(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 672 994**

(51) Int. Cl.:
C08F 236/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2007** **E 07112309 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018** **EP 1894968**

(54) Título: **Mezcla de caucho para bandas de rodadura de cubiertas de vehículo**

(30) Prioridad:

29.08.2006 DE 102006040412

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2018

(73) Titular/es:

CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Vahrenwalder Strasse 9
30165 Hannover, DE

(72) Inventor/es:

LASCHET, MARC, DR.;
RECKER, CARLA, DR.;
SCHULZE, HERBERT, DR.;
DETTMER, FABIAN, DR.;
WEINREICH, HAJO, DR.;
WAGEMANN, JÜRGEN, DR.;
HERZOG, KATHARINA, DR. y
ALBERS, ISABEL, DR.

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 672 994 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

Mezcla de caucho para bandas de rodadura de cubiertas de vehículo.

La invención concierne a una mezcla de caucho vulcanizable con una fracción de caucho que contiene al menos un copolímero de estireno-butadieno (caucho SBR) y, además, eventualmente otros cauchos naturales o sintéticos, con uno o varios materiales de carga y eventualmente con aditivos. Asimismo, la invención concierne al uso de una mezcla de caucho para la fabricación de bandas de rodadura para cubiertas de vehículo, a bandas de rodadura de cubiertas de vehículo fabricadas a partir de la mezcla después de una vulcanización usual y, por último, a cubiertas de vehículo, especialmente cubiertas neumáticas de vehículo, que contienen estas bandas de rodadura.

Es ya posible desde hace mucho tiempo que se influya de manera diferente sobre las propiedades de uso de vulcanizados o “gomas”, que se emplean para cubiertas de vehículo, mediante aditivos y/o funcionalización de los cauchos vulcanizables. Sin embargo, existe frecuentemente el conflicto de que, al optimizar una propiedad deseada, se empeora otra propiedad también deseada.

Las masas de caucho para bandas de rodadura de cubiertas se basan precisamente con frecuencia en SBR en el sector de los automóviles de turismo. Un caucho SBR, tal como éste se entiende aquí, es un caucho de copolímero de dieno conjugado y estireno, siendo el elemento prácticamente más importante del grupo el propio caucho de estireno-butadieno (=SBR).

Aparte de los copolímeros SBR estadísticos se conocen desde hace mucho tiempo los copolimeros de bloques, en los que la formación de bloques ejerce influencia sobre las propiedades de uso – como también sobre otras funciones. La fabricación de polímeros SBR de bloques se describe a modo de ejemplo en el documento US 3294768.

El documento DE 69312891 T2 divulgan la mejora del equilibrio entre resistencia a la abrasión, comportamiento de derrape en húmedo y comportamiento de derrape en seco y otras propiedades con ayuda de una mezcla de cubierta basada en SBR que, con 20 a 50% de contenido de vinilo, debe poseer menos de 11% de microbloques de estireno de 4 a 10 unidades de estireno continuamente coherentes y menos de 10% de microbloques de 11 o más unidades de estireno coherentes.

El documento US7064171 divulga una mezcla de caucho vulcanizable constituida por 20 a 70 phr de polibutadieno y 30 a 80 phr de SBR, caracterizada por que el SBR presenta un contenido de estireno de 10 a 40% y un contenido de vinilo de 8 a 20%.

El problema de la invención consiste en proporcionar una mezcla de caucho que pueda emplearse para bandas de rodadura de cubiertas de vehículo, que haga posible la optimización simultánea de diferentes propiedades de la cubierta y que, sirviéndose de su composición y/o microestructura, permita una sintonización de pares de propiedades corrientes en la dirección deseada, especialmente para poder combinar mejor pares de propiedades no optimizables al mismo tiempo de otro modo, como frenado en hielo y agarre en húmedo o frenado en húmedo y resistencia a la rodadura.

Este problema se resuelve con una mezcla de de caucho vulcanizable de la clase citada al principio que comprende al menos un polímero de caucho, uno o varios materiales de carga y eventualmente aditivos, en la que la fracción de caucho contiene 1 a 100% en peso de un copolímero de diolefina conjugada-estireno (SBR) con un contenido de estireno de 10 a 60% en moles, y en la que el valor máximo para tg δ calculado a partir de los datos del análisis dinámico-mecánico (DMA) del polímero SBR puro sobrepasa en al menos 30ºC el primer máximo del módulo de pérdida a temperaturas crecientes. Esta condición se cumple según la invención debido a que las concentraciones de monómeros de diolefina o butadieno y estireno se varían durante la reacción de modo que resulte la condición buscada.

Sorprendentemente, se ha comprobado que la distribución de las unidades de estireno y las unidades diénicas conjugadas a lo largo de la cadena tiene una acción decisiva sobre las propiedades de uso de la mezcla vulcanizada para cubiertas. Por tanto, las propiedades de uso puedan ajustarse y regularse finamente variando las concentraciones de monómeros en el procedimiento de fabricación.

Gracias a la variación de la concentración de monómeros se hace posible un ajuste fino de diferentes propiedades de uso agrupadas que, en caso contrario, no es frecuente que puedan optimizarse al mismo tiempo. Esto se manifiesta ya en los predictores conocidos del experto para estas propiedades de uso, tal como se describe seguidamente con más detalle todavía ayudándose de los ejemplos.

Un procedimiento ventajoso para la fabricación del SBR según la invención es la copolimerización de una diolefina conjugada, preferiblemente butadieno, y estireno en un disolvente de hidrocarburos que contiene una base de Lewis utilizando al menos un compuesto que se selecciona del grupo que comprende como iniciador un compuesto orgánico de metal alcalino, un compuesto inorgánico de metal alcalino-térreo y un compuesto de litio-amida, tal

como es conocido en el estado de la técnica. Como consecuencia de un control experimentalmente calculado de la concentración de los monómeros, se pueden ajustar de la manera deseada las propiedades del copolímero resultante, por ejemplo para cumplir las condiciones de que el valor máximo para tg δ calculado a partir de los datos del análisis dinámico-mecánico (DMA) del polímero puro sobrepase en al menos 30ºC el primer máximo del módulo de pérdida a valores de temperatura crecientes.

Según la invención, la distribución de los monómeros a lo largo de la cadena del polímero de caucho SBR no vulcanizado es irregular. Esto puede significar especialmente que la distribución a lo largo de la cadena muestra un gradiente, es decir que el valor medio del número de unidades de estireno (o de unidades diénicas, según el modo de consideración) en una parte determinada de la longitud de la cadena varía de manera matemáticamente monótona a lo largo de la cadena del copolímero no vulcanizado.

Según otro aspecto de la invención, el estireno está dispuesto parcialmente en microbloques, es decir, en unidades de 2 a 10 unidades moleculares de estireno coherentes. En una forma de realización preferida los microbloques de estireno están compuestos de 3 a 6 unidades moleculares de estireno – en secuencia continua. Naturalmente, éstos son valores estadísticos, por lo que puede ocurrir ocasionalmente que a veces se sigan una a otra más de 10 unidades en una serie.

Preferiblemente, 20 a 50% de las unidades de estireno del caucho SBR están presentes en microbloques de estireno. La introducción de los microbloques puede conseguirse según procedimientos en sí conocidos. Un procedimiento adecuado es añadir al iniciador un compuesto de potasio, por ejemplo como se describe en el documento US 3,294,768. El compuesto de potasio es preferiblemente una sal de potasio de un ácido sulfónico orgánico, una sal de potasio de un ácido carboxílico inorgánico, una sal de potasio de un alcóxido, un fenóxido de potasio o una sal de potasio de un éster parcial orgánico del ácido fosforoso.

La distribución irregular de los microbloques de estireno se manifiesta en que la temperatura del valor máximo para tangente δ calculado a partir de los datos del análisis dinámico-mecánico (DMA) del polímero puro sobrepasa en al menos 30ºC el primer máximo del módulo de pérdida a valores de temperatura crecientes. Las mezclas para bandas de rodadura de cubiertas según la invención o las probetas fabricadas a partir de ellas muestran un amplio valor de tangente δ que está desplazado hacia temperatura relativamente altas. Este desplazamiento trae consigo usualmente una mejora del comportamiento de derrape en húmedo junto con un empeoramiento de la resistencia a la rodadura. Sin embargo, se ha encontrado sorprendentemente que, junto con una flexibilidad mejorada en frío, un frenado mejorado en hielo y un agarre incrementado en húmedo, no se empeora la resistencia a la rodadura. La abrasión permanece sustancialmente inalterada.

El contenido total de estireno del copolímero SBR conteniendo microbloques es preferiblemente de 25 a 45% en moles.

La fracción de diolefina, que es preferiblemente la fracción de butadieno del SBR, contribuye al contenido de grupos vinilo, los cuales están aún disponibles después del proceso de copolimerización. El contenido de vinilo es ajustable de manera conocida por medio de las condiciones de polimerización.

En la invención el contenido de vinilo del butadieno del SBR es preferiblemente de 5 a 80% en moles.

Aparte del caucho de estireno-diolefina o de estireno-butadieno (SBR) con contenido de microbloques, la fracción de caucho puede contener en solitario o en mezcla los cauchos siguientes: caucho natural (NR), caucho de butadieno (BR), caucho de poliisopreno (IR), caucho de policloropreno (CR), y puede estar presente también una fracción cuantitativamente inferior de otro caucho SBR que no contenga microbloques.

La mezcla puede contener también los aditivos usuales para gomas de bandas de rodadura de cubiertas.

El material de carga previsto en la mezcla puede ser un material de carga basado en óxido de silicio (sílice, ácido silícico) o negro de carbono o bien puede consistir en un material de carga basado en óxido de silicio, preferiblemente sílice, y/o negro de carbono.

Preferiblemente, el material de carga contiene una mezcla de al menos un material de carga basado en óxido de silicio y al menos una calidad de negro de carbono. Materiales de carga basados en óxido de silicio y negros de carbono adecuados para mezclas de bandas de rodadura de cubiertas son conocidos en el estado de la técnica y se pueden emplear aquí.

Los materiales de carga y los cauchos de la mezcla pueden estar también modificados, tal como es en principio conocido por el estado de la técnica para mezclas de caucho.

Según otro aspecto de la invención, el SBR puede ser funcionalizado en al menos uno de los extremos de la cadena. La funcionalización se produce usualmente por medio de un iniciador y/o un terminador funcionalizados. En el estado de la técnica se conocen procedimientos y grupos adecuados. Se indican ejemplos en, por ejemplo, el documento EP 1 457 501. Se introducen frecuentemente funcionalizaciones para mejorar la cohesión o fuerza de

ligadura entre el caucho y el material de carga, es decir, negro de carbono o materiales de carga basados en óxido de silicio. En el mismo sentido, se pueden emplear discrecionalmente promotores de adherencia bifuncionales, especialmente silanos y aminas, como aditivos para las mezclas de caucho.

Se ha propuesto ya una gran multitud de grupos funcionales para los objetivos anteriormente mencionados. En esta invención se ha elegido la funcionalización de preferiblemente un grupo constituido por grupos amino que están ligados a la cadena de polímero con o sin espaciador, por ejemplo los grupos H_2N-R^1-, R^2HN-R^1- y $R^2{}_2N$-R^1-, en los que R^1 es un espaciador, preferiblemente una cadena alquílica, ramificada o no ramificada, con C_0 a C_{12} (C_0 significa sin espaciador), y R_2 es un alquilo que se selecciona del grupo de metilo, etilo, propilo, butilo, ramificados o no ramificados, y también de grupos silano, preferiblemente grupos alcoxisilano, o de grupos amino que contienen grupos alcoxisilano. El grupo alquilo del alcoxisilano puede ser preferiblemente R^1 o R^2.

La invención comprende también el uso de la mezcla de caucho según la invención para la fabricación de una banda de rodadura de una cubierta de vehículo y comprende igualmente la banda de rodadura y la cubierta de vehículo fabricada con ésta. La cubierta de vehículo es en general una cubierta neumática de vehículo.

Para la fabricación de la goma se procesan adicionalmente de manera conocida las mezclas de caucho no vulcanizadas según la invención, es decir que se vulcanizan éstas con ayuda de agentes de vulcanización existentes en la mezcla. El término “vulcanización” pretende designar aquí en general la reticulación del caucho sustancialmente lineal, no tridimensional, para convertirlo en un elastómero de caucho, con independencia de si se emplean en la forma clásica azufre, reactivos liberadores de azufre u otros reticulantes adecuados para cauchos naturales y sintéticos, tal como es conocido para el experto. A este fin, se pueden emplear aditivos idóneos, como retardadores y aceleradores, que son también corrientes para el experto. Aparte del azufre, se pueden utilizar, entre otros, peróxidos para producir la reticulación.

En lo que sigue se ilustra la invención con más detalle ayudándose de ejemplos de realización que debe servir únicamente para la mejor comprensión de la invención, pero no para la limitación de la invención.

Ejemplos

En las tablas siguientes se agrupan ejemplos de mezclas y datos de medida referentes a valores característicos dinámico-mecánicos de estos ejemplos de mezclas, así como datos de los polímeros brutos correspondientes. Las indicaciones cuantitativas para las mezclas son siempre partes en peso que están referidas a 100 partes en peso del caucho total (phr). Las mezclas se fabrican de la manera usual en una amasadora de laboratorio. A partir de éstas se fabrican probetas vulcanizadas. Parcialmente en las probetas y parcialmente en el polímero bruto (como se indica) se determinan propiedades de materiales típicas para la industria del caucho con los procedimientos de ensayo indicados en lo que sigue.

- Dureza Shore A a temperatura ambiente y a 70ºC según DIN 53 505
- Elasticidad al rebote (reconformación elástica) a temperatura ambiente y a 70ºC según DIN 53 512
- Resistencia a la fracción a temperatura ambiente según DIN 53 504
- Alargamiento a la rotura a temperatura ambiente según DIN 53 504
- Valores de tensión a 50, 100, 200 y 300% de alargamiento a temperatura ambiente según DIN 53 504
- Densidad energética a la rotura determinada en el ensayo de tracción según DIN 53 504, siendo la densidad energética a la rotura el trabajo necesario hasta la rotura, referido al volumen de la muestra,
- Condiciones de medida para el DMA del polímero bruto: Mettler-Toledo DMA/SDTA 861, soporte de la muestra bajo cizalladura: escaneo de temperatura de -70ºC a 30ºC a 10 Hz; máxima amplitud de fuerza: 0,12 N, máxima amplitud de recorrido: 25 µm
- Tangente delta según DIN 53 513 por medición con amplitud de deformación constante de 0,2% bajo 10% de predeformación a compresión con 10 Hz de frecuencia de deformación dinámica
- Módulo de pérdida G” del polímero bruto o E” del compuesto según DIN 53 513
- Abrasión a temperatura ambiente según DIN 53 516

Ejemplo 1 (gradiente de monómero de estireno a lo largo de la cadena):

Caracterización de los polímeros SBR para el Ejemplo 1:
(Datos de los polímeros brutos)

Polímero SBR	Referencia 1	Polímero 1
Fracción de vinilo (% en moles)	47	43
Fracción de estireno basada en SBR (% en moles)	41	41
Distribución de monómeros	regular	irregular

Especificaciones de mezclado para la mezcla del ejemplo (polímero 1):

Mezcla 1 (con polímero 1)	Cantidad [phr]
Caucho de estireno-butadieno	70
Caucho natural (NR)	30
Sílice	45
Aceite	32
Negro de humo	46
TESPT 50% sobre negro de carbono	8
Retardador de envejecimiento	4
Cera para protección contra ozono	2,5
Óxido de zinc	2,5
Ácido esteárico	1
Éster de ácido graso y jabón de zinc	4
Acelerador	2,9
Azufre	1,8

Referencia 1: Las mismas especificaciones; no se trabajó con una variación de los monómeros; por tanto, no hubo gradiente.
Vulcanización: cada vez 20 minutos a 160ºC

Medición del comportamiento dinámico-mecánico (predictores) de las mezclas vulcanizadas del Ejemplo 1:

	Referencia 1	**Polímero 1**
Dureza Shore A (temp. amb.)	69,5	70,6
Dureza Shore A a 70ºC	64,2	65,2
Elasticidad al rebote a temp. amb. (%)	13	12,9
Elasticidad al rebote a 70ºC (%)	37,4	37,4
Ensayo de tracción (R1) a temp. amb.:		
Resistencia a la tracción (MPa)	15,3	15,1
Alargamiento a la rotura (%)	339	317
Valores de tensión		
Módulo 50 (MPa)	1,98	2,04
Módulo 100 (MPa)	3,83	3,93
Módulo 200 (MPa)	9,23	9,67
Módulo 300 (MPa)	14,78	-
Densidad energética a la rotura (J/cm^3)	22,6	20,3
tg delta a 10ºC	0,59	0,61
tg delta a 60ºC	0,176	0,154
Módulo de pérdida a 10ºC (MPa)	31,3	36,7
Módulo de pérdida a 60ºC (MPa)	2,5	2,5

Las propiedades medidas de los materiales, consideradas usualmente en la industria del caucho, se pueden emplear como los llamados predictores o magnitudes características para la predicción de determinadas propiedades de uso de las cubiertas equipadas con bandas de rodadura correspondientes. Así, por ejemplo, un valor lo más bajo posible para la elasticidad al rebote a temperatura ambiente indica un buen agarre en húmedo y un valor alto de la elasticidad al rebote a 70ºC indica una buena resistencia a la rodadura.

Ejemplo 2 (gradiente de microbloques de estireno a lo largo de la cadena):

Caracterización de los polímeros SBR para el Ejemplo 2:
Polímeros SBR con microbloques de estireno en distribución regular a lo largo de la cadena (referencia 2) y en distribución irregular a lo largo de la cadena (polímero 2)
Las condiciones de polimerización y las especificaciones para la referencia 2 y el polímero 2 son iguales, salvo la variación de la concentración de monómeros en el polímero 2.

Polímero SBR	Referencia 2	Polímero 2
Fracción de vinilo (% en moles)	48	44
Fracción de estireno basada en SBR (% en moles)	40	41
Microbloques de estireno basados en la fracción de estireno (%)	39	43
Distribución de los microbloques de estireno	regular	gradiente

Especificaciones de mezclado para las mezclas del ejemplo (Ejemplo 2):

	Polímero 2
Caucho de estireno-butadieno	70
Caucho natural (NR)	30
Sílice	45
Aceite	32
Negro de carbono	46
TESPT 50% sobre negro de carbono	8
Retardador de envejecimiento	4
Cera para protección contra ozono	2,5
Óxido de zinc	2,5
Ácido esteárico	1
Éster de ácido graso y jabón de zinc	4
Acelerador	2,9
Azufre	1,8

Condiciones de vulcanización: cada vez 20 min a 160ºC.

Medición del comportamiento dinámico-mecánico (predictores) – Ejemplo 2:

	Referencia 2	**Polímero 2**
Dureza Shore A (temp. amb.)	70	72,7
Dureza Shore A a 70ºC	65	64,7
Elasticidad al rebote a temp. amb. (%)	14,6	9,6
Elasticidad al rebote a 70ºC (%)	39,4	36,9
Ensayo de tracción (R1) a temp. amb.:		
Resistencia a la tracción (MPa)	16,4	15,9
Alargamiento a la rotura (%)	358	345
Valores de tensión:		
Módulo 50 (MPa)	1,86	2,03
Módulo 100 (MPa)	3,59	3,82
Módulo 200 (MPa)	9,17	9,49
Módulo 300 (MPa)	15,02	15,11
Densidad energética a la rotura (J/cm^3)	25,1	24
tg delta a 10ºC	0,458	0,472
tg delta a 60ºC	0,149	0,159
Factor de pérdida a 10ºC (MPa)	18,6	54,3
Factor de pérdida a 60ºC (MPa)	2,4	2,6

Datos DMA del polímero bruto

	Caracterización de la cadena	tg δ máxima	G” máximo
Referencia 1	sin bloques, sin gradiente	+6	-23
Polímero 1	sin bloques gradiente de monómeros	10	-77
Referencia 2	microbloques, sin gradiente	4	-21
Polímero 2	microbloques, gradiente	26	-47

Figuras

Figura 1, tg delta y módulo de pérdida G” en función de la temperatura para la referencia 1 (polímero bruto)

Figura 2, tg delta y módulo de pérdida G” en función de la temperatura para el polímero 1 (polímero bruto)

Figura 3, tg delta y módulo de pérdida G” en función de la temperatura para la referencia 2 (polímero bruto)

Figura 4, tg delta y módulo de pérdida G” en función de la temperatura para el polímero 2 (polímero bruto).

Las figuras 1 a 4 muestran los datos del barrido de temperatura de los polímeros brutos medido bajo cizalladura. Los dos polímeros según la invención (figura 2 y figura 4) se caracterizan por una gran diferencia de temperatura de los picos de las curvas del módulo de pérdida y de tg delta. Para el polímero 1 esta diferencia es de 88ºC y para el polímero 2 es de 73ºC. Las dos referencias tienen una diferencia de temperatura entre el pico de la curva de tg delta y la curva del módulo de pérdida de menos de 30ºC. La causa del pico de baja temperatura de los polímeros con distribución irregular de los monómeros reside en la sección de polímero con pequeña densidad de estireno, que posee una transición vítrea muy baja con relación al polímero total.

(Procedimiento de medida del DMA del polímero bruto):
Mettler-Toledo DMA/SDTA861, soporte de la muestra bajo cizalladura: escaneo de temperatura de -70ºC a 30ºC a 10 Hz; máxima amplitud de fuerza: 0,12 N, máxima amplitud de recorrido: 25 µm)

REIVINDICACIONES

1. Mezcla de caucho vulcanizable con al menos un polímero de caucho, uno o varios materiales de carga y eventualmente aditivos, **caracterizada** por que la fracción de caucho contiene 1 a 100% en peso de un copolímero de diolefina conjugada-estireno (SBR) con un contenido de estireno de 10 a 60% en moles, **caracterizada** por que la distribución de las unidades de estireno y de las unidades diénicas conjugadas a lo largo de la cadena presenta un gradiente generado por la variación de las concentraciones de monómeros de diolefina y estireno durante la reacción de polimerización, con lo que el valor máximo para tg δ (según DIN 53 513) calculado a partir de los datos del análisis dinámico-mecánico (DMA) del polímero SBR puro, según se mide en la descripción, sobrepasa en al menos 30ºC al primer máximo del módulo de pérdida (según DIN 53 513) a valores de temperatura crecientes.

2. Mezcla de caucho según la reivindicación 1, **caracterizada** por que 20 a 50% de las unidades de estireno están presentes en microbloques de estireno constituidos por 2 a 10 unidades de estireno coherentes.

3. Mezcla de caucho según la reivindicación 2, **caracterizada** por que los microbloques de estireno constan de 3 a 6 unidades de estireno.

4. Mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** por que la fracción de unidades de polimerización de estireno es de 25 a 45% en moles.

5. Mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** por que el contenido de vinilo del butadieno del SBR es de 5 a 80%.

6. Mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** por que, aparte del caucho de estireno-butadieno con contenido de microbloques, la fracción de caucho contiene en solitario o en mezcla los cauchos siguientes: caucho natural (NR), caucho de butadieno (BR), caucho de (poli)isopreno (IR), caucho de (poli)cloropreno (CR) y/u otros cauchos de estireno-butadieno (SBR).

7. Mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** por que el material de carga contiene, o consiste en, un material de carga basado en óxido de silicio o negro de carbono o ambos.

8. Mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** por que el SBR está funcionalizado en al menos uno de los extremos de la cadena y la funcionalización se ha elegido del grupo constituido por: grupos amino que están ligados a la cadena con o sin espaciador, grupos silano, preferiblemente grupos alcoxisilano, y grupos alcoxisilano que contienen grupos amino.

9. Mezcla de caucho según la reivindicación 8, **caracterizada** por que los grupos amino se representan por una de las fórmulas siguientes: $H_2N\text{-}R^1\text{-}$, $R^2HN\text{-}R^1\text{-}$ y $R^2{}_2N\text{-}R^1\text{-}$, en las que R^1 es un espaciador, preferiblemente una cadena alquílica, ramificada o no ramificada, con C_0 a C_{12}, y R^2 es un alquilo que se selecciona del grupo de metilo, etilo, propilo, butilo, ramificado o no ramificado.

10. Uso de una mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 para la fabricación de una banda de rodadura de una cubierta de vehículo.

11. Banda de rodadura para una cubierta de vehículo que se ha fabricado utilizando una mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

12. Cubierta de vehículo, especialmente una cubierta neumática de vehículo, con una banda de rodadura que se ha fabricado con ayuda de una mezcla de caucho según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

Fig. 1

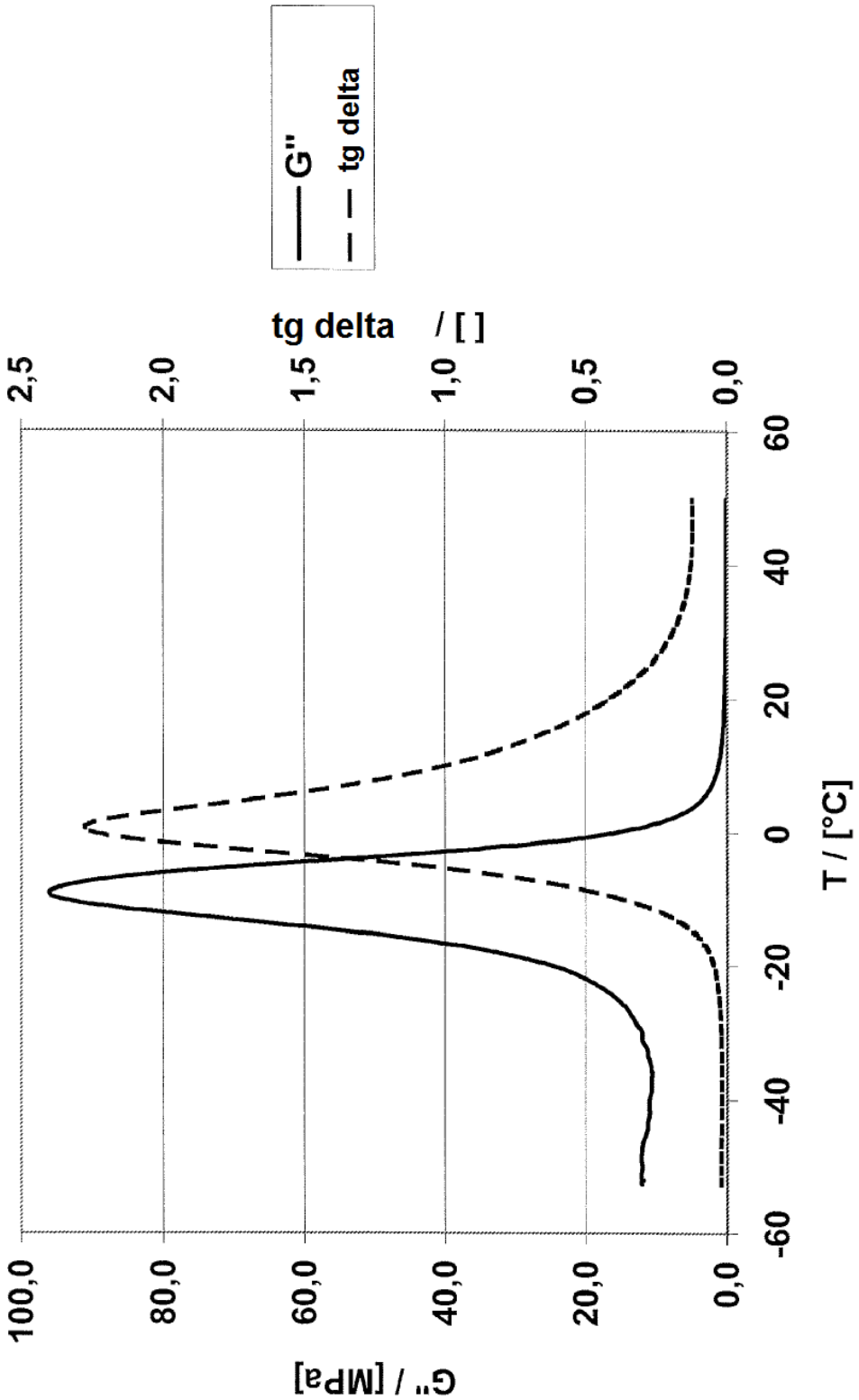

G" / [MPa]
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
tg delta / [ ]
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-60
-40
-20
0
20
40
60
T / [°C]
G"
tg delta

Fig. 2

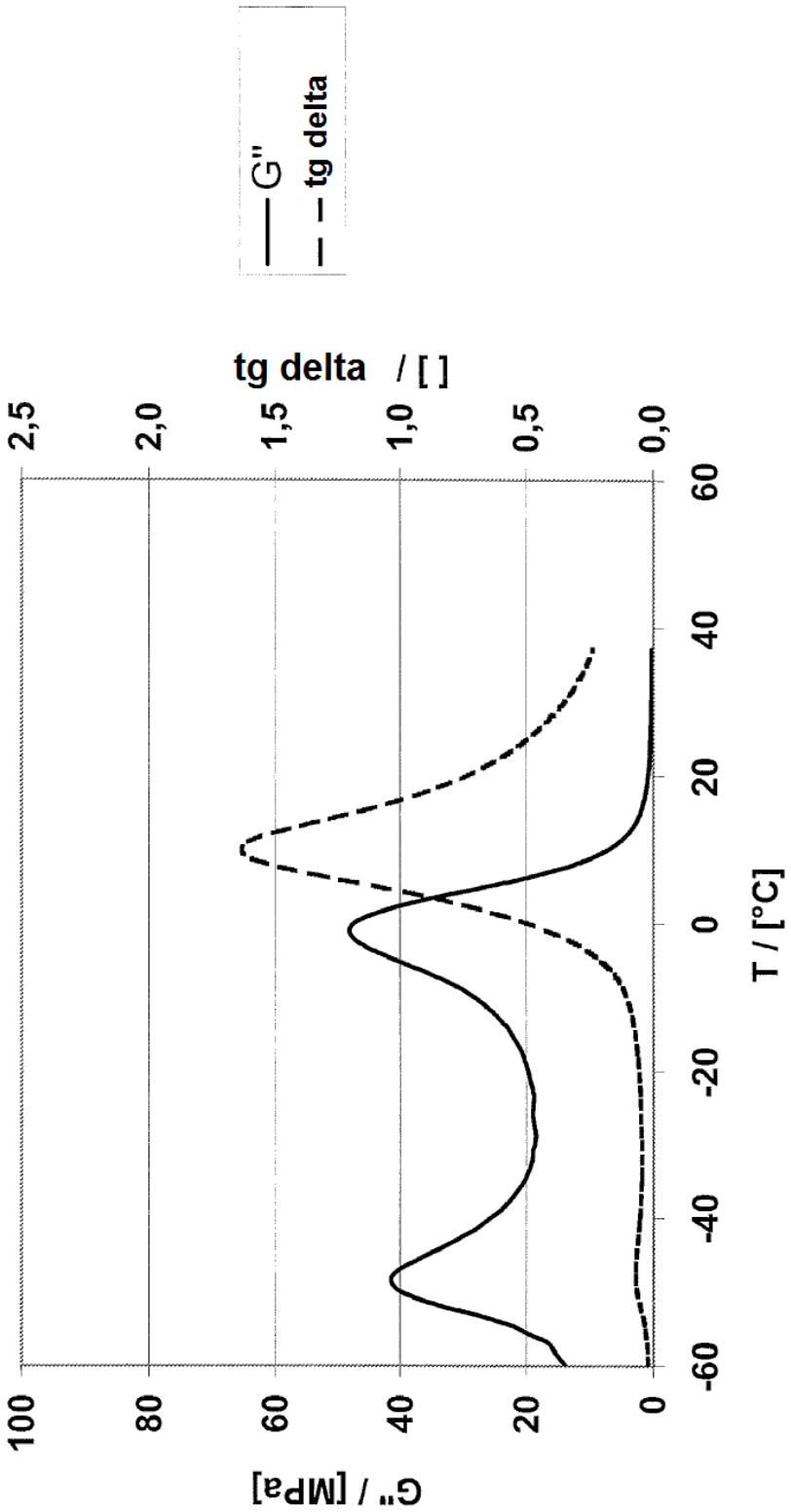

G''
tg delta
tg delta / [ ]
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
100
80
60
40
20
0
G'' / [MPa]
-60
-40
-20
0
20
40
60
T / [°C]

Fig. 3

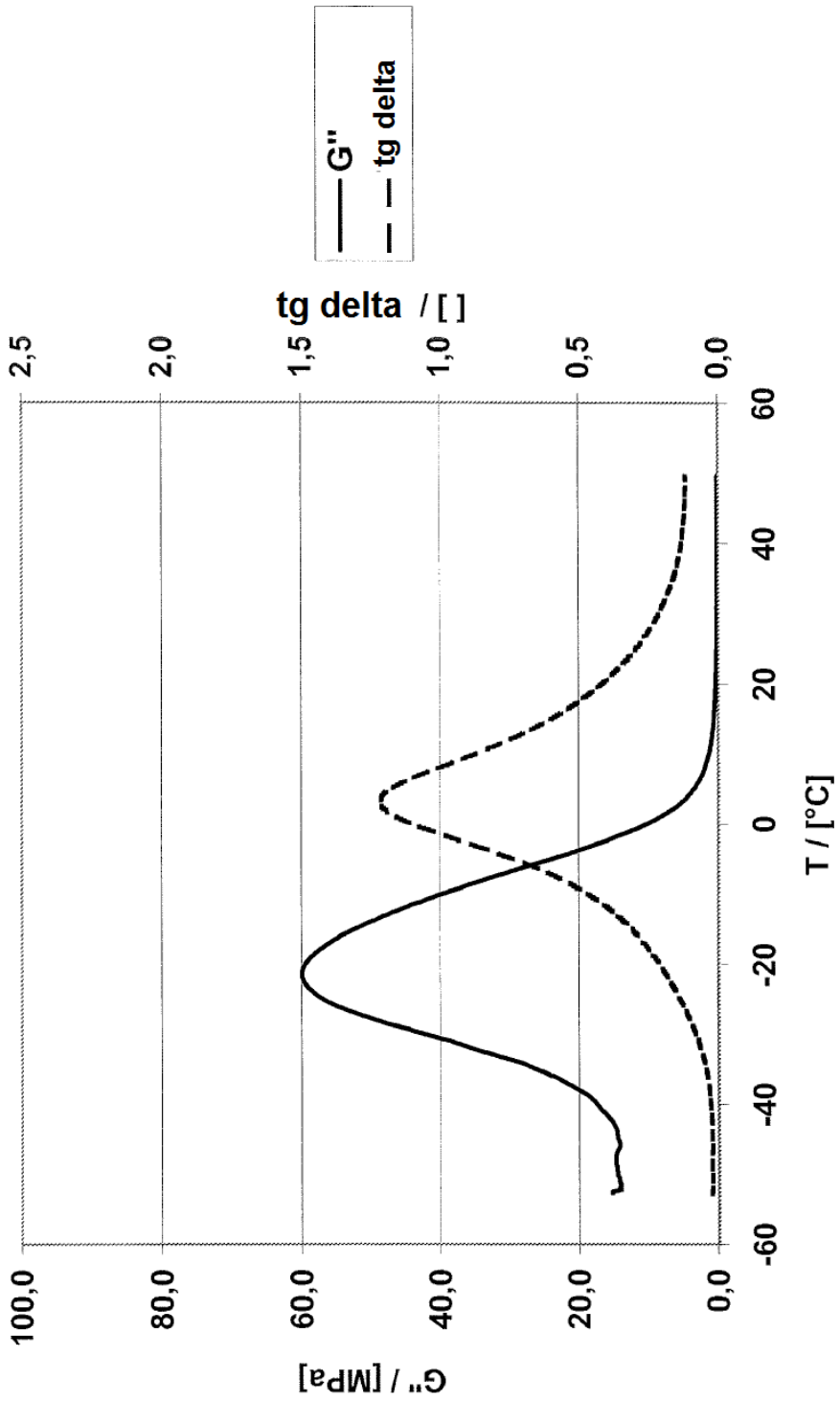
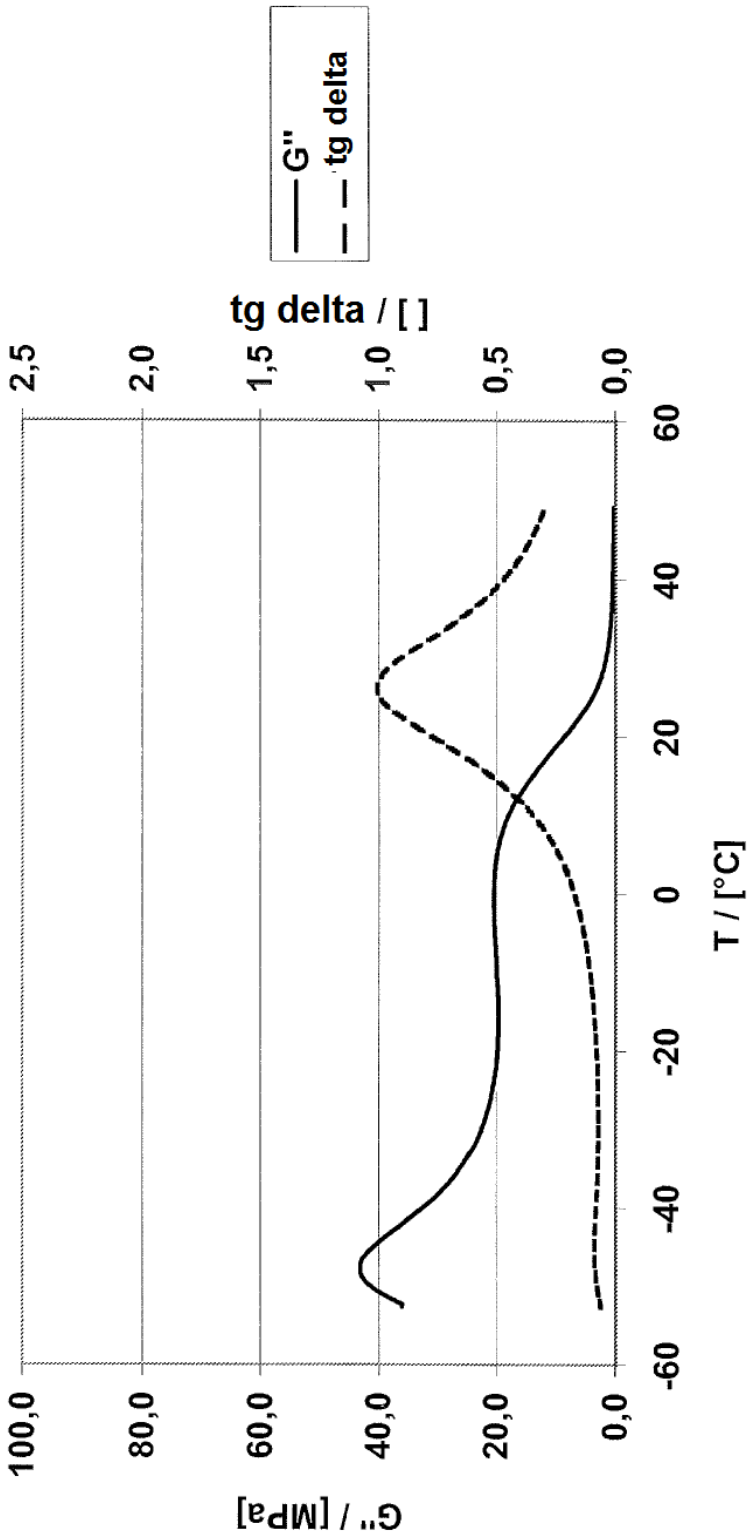

G'' / [MPa]
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
tg delta / [ ]
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-60
-40
-20
0
20
40
60
T / [°C]
G''
tg delta

Fig. 4


G''
tg delta
tg delta / [ ]
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
60
40
20
0
-20
-40
-60
T / [°C]
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
G'' / [MPa]