, carbonato cálcico, óxido de aluminio, carbonato de magnesio.

#### **(C) Componente alifático**

El componente alifático utilizado en la composición de caucho del presente invento tiene por lo menos un grupo funcional elegido del grupo constituido por un grupo carboxilo, un grupo hidroxilo, un grupo amino y un grupo epoxi. Como ejemplos específicos de un compuesto de esta índole pueden darse los compuestos siguientes.

Componente alifático conteniendo grupo carboxilo: ácido esteárico, ácido laúrico, ácido oleico, ácido palmítico, ácido octílico,

Componente alifático conteniendo grupo hidroxilo: alcohol alifático tal como pentanol, hexanol y octanol; alcohol aromático tal como alcohol bencílico, alcohol p-cloro bencílico; alcohol alicíclico tal como ciclohexanol, 4-metilciclohexanol y ciclopentanol; alcohol heterocíclico tal como alcohol furfurilo; alcohol polihídrico tal como etilenglicol y glicerol;

5 Componente alifático conteniendo grupo amino: octilamina, laurilamina, miristilamina, estearilamina, cocoalquilamina, oleilamina, alquilamina de sebo vacuno;  
Componente alifático conteniendo grupo epoxi: óxido de olefina, glicidil éter, glicidil éster.

10 De estos son preferidos un ácido alifático tal como ácido esteárico, octilamina, laurilamina, miristilamina, estearilamina, cocoalquilamina, oleilamina y alquilamina de sebo de vacuno, siendo particularmente preferible el ácido esteárico.

15 El componente alifático (C) se adiciona en una cantidad de 3 a 15 partes en masa, de preferencia 4 a 11 partes en masa, mas preferentemente 4 a 10 partes en masa, y particularmente, de preferencia, 4 a 9 partes en masa por 100 partes en masa del sílice. Si la cantidad del componente alifático es excesivamente pequeña decrecen en gran medida los efectos de mejora de las propiedades del caucho tales como propiedades de abrasión, resistencia al rodamiento y propiedades de derrape en húmedo. Si la cantidad del componente alifático es excesivamente grande disminuye la resistencia a la abrasión.

20 Otros aditivos

Puede adicionarse un agente de vulcanización a la composición de caucho del presente invento en una cantidad de preferencia de 0,5 a 10 partes en masa, y mas preferentemente 1 a 6 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho (A). Como ejemplos del agente de vulcanización puede citarse azufre, un compuesto conteniendo azufre, un peróxido.

25 Puede utilizarse en combinación con el agente de vulcanización en una cantidad apropiada un acelerador de vulcanización de sulfonamida, un acelerador de vulcanización de guanidina, un acelerador de vulcanización de tiuram o similares. Puede adicionarse en una cantidad apropiada óxido de zinc, auxiliares de vulcanización, preventivos de envejecimiento, coadyuvantes de elaboración.

30 A la composición de caucho puede adicionarse un agente de acoplamiento con el fin de mejorar los efectos de refuerzo del relleno.

35 Como ejemplos del agente de acoplamiento puede citarse un agente de acoplamiento de silano, bis(trietoxisililpropil)tetrasulfuro, bis(trietoxisililpropil)disulfuro y bis(trietoxisililpropil)monosulfuro.

40 El término "agente de acoplamiento" aquí utilizado se refiere a un compuesto que tiene un componente que puede reaccionar con la superficie de sílice y un componente que puede reaccionar con caucho (particularmente doble enlace carbono-carbono), tal como un grupo polisulfuro, un grupo mercapto o un grupo epoxi en su molécula.

45 Como ejemplos específicos del agente de acoplamiento de silano puede citarse bis-(3-trietoxisililpropil) tetrasulfuro, bis-(3-trietoxisililpropil)disulfuro, bis-(2-trietoxisililetil) tetrasulfuro, 3-mercaptopropiltrimetoxisilano, 3-trietoxisililpropil-N,N-dimetiltiocarbamoil tetrasulfuro, 3-trietoxisililpropilbenzotiazol tetrasulfuro.

50 El agente de acoplamiento se adiciona en una cantidad de preferencia de 1 a 15 partes en masa, y mas preferentemente de 5 a 10 partes en masa por 100 partes en masa del sílice. Si la cantidad del agente de acoplamiento es excesivamente pequeña el efecto de adición puede ser insuficiente. Si la cantidad del agente de acoplamiento es excesivamente grande, dado que no puede obtenerse un efecto proporcional a la cantidad de adición, es desventajoso desde un punto de vista económico.

Puede adicionarse al caucho anterior componentes tales como un aceite extendedor, un relleno, un agente de vulcanización, un acelerador de vulcanización y un preventivo de envejecimiento.

55 **(1) Aceite extendedor**

En calidad de aceite extendedor puede utilizarse sin limitaciones específicas un aceite extendedor de caucho comunmente utilizado. Como ejemplos del aceite extendedor, puede citarse un aceite extendedor nafténico, un aceite extendedor de parafina, un aceite extendedor aromático. De estos es preferible un extendedor aromático. En combinación con un aceite extendedor aromático puede utilizarse un aceite extendedor de caucho de parafina.

60 **(2) Agente de vulcanización**

65 Como ejemplos del agente de vulcanización utilizado en el presente invento puede citarse azufre; peróxidos tal como di-t-butil peróxido; compuestos donadores de azufre tal como disulfuro de tetrametiltiuram. En particular es preferible el azufre desde el punto de vista de durabilidad. El agente de vulcanización se adiciona en una cantidad de preferencia de 0,5 a 5 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho total.

**(3) Acelerador de vulcanización**

Como ejemplos del acelerador de vulcanización utilizado en el presente invento puede citarse difenil guanidina, N-tert-butil-2-benzotiazolsulfenamida, N-ciclohexil-2-benzotiazolsulfenamida. El agente de vulcanización se adiciona en una cantidad de preferencia de 1 a 5 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho total.

**Preventivo de envejecimiento**

Como ejemplos del preventivo de envejecimiento utilizado en el presente invento puede citarse N-fenil-N'-isopropil-p-fenilendiamina, N-(1,3-dimetilbutil)-N'-fenil-p-fenilendiamina. El preventivo de envejecimiento se adiciona en una cantidad de preferencia de 1 a 10 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho total.

**Otros ingredientes formadores de composición**

En calidad de otros ingredientes utilizados en el presente invento pueden citarse coadyuvantes de procesado tal como ácido esteárico, óxido de zinc y cera, espesantes.

El componente de caucho antes descrito (A), el sílice (B), el componente alifático conteniendo grupo funcional (C), y aditivos opcionales se amasan a una temperatura de 140 a 180°C utilizando una amasadora tal como una mezcladora Banbury. Después de enfriamiento de la mezcla resultante se mezcla un agente de vulcanización tal como azufre, un acelerador de vulcanización y similar con la mezcla utilizando una mezcladora Banbury o un rodillo de mezcla para preparar caucho para vulcanización. Después de dar al caucho la forma deseada se vulcaniza el producto resultante a una temperatura de 140 a 180°C para obtener caucho vulcanizado (o sea producto de caucho) con una forma arbitraria.

La composición de caucho del presente invento y el caucho vulcanizado utilizando la composición de caucho se utilizan apropiadamente para aplicaciones de neumáticos tal como banda de rodadura, pared de caucho y tira de frotamiento, y pueden utilizarse también apropiadamente para productos industriales tales como correa, manguera, caucho a prueba de vibración y calzado. La composición de caucho se utiliza particularmente de forma apropiada para una banda de rodadura de neumático.

**EJEMPLOS**

El presente invento se describe a continuación con mayor detalle a título de ejemplo, que no debe considerarse como limitativo del presente invento. En los ejemplos "parte" y "%" respectivamente indican "parte en masa" y "masa %" a menos que se indique de otro modo.

En los ejemplos se midieron varios datos de conformidad con los métodos siguientes.

(1) contenido de estireno enlazado: medido mediante  $^1\text{H-RMN}$  a 270 MHz.

(2) contenido de enlace 1.2 de la porción de butadieno medido mediante  $^1\text{H-RMN}$  a 270 MHz.

(3) Viscosidad Mooney ( $\text{ML}^{1+4}$ , 100°C): medido según JIS K6300 utilizando un rotor L a un tiempo de precalentamiento de un minuto, un tiempo de operación de rotor de cuatro minutos y una temperatura de 100°C.

(4) Propiedades de abrasión: se midió un cambio en el par de torsión a 160°C durante 40 minutos utilizando un curulostometer y se determinó el tiempo con el que el par de torsión llegó al 10% del par de giro máximo  $t(10)$  y el tiempo con el que el par de giro llegó al 90% del par de giro máximo ( $t(90)$ ).

(5) Evaluación de propiedades de caucho vulcanizado

(a) Resistencia a la abrasión: medida según JIS K 6264 utilizando un probador de resistencia de abrasión DIN. Los valores medidos se utilizan como índices. El valor mayor es la mejor resistencia a la abrasión.

(b) Dispersabilidad de temperatura ARES: se midió  $\tan\delta$  a 50°C utilizando un analizador dinámico (RDA) fabricado por Rheometrix de U.S.A. a tensión dinámica del 1%, una frecuencia de 10 Hz, y una temperatura de 50°C. Contra menor es el valor menor es la resistencia al rodamiento (baja resistencia al rodamiento). Se midió  $\tan\delta$  a 0°C utilizando el mismo instrumento a una tensión dinámica del 0,5%, una frecuencia de 10Hz, y una temperatura de 0°C. Contra mayor es el valor mejores son las propiedades de derrape en húmedo (alta resistencia al derrape en húmedo).

**Ejemplo 1 de referencia (síntesis de SBR-1)**

Se cargó un recipiente de reacción autoclave de 5 l, en el que la atmósfera interna se sustituyó por nitrógeno, con 2750 g de ciclohexano, 40,3 g de tetrahidrofurano, 125 g de estireno y 365 g de 1,3-butadieno. Después de ajustar la temperatura del contenido del recipiente de reacción a 20°C se adicionó 3,92 mmol de n-butilitio para iniciar la polimerización. Los componentes se polimerizaron bajo condiciones de aislamiento térmico, y la temperatura máxima alcanzó 85°C. Cuando el ratio de conversión de polimerización alcanzó el 99% se adicionaron 10 g de

butadieno y se polimerizó durante cinco minutos. Después de la adición de 1560 mg de N,N-bis(trimetilsilil)aminopropilmetildimetoxisilano, los componentes se hicieron reaccionar durante 15 minutos. Se adicionó 2,6-di-ter-butil-p-cresol a la solución de polímero después de la reacción. Luego se extrajo el disolvente mediante separación de vapor y se secó el caucho utilizando un rodillo de calor del cual se ajustó la temperatura hasta 110°C para obtener SBR-1. Las propiedades moleculares del SBR-1 resultantes se muestran en la Tabla 1.

#### Ejemplo 2 de referencia (síntesis de SBR-2)

Se cargó un recipiente de reacción autoclave de 5 l en el que la atmósfera interna se sustituyó por nitrógeno, con 2500 g de ciclohexano, 40,3 g de tetrahidrofurano, 125 g de estireno y 365 g de 1,3-butadieno. Después de ajustar la temperatura del contenido del recipiente de reacción a 20°C se adicionó 3,92 mmol de n-butillitio para iniciar la polimerización. Los componentes se polimerizaron bajo condiciones de aislamiento térmico, y la temperatura máxima alcanzó 85°C. Después de que el ratio de conversión de polimerización alcanzó el 100% se adicionaron 10 g de butadieno y se polimerizó. Luego se adicionó 1,57 mmol de tetracloruro de estaño para llevar a cabo la reacción de modificación durante 15 minutos. Después de la adición de 2,6-di-ter-butil-p-cresol a la solución de polímero después de la reacción se extrajo el disolvente mediante separación de vapor y se secó el caucho utilizando un rodillo a 115°C para obtener SBR-2. Las propiedades moleculares del SBR-2 resultante se muestran en la Tabla 1.

	SBR-1	SBR-2
Contenido de estireno enlazado (% en p)	25	25
Contenido de enlace 1.2 de la porción de butadieno (%)	60	60
Cantidad de aceite extendedor	0	0
Viscosidad Mooney	50	78

#### 20 Ejemplo 1 y Ejemplos comparativos 1 a 3

Se mezclaron los SBR anteriores y aditivos dados mas adelante con una relación mostrada en la Tabla 2 utilizando una mezcladora Banbury de 1,7 l para preparar caucho. El caucho resultante se vulcanizó a 160°C durante 30 minutos y se evaluó las propiedades del caucho vulcanizado. Los resultados se muestran en la Tabla 3 y figura 1.

BR: caucho de polibutadieno de alto cis fabricado por JSR Corporation

25 Sílice: "Nipsil AQ" fabricado por Tosoh Silica Corporation

Agente de acoplamiento: "Si69" fabricado por Degussa Japan Co., Ltd.

Negro de humo: "Diablack H" fabricado por Mitsubishi Chemical Corporation

Aceite extendedor: "Fukkol Aromax #3" fabricado por Fuji Kosan Co., Ltd.

6C: "Nocrac 6C" fabricado por Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

30 Acido esteárico: Lunac S-40" fabricado por Kao Corp.

CZ: "Nocceler CZ" fabricado por Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

D: "Nocceler CZ" fabricado por Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

35

Tabla 2

Componente	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo 1
SBR-1			70	70
SBR-2	70	70		
BR	30	30	30	30
Sílice	70	70	70	70
Agente de acoplamiento	5.6	5.6	5.6	5.6
Aceite extendedor	37.5	37.5	37.5	37.5
Negro de humo	5.6	5.6	5.6	5.6
Acido esteárico	2	5	2	5
6C	1	1	1	1
Oxido de zinc	3	3	3	3

CZ	1.8	1.8	1.8	1.8
D	1.2	1.2	1.2	1.2
Azufre	1.5	1.5	1.5	1.5

Tabla 3

Propiedades	Ejemplo 1 comparativo	Ejemplo 2 comparativo	Ejemplo 3 comparativo	Ejemplo 1
Curelastometer (160°C x 40 min) tipo V				
$t_c(10)$ (min)	5.9	6.5	5.4	8.4
$t_c(90)$ (min)	12.5	12.2	13.2	13.3
Prueba de abrasión DIN (5N)				
Pérdida de abrasión DIN (cm <sup>3</sup> )	0.0822	0.0911	0.0699	0.0722
Índice (No.)	100	100	130	126
Temperatura de dispersabilidad ARES				
0°C tan $\delta$	0.157	0.135	0.183	0.208
50°C tan $\delta$	0.145	0.155	0.113	0.097

5 Como es evidente a partir de los resultados mostrados en la Tabla 3 y Figura 1, se deteriora la resistencia al derrape en húmedo (tan $\delta$  a 0°C) y resistencia a la rodadura (tan $\delta$  a 70°C) cuando se utiliza SBR-2 que no tiene un grupo funcional capaz de interactuar con la superficie de sílice y aumentar la cantidad de ácido esteárico (componente C) de 2 phr (2,9 partes en masa por 100 partes en masa de sílice) (Ejemplo 1 comparativo) a 5 phr (7,1 partes en masa por 100 partes en masa de sílice) (Ejemplo comparativo 2). Por otra parte, se mejora la resistencia en húmedo (tan $\delta$  a 0°C) y resistencia a la rodadura (tan $\delta$  a 70°C) cuando se utiliza SBR-1 que tiene un grupo alcoxisililo que es un grupo funcional capaz de interactuar con la superficie de sílice y aumentar la cantidad de ácido esteárico (componente C) de 2 phr (2,9 partes en masa por 100 partes en masa de sílice) (Ejemplo comparativo 3) a 5 phr (7,1 partes en masa por 100 partes en masa de sílice) (Ejemplo 1). La composición de caucho del ejemplo 1 exhibió  
10 excelentes propiedades de abrasión.  
15

De los resultados anteriores se encontró que un sistema que utiliza caucho de dieno que incluye por lo menos un grupo amino primario y un grupo de alcoxisililo (grupos funcionales capaces de interactuar con la superficie de sílice) como el componente de caucho (A) y sílice como el relleno (B) exhibe propiedades de caucho mejoradas cuando se  
20 adiciona una cantidad específica de componente alifático con un grupo funcional específico.

#### APLICABILIDAD INDUSTRIAL

La composición de caucho del presente invento exhibe excelentes propiedades de abrasión, resistencia al rodamiento, y propiedades de derrape en húmedo y es útil como un material de banda de rodadura para neumáticos de bajo consumo de combustible, neumáticos grandes, y neumáticos de alta prestación. Un neumático que utiliza la  
25 composición de caucho para su banda de rodadura exhibe excelentes propiedades de agarre y baja resistencia a la rodadura y es muy útil en el campo del automóvil.

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición de caucho que comprende:

5 (A) un componente de caucho que incluye de 30 a 100% en masa de caucho diénico incluyendo un grupo amino primario y un grupo de alcoxisililo en una cantidad de 0,01 a 5,0 mol por 100 g del caucho diénico;

(B) sílice en una cantidad de 5 a 130 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho; y

10 (C) un componente alifático que tiene por lo menos un grupo funcional elegido del grupo constituido por un grupo carboxilo, un grupo hidroxilo, un grupo amino y un grupo epoxi en una cantidad de 3 a 15 partes en masa por 100 partes en masa del sílice.

15 2. La composición de caucho de conformidad con la reivindicación 1, en donde el grupo amino primario y el grupo de alcoxisililo incluido en el caucho diénico son obtenibles mediante modificación del terminal polimérico activo con N,N-bis(trimetilsilil)aminopropilmetildimetoxisilano.

20 3. La composición de caucho de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en donde el componente alifático (C) es un ácido alifático.

4. La composición de caucho de conformidad con la reivindicación 3, en donde el ácido alifático es ácido esteárico.

25 5. La composición de caucho, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende negro de humo en una cantidad de 2 a 100 partes en masa por 100 partes en masa del componente de caucho (A).

6. Un neumático en donde se utiliza en una banda de rodadura la composición de caucho de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

