



(10) **DE 10 2013 220 522 A1** 2014.04.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 220 522.8**

(22) Anmeldetag: **11.10.2013**

(43) Offenlegungstag: **17.04.2014**

(51) Int Cl.: **C08L 7/00 (2006.01)**

**C08L 9/00 (2006.01)**

**B60C 1/00 (2006.01)**

**C08K 3/22 (2006.01)**

**C08K 5/09 (2006.01)**

**C08K 3/06 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2012-228105 15.10.2012 JP**

(74) Vertreter:  
**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336,  
München, DE**

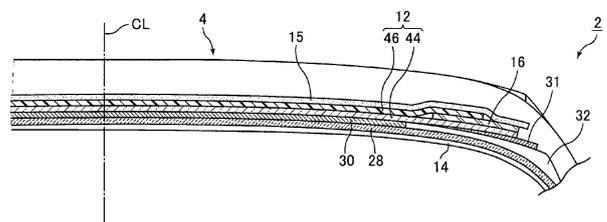
(71) Anmelder:  
**Sumitomo Rubber Industries Ltd., Kobe-shi,  
Hyogo, JP**

(72) Erfinder:  
**Miyazaki, Tatsuya, Kobe, Hyogo, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **KAUTSCHUKZUSAMMENSETZUNG FÜR STAHLKORDGUMMIERUNG,  
BREAKERRANDSTREIFEN, BREAKERPOLSTER ODER EINEN ZU KORDEN BENACHBARTEN STREIFEN  
UND LUFTREIFEN**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen bereitgestellt, die die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorden, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit in einer ausgeglichenen Weise verbessern kann, auch wenn das Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt ein spezifischer Wert oder weniger ist, und es wird ein Luftreifen bereitgestellt, welcher diese verwendet. Die Kautschukzusammensetzung enthält einen speziellen unlöslichen Schwefel, weist ein vorbestimmtes Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt auf und weist einen vorbestimmten Schwefelgehalt, einen vorbestimmten Cobaltgehalt, eine vorbestimmte Summe aus (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat und der Menge an (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure auf.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen und einen Luftreifen, welcher dieselbe verwendet.

## TECHNISCHER HINTERGRUND

**[0002]** Kautschukzusammensetzungen für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster, einen zu Korden benachbarten Streifen (insbesondere Kautschukzusammensetzungen für eine Stahlkordgummierung) werden benötigt, um eine gut ausgeglichene Verbesserung von Eigenschaften, wie Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde und Verarbeitbarkeit, zu erreichen.

**[0003]** Als Methode zur Verbesserung solcher Eigenschaften wurde z. B. ein Verfahren vorgeschlagen, bei welchem Naturkautschuk, welcher exzellente Dehnungseigenschaften aufweist, mit einem synthetischen Kautschuk, wie modifiziertem Butadienkautschuk und einem Butadienkautschuk, welcher 1,2-syndiotaktische Polybutadienkristalle enthält, gemischt wird. Bei dieser Methode kann jedoch, falls die Dispersität der Polymere schlecht ist, die Bruchdehnung und Haftung an die Stahlkorde abnehmen.

**[0004]** Darüber hinaus offenbart die Patentliteratur 1 die Verwendung von Phenolharz und dergleichen. In diesem Fall kann gute Stabilität im Fahrverhalten erreicht werden; jedoch müssen immer noch die Haftung an die Stahlkorde und die Verarbeitbarkeit verbessert werden. Wie beschrieben, verbleibt noch ein Bedürfnis zur Verbesserung von Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit in einer ausgeglichenen Weise.

**[0005]** Inzwischen enthalten Kautschukzusammensetzungen für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen (insbesondere Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung) allgemein eine größere Menge an Schwefel in der Form von unlöslichem Schwefel als als löslicher Schwefel gelöst werden kann. Von dem enthaltenen unlöslichen Schwefel werden 80 Massen-% oder mehr nach dem Kautschuknetprozess nicht in löslichen Schwefel überführt und bilden Partikel, welche im Kautschuk flotieren oder z. B. an Zinkoxidpartikeln, Ruß oder Silica absorbieren. Falls die Menge an Schwefel, welcher in löslichen Schwefel zu überführen ist, vor der Vulkanisation groß ist, bilden sich jedoch Schwefelblumen auf der Oberfläche des Stahlkordgummierungskautschuks und hierdurch wird die Haftung beim Verarbeiten verschlechtert, was zu einer schlechten Verarbeitbarkeit (Extrusionsverarbeitbarkeit) und schlechten Haftung an Stahlkorde (im frischen Status und nach hydrothormaler Alterung) führt und ein Ausbeulen oder eine Separation verursachen kann, was in dem Problem einer Reduktion der Reifenhaltbarkeit resultiert. Daher ist es wichtig, um die Eigenschaften in einer ausgeglichenen Weise zu verbessern, die Ausbildung von Schwefelblumen zu unterdrücken. Es sei angemerkt, dass sich der Begriff "Blume", wie hier verwendet, auf ein Phänomen bezieht, bei welchem sich Schwefel auf der Oberfläche der Kautschukzusammensetzung in blumenartiger Art und Weise niederschlägt.

**[0006]** Als Ansatz, um die Ausbildung solcher Schwefelblumen zu verhindern, ist weit verbreitet die Beimischung einer großen Menge an Zinkoxid eingesetzt worden (um ein Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt von 1,79 oder mehr zu erfüllen). In den letzten Jahren wurde jedoch Zinkoxid, welches in Kautschukzusammensetzungen für Reifen enthalten ist, zu einem Thema im Hinblick auf Umweltverschmutzung (insbesondere Wachstumsinhibition von Pflanzen) und es ist daher erwünscht, die Menge an Zinkoxid zu reduzieren. Unter diesen Umständen war es wünschenswert, eine Technik zu entwickeln, welche die Stabilität im Fahrverhalten, in der Kraftstoffökonomie, in der Bruchdehnung, in der Haftung an Stahlkorde, in der Verarbeitbarkeit und in der Reifenhaltbarkeit in einer ausgeglichenen Weise verbessert, und zwar ohne große Mengen an Zinkoxid zu benötigen.

## ZITATLISTE

## PATENTLITERATUR

Patentliteratur 1: JP 2008-156418A

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

## TECHNISCHES PROBLEM

**[0007]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen zur Verfügung zu stellen, welche die zuvor erwähnten Probleme lösen kann und die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit in einer ausgeglichenen Weise verbessert, und zwar auch dann, wenn das Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt einen spezifischen Wert nicht übersteigt, und, einen Luftreifen zur Verfügung zu stellen, welcher diese verwendet.

## LÖSUNG DES PROBLEMS

**[0008]** Der vorliegende Erfinder hat intensiv Mittel zum Erhalten einer Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen (insbesondere eine Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung) untersucht, welche gute Eigenschaften aufweist, ohne die Notwendigkeit, die Menge an Zinkoxid zu erhöhen (in anderen Worten, auch dann, wenn das Verhältnis des Zinkoxidgehalts zu dem Schwefelgehalt nicht mehr als ein spezifischer Wert ist). Als ein Resultat hat der vorliegende Erfinder herausgefunden, dass die Gesamtmenge an (A) Stearinsäure, (B) Cobaltstearat und (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure, der Cobaltgehalt und andere Faktoren die zuvor erwähnten Eigenschaften beeinflussen. Zusätzlich hat der vorliegende Erfinder herausgefunden, dass der Effekt von zugesetztem Cobalt besser erreicht werden kann, wenn ein unlöslicher Schwefel mit einem geringen Eisengehalt zugesetzt wird. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde die vorliegende Erfindung vollbracht.

**[0009]** Im Speziellen bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen, welche unlöslichen Schwefel mit einem Eisengehalt von 30 ppm oder weniger enthält, ein Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt von 1,45 bis 1,78 aufweist und einen Schwefelgehalt von 3,0 bis 6,0 Massenteilen, einen Cobaltgehalt von 0,05 bis 0,15 Massenteilen und eine Summe aus Stearinsäurekomponentengehalt, welcher aus (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat berechnet ist, und der Menge von (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure von 0,5 bis 1,5 Massenteilen, jeweils bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente der Kautschukzusammensetzung, aufweist.

**[0010]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, 30 bis 70 Massenteile Ruß mit einer durch Stickstoffadsorption gemessenen spezifischen Oberfläche von 60 bis 120 m<sup>2</sup>/g und einem Verhältnis von (durch Stickstoffadsorption gemessener spezifischer Oberfläche)/(Dibutylphthalatabsorption) von > 0,95.

**[0011]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen 2,5 Massenteile oder weniger Prozessöl bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente.

**[0012]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, 0,5 bis 3 Massenteile eines Chinolin-Antioxidationsmittels, das einen Gehalt an primärem Amin von 0,7 Massen-% oder weniger aufweist.

**[0013]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen Silica.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf einen Luftreifen, welcher eine(n) aus der oben erwähnten Kautschukzusammensetzung gebildete(n) Stahlkordgummierung, Breakerrandstreifen, Breakerpolster oder zu Korden benachbarten Streifen enthält.

## VORTEILHAFTE EFFEKTE DER ERFINDUNG

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Erfindung enthält die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen unlöslichen Schwefel mit einem Eisengehalt von 30 ppm oder weniger; weist ein Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt von 1,45 bis 1,78 auf; und weist einen Schwefelgehalt von 3,0 bis 6,0 Massenteilen auf, weist einen Cobaltgehalt von 0,05 bis 0,15 Massenteilen und eine Summe aus Stearinsäurekomponentengehalt, welcher aus (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat berechnet ist, und der Menge an (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure von 0,5 bis 1,5 Massenteilen, jeweils bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente der Kautschukzusammensetzung, auf. Diese Kautschukzusammensetzung kann in ausgeglichener Weise die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit verbessern, und zwar auch dann, wenn das Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt einen spezifischen Wert nicht überschreitet, und daher kann ein Luftreifen zur Verfügung gestellt werden, welcher eine verbesserte Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde und Reifenhaltbarkeit in ausgeglichener Weise aufweist.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0016]** Fig. 1 zeigt eine exemplarische ausschnittsweise Querschnittsansicht eines Luftreifens.

**[0017]** Fig. 2 zeigt eine exemplarische ausschnittsweise Querschnittsansicht eines Luftreifens.

**[0018]** Fig. 3 zeigt eine exemplarische ausschnittsweise Querschnittsansicht eines Luftreifens.

## BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0019]** Die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen der vorliegenden Erfindung (im Folgenden als die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung bezeichnet) enthält unlöslichen Schwefel, welcher einen Eisengehalt von 30 ppm oder weniger aufweist; weist ein Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt von 1,45 bis 1,78 auf; und weist einen Schwefelgehalt von 3,0 bis 6,0 Massenteilen, einen Cobaltgehalt von 0,05 bis 0,15 Massenteilen und eine Summe aus Stearinsäurekomponentengehalt, welche aus (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat berechnet ist, und der Menge von (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure von 0,5 bis 1,5 Massenteilen, jeweils bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente der Kautschukzusammensetzung, auf.

**[0020]** In der vorliegenden Erfindung können, da die zuvor erwähnten spezifischen Komponenten in spezifischen Verhältnissen vereint und gemischt werden, und zusätzlich unlöslicher Schwefel mit einem niedrigen Eisengehalt enthalten ist, die Stabilität im Fahrverhalten ( $E^+$ ), Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung (im frischen Zustand und nach (oxidativer) Alterung in trockener Hitze, Haftung an Stahlkorde (in frischem Zustand und nach hydrothormaler Alterung), Verarbeitbarkeit (Extrusionsverarbeitbarkeit) und Reifenhaltbarkeit in ausgeglichener Weise verbessert werden, auch wenn das Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt einen spezifischen Wert nicht übersteigt.

**[0021]** Cobalt (Co) in einer Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen (insbesondere in einer Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung) migriert während der Vulkanisation von Kautschuk zu der Plattierungsgrenzfläche des Stahlkords (etwa 1000 nm = 1  $\mu$ m von der Plattierung). Als Ergebnis der Migration wird die Plattierungsschicht auf dem Stahlkord (z. B. ein dünner Film mit einer durchschnittlichen Dicke von 250 nm, mit einer Zusammensetzung von Kupfer (Cu)/Zink (Zn) = 65%/35%) in eine ternäre Legierungsschicht aus Cu-Zn-Co überführt, welche eine exzellente Haftung bietet. Daher wird die Haftung zwischen den Korden und dem Kautschuk vermutlich sogar auch während hydrothermalen Alterungsbedingungen aufrechterhalten. Darüber hinaus wird der Effekt des zugesetzten Cobalts besser erzielt, wenn unlöslicher Schwefel mit niedrigem Eisengehalt zugesetzt wird. Dies ist vermutlich so, weil bei einem hohen Eisengehalt im unlöslichen Schwefel die Ionisation und Migration von Co in der Kautschukzusammensetzung und die Fixierung von Co in der plattierten Schicht verhindert werden kann. Es sei angemerkt, dass der Breakerrandstreifen, das Breakerpolster und der zu Korden benachbarte Streifen keine Kautschukkomponenten für die Beschichtung von Stahlkorden sind; jedoch sind diese Komponenten um die Stahlkordgummierungskomponente herum positioniert. Indes ist

eine Vielzahl von Stahlkordgummierungskomponenten überlappend angeordnet und verbunden (in anderen Worten, die Stahlkordgummierungskomponenten sind wechselseitig so befestigt, dass eine Stahlkordgummierungskomponente einen Randteilstück einer anderen Stahlkordgummierungskomponente überlagernd angeordnet ist). Zusätzlich sind Stahlkorde in einem Randteilstück der Stahlkordgummierungskomponente freigelegt (an einem Seitenausschnitt). Aufgrund dieser Struktur können sich der Breakerrandstreifen, das Breakerpolster und der Streifen benachbart zu Korden während der Vulkanisation in Kontakt mit den Stahlkorden befinden. Daher wird eine gute Haftung an Stahlkorde benötigt. Außerdem, da diese Komponenten dünn sind (beispielsweise 0,5 bis 1,00 mm), bilden sich leicht Schwefelblumen. Im Fall von Schwefelblumen können die Haftung an benachbarte Komponenten und letztendlich die Haltbarkeit stark beeinträchtigt werden. Demgegenüber können Schwefelblumen in der vorliegenden Erfindung ausreichend unterdrückt werden. Wenn die vorliegende Erfindung auf einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen angewendet wird, können daher die Stabilität im Fahrverhalten (E\*), in der Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung (im frischen Zustand und nach (oxidativer) Alterung in trockener Hitze), Haftung an Stahlkorden (im frischen Zustand und nach hydrothermalen Alterung), Verarbeitbarkeit (Extrusionsverarbeitbarkeit) und Reifenhaltbarkeit in ausgeglichener Weise verbessert werden.

**[0022]** Beispielhafte Materialien, welche als Kautschukkomponente in der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, beinhalten Dienkautschuke, wie isoprenbasierte Kautschuke, Butadienkautschuk (BR), Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) und Styrol-Isopren-Butadien-Kautschuk (SIBR). Die Kautschukmaterialien können alleine oder als Kombination von zwei oder mehreren eingesetzt werden. Insbesondere isoprenbasierte Kautschuke sind aus dem Grund bevorzugt, dass dann die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde, Prozessierbarkeit und Reifenhaltbarkeit in ausgeglichener Weise verbessern können.

**[0023]** Beispiele für isoprenbasierten Kautschuk schließen Isoprenkautschuk (IR), Naturkautschuk (NR) und epoxidierten Naturkautschuk (ENR) ein. Insbesondere NR ist aus dem Grund bevorzugt, dass er exzellent in der Reifenhaltbarkeit, Haftung an Stahlkorde und dergleichen ist. Beispiele für zu verwendenden NR schließen SIR20, RSS#3 und TSR20 und andere ein, welche üblicherweise in der Reifenindustrie eingesetzt werden. Beispiele für IR schließen diese mit ein, welche üblicherweise in der Reifenindustrie eingesetzt werden, sind aber nicht darauf beschränkt.

**[0024]** Der Gehalt von isoprenbasiertem Kautschuk in der Kautschukkomponente (100 Massen-%) liegt bei bevorzugt 60 Massen-% oder mehr, besonders bevorzugt bei 80 Massen-% oder mehr und kann 100 Massen-% betragen. Falls der Gehalt unter 60 Massen-% liegt, könnten eine ausreichende Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorden, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit nicht erreicht werden.

**[0025]** Die Kautschukzusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält unlöslichen Schwefel mit einem Eisengehalt von 30 ppm oder weniger. Dies erlaubt es, dass der Effekt des zugegebenen Cobalts, besser erreicht wird, nämlich eine gute Haftung zu bieten (insbesondere nach hydrothermalen Alterung). Folglich können die Effekte der vorliegenden Erfindung ausreichend erhalten werden.

**[0026]** Der Eisengehalt im unlöslichen Schwefel beträgt 30 ppm oder weniger, bevorzugt 25 ppm oder weniger und besonders bevorzugt 20 ppm oder weniger. Falls der Eisengehalt 30 ppm übersteigt, kann der Effekt des zugesetzten Cobalts nicht ausreichend erzielt werden, mit dem Ergebnis, dass der Effekt der vorliegenden Erfindung (insbesondere Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze), Haftung an Stahlkorde und letztendlich Reifenhaltbarkeit) nicht ausreichend erzielt werden kann. Es sei angemerkt, dass die untere Grenze für den Eisengehalt nicht besonders beschränkt ist und es bevorzugt ist, dass der Eisengehalt niedriger ist.

**[0027]** Es sei angemerkt, dass sich der Eisengehalt in dem unlöslichen Schwefel, wenn Öl im unlöslichen Schwefel enthalten ist (in dem Fall eines ölbehandelten unlöslichen Schwefels), auf den Eisengehalt relativ zu der Gesamtmasse, aus dem unlöslichen Schwefel und Öl (in anderen Worten der Masse des ölbehandelten unlöslichen Schwefels), bezieht.

**[0028]** Ferner lässt sich der Eisengehalt im unlöslichen Schwefel durch einen induktiv gekoppelten Plasma (ICP)-Emissionsanalysator bestimmen.

**[0029]** Der Schwefelgehalt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt 3,0 Massenteile oder mehr, bevorzugt 4,0 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 4,5 Massenteile oder mehr. Beträgt der Gehalt weniger als 3,0 Massenteile, nehmen die Stabilität im Fahrverhalten und die Haftfähigkeit ab. Des

Weiteren beträgt der Schwefelgehalt 6,0 Massenteile oder weniger und bevorzugt 5,5 Massenteile oder weniger. Falls der Gehalt 6,0 Massenteile übersteigt, bilden sich leicht Schwefelblumen, mit dem Ergebnis, dass die Verarbeitbarkeit (Extrusionsverarbeitbarkeit), Haftung an Stahlkorde und letztendlich Reifenhaltbarkeit abnehmen. Weiterhin nimmt die Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze) ab.

**[0030]** Der Schwefelgehalt bezieht sich hier auf die Menge der Schwefelkomponente, welche im unlöslichen Schwefel enthalten ist. Falls ein ölbehandelter unlöslicher Schwefel benutzt ist, bezieht sich der Schwefelgehalt auf die Menge der Schwefelkomponente, welche in dem ölbehandelten unlöslichen Schwefel enthalten ist (nämlich die Menge an ölbehandeltem unlöslichem Schwefel exklusive Öl).

**[0031]** Die Kautschukzusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält Zinkoxid. Dies ermöglicht es, die Haftung an Stahlkorde, Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie und Bruchdehnung zu verbessern. Des Weiteren absorbiert Zinkoxid in der Kautschuknetmasse temporär Schwefel (während des Knetens) und dient als Speicher für Schwefel. Folglich können Schwefelblumen verringert werden. Beispiele für Zinkoxid beinhalten die, welche konventionell in der Kautschukindustrie eingesetzt werden, und speziell Zinkoxid #1 und #2 hergestellt von MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.

**[0032]** Das Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt ist 1,45 oder mehr, bevorzugt 1,50 oder mehr, und besonders bevorzugt 1,55 oder mehr. Falls das Verhältnis weniger als 1,45 ist, entstehen leicht Schwefelblumen, mit dem Ergebnis, dass die Verarbeitbarkeit (Extrusionsverarbeitbarkeit), Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothormaler Alterung), Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze) und letztendlich Reifenhaltbarkeit abnehmen.

**[0033]** Das Verhältnis beträgt 1,78 oder weniger, bevorzugt 1,70 oder weniger. Falls das Verhältnis 1,78 übersteigt, lassen sich Schwefelblumen besser unterdrücken, wie im Stand der Technik gezeigt, und folglich ergeben sich exzellente Eigenschaften; jedoch kann eine Verringerung des Zinkoxidgehalts nicht erzielt werden. Zusätzlich, da Zinkoxid, welches einen hohen Einheitspreis und eine hohe Dichte aufweist, in einer großen Menge enthalten ist, steigen die Kosten und das Gewicht für einen Reifen.

**[0034]** Wenn das obige Verhältnis eingehalten ist, kann ferner die Bruchnukleierung von Zinkoxid verhindert werden und eine gute Bruchdehnung und Reifenhaltbarkeit erhalten werden.

**[0035]** Die Kautschukzusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält wenigstens ein Element ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus (A) Stearinsäure, (B) Cobaltstearat und (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure. Dies ermöglicht es, die Vulkanisation vorteilhaft durchzuführen, um das Gleichgewicht der Eigenschaften synergistisch zu verbessern. Dadurch können die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erhalten werden.

**[0036]** Die Gesamtmenge von (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat (die Gesamtmenge an Stearinsäure und die Menge an Stearinsäure, berechnet aus der Menge an Cobaltstearat), bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 0,7 Massenteile oder mehr. Falls die Gesamtmenge weniger als 0,5 Massenteile beträgt, nehmen Stabilität im Fahrverhalten und Kraftstoffökonomie ab. Die Gesamtmenge beträgt bevorzugt 1,5 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 1,2 Massenteile oder weniger. Falls die Gesamtmenge 1,5 Massenteile übersteigt, tendieren die Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze), Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothormaler Alterung) und letztendlich Reifenhaltbarkeit dazu, abzunehmen.

**[0037]** Es sei angemerkt, dass die Kautschukkomponente gemäß der vorliegenden Erfindung, wie oben beschrieben, Cobaltstearat enthalten kann; jedoch können auch andere Cobaltsalze von organischen Säuren beinhaltet sein. In diesem Fall lässt sich die Haftung von Kautschuk an Stahlkorde verbessern. Beispiele für Cobaltsalze von organischen Salzen beinhalten Cobalt-naphthenat, Cobaltabietat, Cobaltneodecanoat und Cobalt-bor-3-neodecanoat. Insbesondere borhaltige Cobaltsalze von organischen Säuren sind aus dem Grund bevorzugt, dass die Haftung an Stahlkorde besser ist.

**[0038]** Der Cobaltgehalt (die Gesamtmenge von Cobalt, die aus Cobaltstearat und anderen Cobaltsalzen von organischen Verbindungen und dergleichen stammt) beträgt hier, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, 0,05 Massenteile oder mehr und bevorzugt 0,08 Massenteile oder mehr. Der Gehalt beträgt 0,15 Massenteile oder weniger und bevorzugt 0,12 Massenteile oder weniger. Wenn der Gehalt in diesen Bereich

fällt, lassen sich gute Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothormaler Alterung), Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze) und Reifenhaltbarkeit erzielen.

**[0039]** In Bezug auf (C) die Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure, schließen Beispiele für die aliphatische Carbonsäure in dem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure aliphatische Carbonsäuren ein, welche aus Pflanzenölen, wie Kokosöl, Palmkernöl, Kamelienöl, Olivenöl, Mandelöl, Canola-Öl, Erdnussöl, Reisöl, Kakaobutter, Palmöl, Sojabohnenöl, Baumwollsamensamenöl, Sesamöl, Leinöl, Rizinusöl und Rapsöl stammen, aliphatische Carbonsäuren, welche sich von tierischen Ölen ableiten, wie Rindertalg, und aliphatische Carbonsäuren, die aus Erdöl oder dergleichen, chemisch synthetisiert wurden. Aus pflanzlichen Ölen abgeleitete aliphatische Carbonsäuren sind bevorzugt und aliphatische Carbonsäuren aus Kokosöl, Palmkernöl oder Palmöl sind besonders bevorzugt, da sich dann eine exzellente Stabilität im Fahrverhalten erzielen lässt.

**[0040]** Die Anzahl an Kohlenstoffatomen der aliphatischen Carbonsäure beträgt bevorzugt 4 oder mehr und besonders bevorzugt 6 oder mehr. Die Anzahl der Kohlenstoffatome der aliphatischen Carbonsäure beträgt bevorzugt 16 oder weniger und besonders bevorzugt 12 oder weniger. Wenn die Anzahl der Kohlenstoffatome in diesen Bereich fällt, lässt sich eine exzellente Stabilität im Fahrverhalten erzielen.

**[0041]** Es sei angemerkt, dass die aliphatische Gruppe in der aliphatischen Carbonsäure eine azyklische Struktur, wie eine Alkylgruppe, oder eine zyklische Struktur, wie eine Cycloalkylgruppe, aufweisen kann.

**[0042]** In Bezug auf (C) der Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure beinhalten Beispiele für die aromatische Carbonsäure des Zinksalzes einer aromatischen Carbonsäure, Benzoesäure, Phthalsäure, Mellitsäure, Hemimellitsäure, Trimellitsäure, Diphensäure, Toluylsäure und Naphthoesäure. Insbesondere Benzoesäure, Phthalsäure oder Naphthoesäure sind bevorzugt, da dann eine exzellente Stabilität im Fahrverhalten erzielt werden kann.

**[0043]** Das Verhältnis aus der Menge des Zinksalzes einer aliphatischen Carbonsäure zu der Menge des Zinksalzes einer aromatischen Carbonsäure (das molare Verhältnis (des Zinksalzes einer aliphatischen Carbonsäure)/(dem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure), im Folgenden als das Mengenverhältnis bezeichnet) in der Mischung beträgt bevorzugt  $1/20$  oder mehr und besonders bevorzugt  $1/10$  oder mehr. Falls das Mengenverhältnis weniger als  $1/20$  beträgt, besteht eine dahingehende Tendenz, dass sich die Dispersibilität und Stabilität der Mischung verschlechtert. Außerdem ist das Mengenverhältnis bevorzugt  $20/1$  oder weniger und besonders bevorzugt  $10/1$  oder weniger. Falls das Mengenverhältnis  $20/1$  übersteigt, tendiert der Effekt der verbesserten Stabilität im Fahrverhalte dazu, nicht ausreichend erhalten zu werden.

**[0044]** Der Zinkgehalt in (C) der Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure beträgt bevorzugt 3 Massen-% oder mehr und besonders bevorzugt 10 Massen-% oder mehr. Ebenfalls beträgt der Zinkgehalt in der Mischung bevorzugt 30 Massen-% oder weniger und besonders bevorzugt 25 Massen-% oder weniger. Wenn der Zinkgehalt in diesen Bereich fällt, lassen sich eine günstige Prozessierbarkeit und Stabilität im Fahrverhalten erzielen.

**[0045]** Die Menge an (C) der Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,2 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr. Falls die Menge bei weniger als 0,2 Massenteilen liegt, könnte sich der Effekt der verbesserten Stabilität im Fahrverhalten und Haftung an Stahlkorde nicht ausreichend erzielen lassen. Die Menge der Mischung liegt bevorzugt bei 1,5 Massenteilen oder weniger und besonders bevorzugt bei 1 Massenteil oder weniger. Falls die Menge 1,5 Massenteile übersteigt, tendiert die Treibstoffökonomie dazu, sich zu verschlechtern.

**[0046]** Die Summe aus Stearinsäurekomponentengehalt, welcher aus (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat berechnet ist, und der Menge von (C) eine Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure, bezogen auf 100 Massenteile einer Kautschukkomponente, beträgt 0,5 Massenteile oder mehr und bevorzugt 0,7 Massenteile oder mehr. Die Summe beträgt 1,5 Massenteile oder weniger und bevorzugt 1,2 Massenteile oder weniger. Wenn die Summe in diesen Bereich fällt, können eine vorteilhafte Stabilität im Fahrverhalten, Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze), Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothormaler Alterung) und Reifenhaltbarkeit erhalten werden.

**[0047]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung Ruß. Dieser bietet eine gute Verstärkung, so dass sich die Ausgeglichenheit der Eigenschaften synergistisch verbessert. Daher lassen sich die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erhalten.

**[0048]** Der Ruß ist nicht besonders eingeschränkt und ist bevorzugt Ruß mit einer durch Stickstoffadsorption gemessenen spezifischen Oberfläche (BET spezifischen Oberfläche ( $N_2SA$ )) von 60 bis 120  $m^2/g$  und mit einem Verhältnis von (durch Stickstoffadsorption gemessener spezifischer Oberfläche ( $N_2SA$ ))/(Dibutylphthalatabsorption (DBP)) von  $> 0,95$ , da dieser leicht Schwefel adsorbiert und dadurch Schwefelblumen geeignet unterdrückt, so dass sich die Effekte der vorliegenden Erfindung (insbesondere Reifenhaltbarkeit) geeigneter erhalten lassen.

**[0049]** Die durch Stickstoffadsorption gemessene spezifische Oberfläche ( $N_2SA$ ) von Ruß beträgt bevorzugt 60  $m^2/g$  oder mehr und besonders bevorzugt 70  $m^2/g$  oder mehr. Falls die  $N_2SA$  weniger als 60  $m^2/g$  beträgt, könnte eine ausreichende Bruchdehnung und Stabilität im Fahrverhalten nicht erhalten werden. Die  $N_2SA$  beträgt bevorzugt 120  $m^2/g$  oder weniger und besonders bevorzugt 100  $m^2/g$  oder weniger. Falls die  $N_2SA$  120  $m^2/g$  übersteigt, könnte eine zufriedenstellende Kraftstoffökonomie nicht erreicht werden.

**[0050]** Es sei angemerkt, dass die  $N_2SA$  von Ruß in der Beschreibung in Übereinstimmung mit der JIS K 6217-2: 2001 gemessen wird.

**[0051]** Der Ruß hat bevorzugt ein Verhältnis von (durch Stickstoffadsorption gemessener spezifischer Oberfläche ( $N_2SA$ ))/(Dibutylphthalatabsorption (DBP)) von mehr als 0,95, besonders bevorzugt 1,0 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 1,1 oder mehr. Falls das Verhältnis 0,95 oder weniger beträgt, tendiert der Wärmehaushalt dazu, zuzunehmen, und folglich tendiert die Treibstoffökonomie dazu, schlecht zu sein. Zusätzlich tendiert die Verarbeitbarkeit dazu, schlecht zu sein. Das Verhältnis beträgt bevorzugt 1,6 oder weniger, besonders bevorzugt 1,5 oder weniger und ganz besonders bevorzugt 1,2 oder weniger. Falls das Verhältnis 1,6 übersteigt, tendiert das komplexe Elastizitätsmodul  $E^*$  dazu, niedrig zu werden, und folglich tendiert die Stabilität im Fahrverhalten dazu, abzunehmen.

**[0052]** Es sei angemerkt, dass die DBP von Ruß in Übereinstimmung mit der JIS K6217-4: 2001 gemessen wird.

**[0053]** Die Menge an Ruß (bevorzugt mit einer durch Stickstoffadsorption gemessenen spezifischen Oberfläche von 60 bis 120  $m^2/g$  und mit einem Verhältnis von (durch Stickstoffadsorption gemessener spezifischer Oberfläche)/(Dibutylphthalatabsorption) von  $> 0,95$ ) beträgt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, bevorzugt 30 Massenteile oder mehr, besonders bevorzugt 40 Massenteile oder mehr und ganz besonders bevorzugt 50 Massenteile oder mehr. Ebenfalls beträgt die Menge an Ruß bevorzugt 70 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 65 Massenteile oder weniger. Wenn die Menge in diesen Bereich fällt, lassen sich die zuvor erwähnten Eigenschaften in vorteilhafter Weise erhalten.

**[0054]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung Silica. Dieses liefert eine gute Verstärkung. Zusätzlich adsorbiert Silica Schwefel und unterdrückt dadurch geeignet Schwefelblumen, so dass die Ausgeglichenheit der Eigenschaften (insbesondere Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Haftung an Stahlkorde und Verarbeitbarkeit) synergistisch verbessert werden kann. Dadurch lassen sich die Effekte der vorliegenden Erfindung besser geeignet erzielen.

**[0055]** Beispiele für Silica beinhalten, sind aber nicht darauf beschränkt auf Trockenprozess-Silica (Silicaanhydrid) und Nass-Prozess-Silica (hydriertes Silica). Nass-Prozess Silica ist aus dem Grund bevorzugt, dass eine große Anzahl an Silanolgruppen vorhanden ist.

**[0056]** Die durch Stickstoffadsorption gemessene spezifische Oberfläche ( $N_2SA$ ) von Silica beträgt bevorzugt 100  $m^2/g$  oder mehr und besonders bevorzugt 110  $m^2/g$  oder mehr. Falls die  $N_2SA$  weniger als 100  $m^2/g$  beträgt, tendiert die Bruchdehnung dazu, abzunehmen. Die  $N_2SA$  beträgt bevorzugt 250  $m^2/g$  oder weniger und besonders bevorzugt 230  $m^2/g$  oder weniger. Falls die  $N_2SA$  250  $m^2/g$  übersteigt, tendieren Kraftstoffökonomie und Prozessierbarkeit dazu abzunehmen.

**[0057]** Es sei angemerkt, dass die  $N_2SA$  von Silica ein Wert ist, der durch die BET-Methode in Übereinstimmung mit der ASTM D3037-93 gemessen ist.

**[0058]** Der Silicagehalt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 3 Massenteile oder mehr. Falls der Gehalt weniger als 3 Massenteile oder mehr beträgt, könnte die Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothormaler Alterung) abnehmen. Ebenfalls beträgt der Silicagehalt bevorzugt 15 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 10 Massenteile oder weniger. Falls der Gehalt 15 Massenteile übersteigt, könnte die Stabilität im Fahrverhalten abnehmen.

**[0059]** Der Rußgehalt, basierend auf der Gesamtmenge von 100 Massen-% aus Silica und Ruß beträgt bevorzugt 50 Massen-% oder mehr, besonders bevorzugt 60 Massen-% oder mehr, und ganz besonders bevorzugt 80 Massen-% oder mehr. Auch die obere Grenze für den Rußgehalt ist nicht insbesondere limitiert und der Rußgehalt kann 100 Massen-% betragen und beträgt bevorzugt 95 Massen-% oder weniger. Wenn der Gehalt in diesen Bereich fällt, kann eine Kautschukzusammensetzung mit exzellent ausbalancierten Eigenschaften erhalten werden.

**[0060]** In der Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung beträgt der Prozessölgehalt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, bevorzugt 2,5 Massenteile oder weniger, besonders bevorzugt 2,0 Massenteile oder weniger und ganz besonders bevorzugt 1,5 Massenteile oder weniger. Falls der Gehalt 2,5 Massenteile übersteigt, dann wird die plattierte Oberfläche der Stahlkorde mit Öl beschichtet, mit dem Resultat, dass die Tendenz besteht, dass sich die Haftung an Stahlkorde verschlechtert. Außerdem könnte die Stabilität im Fahrverhalten abnehmen. Ferner könnten Schwefelblumen induziert werden. Es sei angemerkt, dass die untere Grenze für den Prozessölgehalt nicht insbesondere limitiert ist.

**[0061]** Das Prozessöl bezieht sich hier auf ein Mineralöl, welches separat von der Kautschukkomponente und dergleichen zugegeben worden ist, um die Verarbeitbarkeit des Kautschuks (z. B. den Weichmachereffekt, den Effekt der Dispergierung von Komponenten, den Schmiereffekt) zu verbessern, und beinhaltet keine die, welche zuvor in andere Komponenten hinzugefügt wurden, wie HMMPME (später beschrieben), unlöslicher Schwefel und ölverstrecker Kautschuk. Beispiele für das Prozessöl beinhalten Paraffinöle, Naphthenöle und aromatische die, aber beinhalten nicht Coumaron-Inden-Harz (später beschrieben), C5-Petroleumharz, Resorcinarz, Phenolharz, Alkylphenolharz und C9-Petroleumharz.

**[0062]** Außerdem beträgt der Gesamtölgehalt in der Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung (die Gesamtmenge an Prozessöl, Ölen, die zuvor in anderen Komponenten enthalten waren, und ähnlichen) bevorzugt 4,0 Massenteile oder weniger, besonders bevorzugt 3,5 Massenteile oder weniger und ganz besonders bevorzugt 3,0 Massenteile oder weniger. Falls die Gesamtmenge 4,0 Massenteile übersteigt, wird die plattierte Oberfläche der Stahlkorde mit Öl beschichtet, mit dem Resultat, dass die Haftung der Stahlkorde dazu tendiert, sich zu verringern. Die untere Grenze für die Gesamtmenge ist nicht besonders limitiert und die Menge des Öls, abgesehen vom Prozessöl, welches zuvor als Bestandteil anderer Komponenten zugeführt wurde, beträgt bevorzugt etwa 1,0 bis 1,5 Massenteile.

**[0063]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung ein C5-Petroleumharz. Dieses kann die Klebrigkeit, Verarbeitbarkeit und Bruchdehnung verbessern. Als Beispiele für das C5-Petroleumharz werden aliphatische Petroleumharze, hauptsächlich gebildet aus Olefinen und Diolefinen der C5-Fraktion, welche durch Cracken von Naphtha erhalten wird, erwähnt.

**[0064]** Der Erweichungspunkt für das C5-Petroleumharz beträgt bevorzugt 50°C oder mehr und besonders bevorzugt 80°C oder mehr. Ebenfalls beträgt der Erweichungspunkt bevorzugt 150°C oder weniger und besonders bevorzugt 130°C oder weniger. Wenn der Erweichungspunkt in diesen Bereich fällt, lassen sich die zuvor erwähnten Eigenschaften in vorteilhafter Art erhalten.

**[0065]** Der C5-Petroleumharzgehalt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 1,5 Massenteile oder mehr. Ebenfalls beträgt der Gehalt bevorzugt 5 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 3 Massenteile oder weniger. Wenn der Gehalt in diesen Bereich fällt, lassen sich die Klebrigkeit, Verarbeitbarkeit und Bruchdehnung in vorteilhafter Art erhalten.

**[0066]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung ein Coumaron-Inden-Harz. Dieses trägt zu einer guten Haftung an Stahlkorde, Bruchdehnung und Reifenhaltbarkeit bei und verbessert dadurch synergistisch die Ausgeglichenheit der Eigenschaften. Insbesondere Coumaron-Inden-Harze (flüssige Coumaron-Inden-Harze), die einen Erweichungspunkt aufweisen, der den folgenden Bereich einhält, tragen zu einer guten Kraftstoffökonomie bei. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Dispersion von Schwefel und Vulkanisationsbeschleunigern durch die passende Polarität und Mobilität des Coumaron-

Inden-Harzes beschleunigt ist, mit dem Ergebnis, dass die Bildung von gleichmäßigen Schwefelvernetzungen beschleunigt ist. Außerdem verursacht das Coumaron-Inden-Harz keine Schwefelblumen und dient außerdem als Mittel zur Reduktion der Oberflächenspannung, wodurch die Kompatibilität zwischen der plattierten Schicht der Stahlkorde und der Kautschukgummierungen verbessert wird.

**[0067]** Der Erweichungspunkt des Coumaron-Inden-Harzes liegt bevorzugt bei  $-20^{\circ}\text{C}$  oder höher und besonders bevorzugt bei  $0^{\circ}\text{C}$  oder höher. Außerdem liegt der Erweichungspunkt bevorzugt bei  $60^{\circ}\text{C}$  oder niedriger, besonders bevorzugt bei  $35^{\circ}\text{C}$  oder niedriger und ganz besonders bevorzugt bei  $15^{\circ}\text{C}$  oder niedriger. Wenn der Erweichungspunkt in diesen Bereich fällt, lassen sich die zuvor erwähnten Eigenschaften vorteilhaft erhalten.

**[0068]** Der Coumaron-Inden-Harzgehalt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 1,5 Massenteile oder mehr. Ebenfalls beträgt der Gehalt bevorzugt 6 Massenteile oder weniger, und besonders bevorzugt 3,5 Massenteile oder weniger. Wenn der Gehalt in diesen Bereich fällt, dann können die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erhalten werden.

**[0069]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung ein Antioxidationsmittel. Dies ermöglicht es, die Zersetzung des Polymers, aufgrund von Sauerstoff oder Ozon an der Oberfläche der Kautschukgummierung, zu unterdrücken. Zusätzlich kann auch die Umsetzung von unlöslichem Schwefel in löslichen Schwefel gehemmt werden, um Schwefelblumen zu unterdrücken.

**[0070]** Das Antioxidationsmittel ist nicht insbesondere limitiert und ist bevorzugt ein Chinolin-Antioxidationsmittel, und zwar aus dem Grund, dass sich die Effekte der vorliegenden Erfindung besser geeignet erzielen lassen. Außerdem hat der vorliegende Erfinder als ein Ergebnis seiner Untersuchungen herausgefunden, dass ein primäres Amin, das in einem Chinolin-Antioxidationsmittel enthalten ist, Schwefelblumen verursacht und dadurch die Haftung an Stahlkorde, die Verarbeitbarkeit und die Reifenhaltbarkeit verringert. Daher beträgt der primäre Amingehalt in dem Chinolin-Antioxidationsmittel (100 Massen-%) bevorzugt 0,7 Massen-% oder weniger und besonders bevorzugt 0,65 Massen-% oder weniger. Die untere Grenze des Gehalts ist nicht besonders limitiert und beträgt bevorzugt 0,2 Massen-% oder mehr und besonders bevorzugt 0,4 Massen-% oder mehr.

**[0071]** Der primäre Amingehalt in einem Antioxidationsmittel lässt sich mit der folgenden Methode bestimmen.

**[0072]** Zu einer p-Dimethylaminobenzaldehyd-(DAB)-Lösung (10 g/l) werden Anilinlösungen unterschiedlicher Konzentration zugegeben. Nach 30 Minuten oder später werden die Extinktionen der Lösungsmischungen bei 440 nm gemessen. Es sei angemerkt, dass in den Messungen Korrekturen vorgenommen werden, und zwar basierend auf der Extinktion einer Blindprobe. Danach werden die Extinktionswerte (korrigierte Extinktionen), welche aus den Messungen erhalten wurden, gegen die Anilinkonzentrationen in einem Graph aufgetragen, um eine Kalibrierkurve zu erhalten.

**[0073]** Anschließend werden zu einem Antioxidationsmittel (0,20 g) Chloroform (50 ml) und 7%-ige Salzsäure (50 ml) zugegeben. Die Mischung wird für 10 Minuten geschüttelt und für eine Stunde in Ruhe stehen gelassen. Anschließend wird die obere flüssige Phase (7%-ige Salzsäure) abgetrennt, und eine DAB-Lösung wird zu der erhaltenen Flüssigkeit zugegeben. Nach 30 Minuten oder später wird die Extinktion der gemischten Lösungen bei 440 nm gemessen. Es sei angemerkt, dass in den Messungen Korrekturen vorgenommen wurden, basierend auf der Extinktion einer Blindprobe. Danach wird der Gehalt an primärem Amin aus der korrigierten Extinktion, basierend auf der Kalibrationskurve berechnet.

**[0074]** Der Antioxidationsmittelgehalt (bevorzugt Chinolin-Antioxidationsmittelgehalt), bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 1,0 Massenteile oder mehr. Ebenfalls beträgt der Gehalt bevorzugt 3,0 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 2,5 Massenteile oder weniger. Wenn der Gehalt in diesem Bereich liegt, lassen sich die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erhalten.

**[0075]** Es ist bevorzugt, dass die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung wenigstens ein Element ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Resorcinharz, Phenolharz und Alkylphenolharz enthält. Diese tragen zu einem hohen Maß an Stabilität im Fahrverhalten, Bruchdehnung und Haftung an Stahlkorde bei.

**[0076]** Als Resorcinharz seien beispielsweise Resorcin-Formaldehyd-Kondensate erwähnt. Spezifische Beispiele hierfür schließen von Sumitomo Chemical Co., Ltd. hergestelltes Resorcin ein. Zudem ist das Resorcin-

harz bevorzugt ein modifiziertes Resorcinharz. Als modifiziertes Resorcinharz sei beispielsweise Resorcinharz erwähnt, welches teilweise alkylierte Wiederholungseinheiten aufweist. Spezifische Beispiele hierfür beinhalten Penacolit-Harz B-18-S und B-20, hergestellt von INDSPEC Chemical Corporation; SUMIKANOL 620, hergestellt von Taoka Chemical Co., Ltd.; R-6, hergestellt von Uniroyal; SRF1501, hergestellt von Schenectady Chemicals, Inc.; und Arofen7209, hergestellt von Ashland Inc.

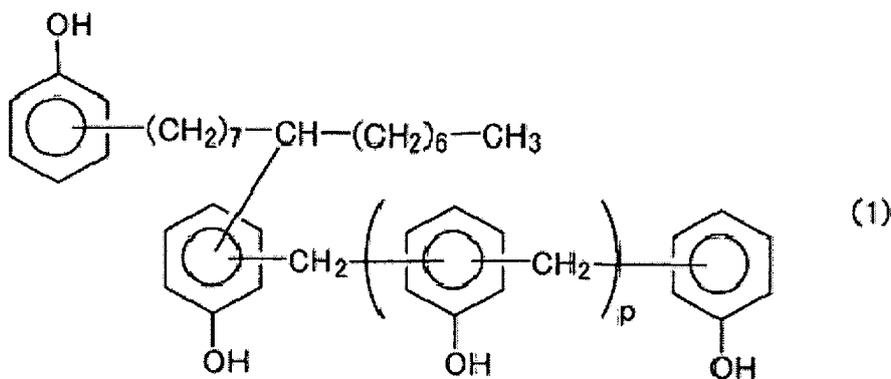
**[0077]** Beispiele für das Phenolharz schließen jene mit ein, welche durch Reaktion von einem Phenol mit einem Aldehyd, wie Formaldehyd, Acetaldehyd und Furfural, in der Gegenwart eines Säure- oder Rasenkatalysators erhalten werden. Insbesondere bevorzugt sind die, welche aus der Reaktion in der Gegenwart eines Säurekatalysators erhalten werden (z. B. Phenolharze vom Novolak-Typ).

**[0078]** Der Erweichungspunkt für das Phenolharz liegt bevorzugt bei 70°C oder höher und besonders bevorzugt bei 85°C oder höher. Ebenfalls liegt der Erweichungspunkt bevorzugt bei 140°C oder niedriger und besonders bevorzugt bei 110°C oder niedriger.

**[0079]** Das gewichtsgemittelte Molekulargewicht ( $M_w$ ) des Phenolharzes beträgt bevorzugt 1000 oder mehr und besonders bevorzugt 4000 oder mehr. Das  $M_w$  beträgt bevorzugt 10000 oder weniger und besonders bevorzugt 7000 oder weniger. Wenn das  $M_w$  in diesem Bereich liegt, lassen sich die Effekte der vorliegenden Erfindung besser geeignet erhalten.

**[0080]** Das Phenolharz kann ein unmodifiziertes Phenolharz sein und kann besser ein modifiziertes Phenolharz sein, welches mit Cashewöl, Tallöl, Leinsamenöl oder anderen tierischen oder pflanzlichen Ölen oder mit einer Verbindung, wie einer ungesättigten Fettsäure, Kolophonium, einem Alkylbenzolharz, Anilin und Melamin, modifiziert wurde.

**[0081]** Das modifizierte Phenolharz kann geeigneterweise ein mit Cashewöl modifiziertes Phenolharz sein. Insbesondere modifizierte Phenolharze, welche durch die folgende Formel (1) dargestellt sind, werden bevorzugt eingesetzt, weil sich dann die Ausgeglichenheit der Eigenschaften synergistisch verbessert.



**[0082]** In dieser Formel ist  $p$  eine ganze Zahl von 1 bis 9 und bevorzugt eine ganze Zahl von 5 bis 6, und zwar aus dem Grund, dass die Reaktivität so gut ist, dass die Dispergierbarkeit verbessert werden kann.

**[0083]** Das Alkylphenolharz kann in geeigneter Art Alkylphenolharz sein, dass aus Formaldehyd und wenigstens einer Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus 2-Alkylphenol, 3-Alkylphenol und 4-Alkylphenol gebildet ist. In diesem Fall können eine exzellente Kraftstoffökonomie und Reifenhaltbarkeit erhalten werden. Das Alkylphenolharz ist insbesondere bevorzugt ein Alkylphenolharz vom Novolak-Typ, und zwar aus dem Grund, dass dann die Ausgeglichenheit der Eigenschaft synergistisch verbessert werden kann und daher die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erreicht werden können.

**[0084]** Beispiele für das Alkylphenol (Monomerkomponente) beinhalten 2-Alkylphenole, 3-Alkylphenole und 4-Alkylphenole. Es ist bevorzugt, wenigstens zwei Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus 2-Alkylphenol, 3-Alkylphenol und 4-Alkylphenol zu verwenden und besonders bevorzugt, die drei Verbindungen 2-Alkylphenol, 3-Alkylphenol und 4-Alkylphenol zu verwenden, und zwar aus dem Grund, dass sich dann die Effekte der vorliegenden Erfindung geeignet erreicht werden können.

**[0085]** Die Anzahl der Kohlenstoffatome der Alkylgruppe des Alkylphenols ist nicht besonders limitiert und beträgt bevorzugt 1 bis 10, besonders bevorzugt 1 bis 5, ganz besonders bevorzugt 1 bis 3, und höchst be-

vorzugt 1, und zwar aus dem Grund, dass sich dann die Effekte der vorliegenden Erfindung geeignet erhalten lassen. Das Alkylphenol kann eine Mischung von Alkylgruppen, welche sich in der Anzahl der Kohlenstoffatome unterscheiden, sein.

**[0086]** Insbesondere ist es höchst bevorzugt, o-Cresol, m-Cresol und p-Cresol als das 2-Alkylphenol, 3-Alkylphenol bzw. 4-Alkylphenol zu verwenden, in anderen Worten, ein Cresolharz als Alkylphenolharz zu verwenden. In diesem Fall lässt sich die Ausgeglichenheit der Eigenschaften synergistisch verbessern und folglich können die Effekte der vorliegenden Erfindung geeignet erzielt werden.

**[0087]** Das Alkylphenolharz kann beispielsweise durch Reaktion von Formaldehyd mit wenigstens einer Komponente ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus 2-Alkylphenol, 3-Alkylphenol und 4-Alkylphenol in der Gegenwart eines Säurekatalysators erhalten werden.

**[0088]** Der Säurekatalysator ist nicht besonders limitiert. Beispiele hierfür beinhalten Bortrifluorid-Ether-Komplexe, Bortrifluorid-Phenol-Komplexe, Bortrifluorid-Wasser-Komplexe, Bortrifluorid-Alkohol-Komplexe und Bortrifluorid-Amin-Komplexe und Mischungen aus diesen. Die Methode, um Formaldehyd mit einem Alkylphenol in der Gegenwart eines Säurekatalysators reagieren zu lassen, ist nicht besonders limitiert und es kann eine bekannte Methode angewendet werden.

**[0089]** Der Erweichungspunkt für das Alkylphenolharz beträgt bevorzugt 90°C oder mehr, besonders bevorzugt 120°C oder mehr und ganz besonders bevorzugt 125°C oder mehr. Ebenfalls beträgt der Erweichungspunkt bevorzugt 140°C oder weniger und besonders bevorzugt 135°C oder weniger. Wenn der Erweichungspunkt in diesem Bereich liegt, lassen sich die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Reifenhaltbarkeit, Fahrqualität und Haftung an Stahlkorde vorteilhaft erhalten.

**[0090]** Das gewichtsgemittelte Molekulargewicht ( $M_w$ ) des Alkylphenolharzes beträgt bevorzugt 1000 oder mehr und besonders bevorzugt 1500 oder mehr. Das  $M_w$  beträgt bevorzugt 3000 oder weniger, besonders bevorzugt 2500 oder weniger und ganz besonders bevorzugt 1900 oder weniger. Wenn das  $M_w$  in diesen Bereich fällt, lassen sich eine vorteilhafte Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Reifenhaltbarkeit, Fahrqualität und Haftung an Stahlkorde erhalten.

**[0091]** Die Gesamtmenge an freiem 2-Alkylphenol, 3-Alkylphenol und 4-Alkylphenol (Gesamtmenge an freiem Alkylphenol) in dem Alkylphenolharz beträgt bevorzugt 3 Massen-% oder weniger, besonders bevorzugt 2 Massen-% oder weniger und ganz besonders bevorzugt 1 Massen-% oder weniger. Falls die Gesamtmenge 3 Massen-% übersteigt, kann die Härte abnehmen.

**[0092]** Um hier den Gesamtgehalt an freiem Alkylphenol in dem Alkylphenolharz auf einen spezifischen Wert oder weniger einzustellen, kann eine beliebige Methode angewendet werden. Nachdem das Alkylphenolharz in einem Lösungsmittel gelöst wurde, kann zum Beispiel ein Reinigungsschritt, wie eine Umkristallisation, Säulenchromatographie und Destillation, durchgeführt werden, bis der Gesamtgehalt an freiem Alkylphenol in dem Alkylphenolharz auf einen oder unterhalb einen spezifischen Wert fällt. Die Destillationsmethode kann geeigneter Weise eine Methode sein, welche beispielsweise in der JP 2011-74205 A (welches in seiner Gesamtheit als Referenz eingefügt wird) offenbart wird.

**[0093]** Es sei angemerkt, dass das gewichtsgemittelte Molekulargewicht ( $M_w$ ) von einem Phenolharz oder einem Alkylphenolharz mittels Gelpermeationschromatographie (GPC) relativ zu Polystyrolstandards gemessen werden kann. Darüber hinaus ist der Gesamtgehalt an freiem Alkylphenol ein durch Gelpermeationschromatographie (GPC) gemessener Wert.

**[0094]** In der Beschreibung wird die GPC an einem Phenolharz oder einem Alkylphenolharz unter den folgenden Bedingungen (1) bis (8) durchgeführt.

- (1) Apparatur: HLC-8020, hergestellt von Tosoh Corporation
- (2) Trennsäulen: GMH-XL (2 Säulen in Serie), hergestellt von Tosoh Corporation
- (3) Messtemperatur: 40°C
- (4) Träger: Tetrahydrofuran
- (5) Flussrate: 0,6 ml/Minute
- (6) Injektionsvolumen: 5  $\mu$ l
- (7) Detektor: Differentialrefraktometer
- (8) Molekulargewichtsstandards: Polystyrolstandards

**[0095]** Es sei angemerkt, dass sich in der Beschreibung der Erweichungspunkt von einem Harz (C5-Petroleumharz, Coumaron-Inden-Harz, Phenolharz, Alkylphenolharz) auf eine Temperatur bezieht, bei welcher während der Messung des Erweichungspunkts gemäß der JIS K6220-1: 2001 mit einer Ring- und Ball-Erweichungspunktapparatur eine Kugel fällt.

**[0096]** Die Gesamtmenge des Resorcinharzes, des Phenolharzes und des Alkylphenolharzes, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 1,5 Massenteile oder mehr. Falls die Gesamtmenge weniger als 0,5 Massenteile beträgt, können eine zufriedenstellende Stabilität im Fahrverhalten und eine zufriedenstellende Haftung an Stahlkorde nicht erhalten werden. Die Gesamtmenge beträgt bevorzugt 10 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 5 Massenteile oder weniger. Falls die Gesamtmenge 10 Massenteile übersteigt, könnte die Bruchdehnung abnehmen, mit dem Ergebnis, dass eine zufriedenstellende Reifenhaltbarkeit nicht erhalten werden kann.

**[0097]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung ein partielles Kondensat von Hexamethoxymethylolmelamin (HMMM) und/oder ein partielles Kondensat von Hexamethylolmelaminpentamethylether (HMMPME). Dieses kann die Kord/Kautschuk-Haftschrift so verstärken, dass die Ausgeglichenheit der Eigenschaften synergistisch verbessert werden kann. Insbesondere ist es bevorzugt, ein partielles Kondensat von HMMPME zu beinhalten, weil dann exzellente Haftung an Stahlkorde erhalten werden kann. Hier kann die Verwendung von einem Resorcinharz, einem Phenolharz oder einem Alkylphenolharz in Mischung mit einem partiellen Kondensat von HMMPME eine bessere Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung, Haftung an Stahlkorde, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit, bieten.

**[0098]** Die Gesamtmenge des partiellen Kondensats HMMM und des partiellen Kondensats HMMPME, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt 0,5 Massenteile oder mehr und bevorzugt 1 Massenteil oder mehr. Falls die Gesamtmenge weniger als 0,5 Massenteile beträgt, könnte die Menge an Methylen-Vorrat gering sein und daher könnte die Stabilität im Fahrverhalten abnehmen. Ebenfalls beträgt die Gesamtmenge 5 Massenteile oder weniger und bevorzugt 2 Massenteile oder weniger. Falls die Gesamtmenge 5 Massenteile übersteigt, tendiert die Reifenhaltbarkeit dazu, abzunehmen.

**[0099]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung in der vorliegenden Erfindung eine organische Thiosulfatverbindung. Diese trägt zu guter Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothermalen Alterung) bei, so dass die Ausgeglichenheit der Eigenschaften synergistisch verbessert werden kann. Die organische Thiosulfatverbindung ist bevorzugt, aber nicht beschränkt auf eine Verbindung, welche durch die folgende Formel (2) und/oder ein Hydrat davon repräsentiert ist:



wobei q eine ganze Zahl von 3 bis 10 ist und die Ms, welche gleich oder unterschiedlich sein können, jeweils Lithium, Kalium, Natrium, Magnesium, Calcium, Barium, Zink, Nickel oder Cobalt sind.

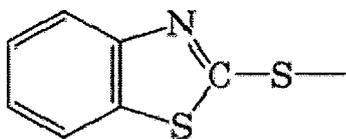
**[0100]** In der Formel (2) ist q eine ganze Zahl von 3 bis 10 und ist bevorzugt eine ganze Zahl von 3 bis 6. Wenn q kleiner als 3 ist, dann könnte die Bruchdehnung nicht ausreichend verbessert werden. Falls q 10 übersteigt, neigt der Effekt der Verbesserung der Bruchdehnung und dergleichen dazu, im Vergleich zu dem Anstieg des Molekulargewichts gering zu sein.

**[0101]** In der Formel (2) ist M bevorzugt Lithium, Kalium, Natrium, Magnesium, Calcium, Barium, Zink, Nickel oder Cobalt und besonders bevorzugt Kalium oder Natrium. Darüber hinaus kann das Hydrat der Verbindung, welche durch die Formel (2) repräsentiert ist, beispielsweise ein Natriumsalzmonohydrat oder ein Natriumsalzdihydrat sein.

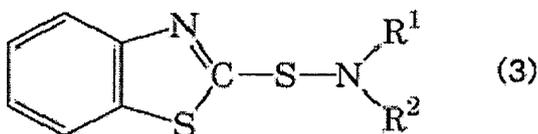
**[0102]** Die durch Formel (2) repräsentierte Verbindung oder ein Hydrat davon, ist bevorzugt ein Derivat, welches sich von Natriumthiosulfat ableitet, z. B. Natrium-1,6-hexamethylendithiosulfatdihydrat.

**[0103]** Der Gehalt der organischen Thiosulfatverbindung beträgt, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, bevorzugt 0,1 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 0,25 Massenteile oder mehr. Falls der Gehalt geringer als 0,1 Massenteile ist, könnte der Effekt der verbesserten Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothermalen Alterung) nicht ausreichend erhalten werden. Der Gehalt beträgt bevorzugt 2 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 1 Massenteil oder weniger. Falls der Gehalt 2 Massenteile übersteigt, tendiert der Effekt der verbesserten Haftung an Stahlkorde und dergleichen dazu, nicht im Verhältnis zu der zugesetzten Menge erhalten zu werden.

**[0104]** Vorzugsweise enthält die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung einen Vulkanisationsbeschleuniger. Beispiele für den Vulkanisationsbeschleuniger beinhalten Guanidin, Aldehydamin, Aldehydammoniak, Thiazol, Sulfenamid, Thioharnstoff, Thuiram, Dithiocarbamat und Xanthatverbindungen. Insbesondere Vulkanisationsbeschleuniger, welche eine durch die folgende Formel repräsentierte Gruppe beinhalten (Benzothiazolylsulfidgruppe), sind aus dem Grund bevorzugt, dass dann die Effekte der vorliegenden Erfindung geeignet erhalten werden können.



**[0105]** Beispiele für die Vulkanisationsbeschleuniger mit einer Benzothiazolylsulfidgruppe beinhalten Sulfenamidvulkanisationsbeschleuniger, wie N-tert-Butyl-2-benzothiazolylsulfenamid (TBBS), N-Cyclohexyl-2-benzothiazolylsulfenamid (CBS), N,N-Dicyclohexyl-2-benzothiazolylsulfenamid (DCBS), N,N-Diisopropyl-2-benzothiazolylsulfenamid, N,N-Di(2-ethylhexyl)-2-benzothiazolylsulfenamid (BENZ), N,N-Di(2-methylhexyl)-2-benzothiazolylsulfenamid (BMHZ) und N-Ethyl-N-t-butylbenzothiazol-2-sulfenamid (ETZ) und N-tert-Butyl-2-benzothiazolylsulfenimid (TBSI) und Di-2-benzothiazolyldisulfid (DM). Insbesondere bevorzugt sind Verbindungen, welche die folgende Formel (3) repräsentiert. In diesen Fällen können die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Bruchdehnung (insbesondere nach Alterung unter trockener Hitze) und Reifenhaltbarkeit vorteilhaft erhalten werden und daher kann die Ausgeglichenheit der Eigenschaften synergistisch verbessert werden.



**[0106]** In der Formel steht  $R^1$  für eine Alkylgruppe, welche 2 bis 16 Kohlenstoffatome aufweist, und steht  $R^2$  für eine Alkylgruppe, welche 3 bis 16 Kohlenstoffatome aufweist, eine Benzothiazolylsulfidgruppe oder eine Cycloalkylgruppe.

**[0107]** Die mit  $R^1$  bezeichnete Alkylgruppe weist aus dem Grund, dass sich dann die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erhalten lassen können, bevorzugt eine verzweigte Struktur auf. Vorzugsweise ist die Alkylgruppe mit einer verzweigten Struktur eine (eine lineare Alkylgruppe mit einer verzweigten Struktur), die durch Substitution von wenigstens einem Wasserstoffatom, welches in der Kohlenstoffkette  $(CH_2)_k$  einer linearen Alkylgruppe enthalten ist, die durch  $-(CH_2)_k-CH_3$  (worin  $k$  eine ganze Zahl im Bereich von 1 bis 14 umfasst) dargestellt ist, durch eine Alkylgruppe erhalten wird.

**[0108]** Die Anzahl der Kohlenstoffatome in der durch  $R^1$  repräsentierten Alkylgruppe ist bevorzugt 3 bis 16, besonders bevorzugt 4 bis 16 und ganz besonders bevorzugt 6 bis 12. Falls die Anzahl der Kohlenstoffatome 1 beträgt, tendiert der Vulkanisationsbeschleuniger dazu, adsorbiert zu werden. Falls die Anzahl der Kohlenstoffatome 17 oder mehr ist, tendiert die Härte dazu, abzunehmen.

**[0109]** Beispiele für bevorzugte Alkylgruppen, die durch  $R^1$  repräsentiert sind, beinhalten eine Ethylgruppe, eine t-Butylgruppe, eine 2-Ethylhexylgruppe, eine 2-Methylhexylgruppe, eine 3-Ethylhexylgruppe, eine 3-Methylhexylgruppe, eine 2-Ethylpropylgruppe, eine 2-Ethylbutylgruppe, eine 2-Ethylpentylgruppe, eine 2-Ethylheptylgruppe und eine 2-Ethyl-octylgruppe.

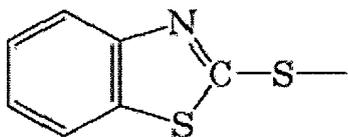
**[0110]** Vorzugsweise weist die durch  $R^2$  repräsentierte Alkylgruppe eine verzweigte Struktur auf, und zwar aus dem Grund, dass sich dann die Effekte der vorliegenden Erfindung vorteilhaft erhalten lassen. Die Alkylgruppe mit einer verzweigten Struktur ist bevorzugt die gleiche wie die vom oben erwähnten  $R^1$ .

**[0111]** Die Anzahl an Kohlenstoffatomen in der durch  $R^2$  repräsentierten Alkylgruppe ist bevorzugt 4 bis 16 und besonders bevorzugt 6 bis 12. Falls die Anzahl der Kohlenstoffatome 2 oder weniger ist, tendiert der Vulkanisationsbeschleuniger dazu, adsorbiert zu werden. Falls die Anzahl der Kohlenstoffatome 17 oder mehr beträgt, tendiert die Härte dazu, abzunehmen.

**[0112]** Beispiele für bevorzugte, durch  $R^2$  repräsentierte Alkylgruppen beinhalten eine t-Butylgruppe, eine 2-Ethylhexylgruppe, eine 2-Methylhexylgruppe, eine 3-Ethylhexylgruppe, eine 3-Methylhexylgruppe, eine 2-

Ethylpropylgruppe, eine 2-Ethylbutylgruppe, eine 2-Ethylpentylgruppe, eine 2-Ethylheptylgruppe und eine 2-Ethyl-octylgruppe.

**[0113]** Die durch  $R^2$  repräsentierte Benzothiazolsulfidgruppe, ist durch die folgende Formel dargestellt.



**[0114]** Die Anzahl der Kohlenstoffatome der durch  $R^2$  repräsentierten Cycloalkylgruppe beträgt bevorzugt 3 bis 16. Beispiele für durch  $R^2$  repräsentierte bevorzugte Cycloalkylgruppen beinhalten eine Cyclohexylgruppe.

**[0115]** Hier ist  $R^2$  vorzugsweise eine Benzothiazolylsulfidgruppe, wenn  $R^1$  eine t-Butylgruppe ist, und zwar aus dem Grund, dass sich dann die Stabilität im Fahrverhalten, Kraftstoffökonomie, Reifenhaltbarkeit, Fahrqualität und Haftung an Stahlkorden vorteilhaft erhalten lassen.

**[0116]** Beispiele für die durch die Formel (3) repräsentierte Verbindung beinhalten BENZ (N,N-Di(2-ethylhexyl)-2-benzothiazolylsulfenamid), hergestellt von Kawaguchi Chemical Industry Co., LTD., BMHZ (N,N-Di(2-methylhexyl)-2-benzothiazolylsulfenamid), hergestellt von Kawaguchi Chemical Industry Co., LTD., SantoCure TBSI (N-tert-Butyl-2-benzothiazolylsulfenimid), hergestellt von Flexsys, und ETZ (N-Ethyl-N-t-butylbenzothiazol-2-sulfenamid) hergestellt von Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

**[0117]** Der Gehalt an Vulkanisationsbeschleuniger, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt bevorzugt 0,3 Massenteile oder mehr und besonders bevorzugt 0,5 Massenteile oder mehr. Falls der Gehalt weniger als 0,3 Massenteile beträgt, kann der Effekt der Verbesserung im Fahrverhalten nicht ausreichend erhalten werden. Der Gehalt beträgt bevorzugt 4 Massenteile oder weniger und besonders bevorzugt 3 Massenteile oder weniger. Falls der Gehalt 4 Massenteile übersteigt, tendiert die Haftung an Stahlkorde dazu, (insbesondere nach hydrothormaler Alterung) abzunehmen.

**[0118]** Das Verhältnis von Schwefelgehalt zu Vulkanisationsbeschleunigergehalt ist bevorzugt 2,5 bis 15,0, besonders bevorzugt 3,5 bis 12,0 und ganz besonders bevorzugt 4,0 bis 10,0. Falls das Verhältnis kleiner als 2,5 ist, tendiert die Haftung an Stahlkorde (insbesondere nach hydrothormaler Alterung) dazu, abzunehmen. Umgekehrt, falls das Verhältnis 15,0 überschreitet, tendiert die Bruchdehnung nach (oxidativer) Alterung unter trockener Hitze dazu, abzunehmen.

**[0119]** Der hier verwendete Schwefelgehalt bezieht sich auf die Menge der Schwefelkomponente, welche im unlöslichen Schwefel enthalten ist. Falls ein ölbehandelter unlöslicher Schwefel verwendet ist, bezieht sich der Schwefelgehalt auf die Menge des Schwefelgehalts, die in dem ölbehandelten unlöslichen Schwefel enthalten ist (nämlich die Menge des ölbehandelten unlöslichen Schwefels ausschließlich Öl).

**[0120]** Die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann in geeigneter Weise, zusätzlich zu den zuvor erwähnten Komponenten die für die Herstellung von Kautschukzusammensetzungen generell verwendeten Einmischkomponenten, z. B. 1,3-Bis(citraconimidomethyl)benzol, beinhalten.

**[0121]** Als Methode zur Herstellung der Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung können bekannte Methoden benutzt werden. Zum Beispiel kann die Kautschukzusammensetzung durch Kneten (Knetschritt) der zuvor erwähnten Komponenten unter Verwendung eines Kautschukkneters, wie einer offenen Walzenmühle und einem Banbury-Mischer, hergestellt werden und dann diese Mischung der Vulkanisation unterzogen werden.

Vorzugsweise beinhaltet der Knetschritt:

- (I) Basisknetschritt 1: Kneten der Chemikalien ausgenommen unlöslichem Schwefel, Vulkanisationsbeschleuniger, organische Thiosulfatverbindung und Cobaltsalz einer organischen Säure unter Verwendung eines Kautschukkneters (Knetzeit: 3 bis 7 Minuten, Austrittstemperatur: 140 bis 160°C);
- (II) Basisknetschritt 2: Zugeben des Cobaltsalzes einer organischen Säure zu der Knetmasse, welche im Basisknetschritt 1 erhalten wurde, und Kneten der Mischung unter Verwendung des Kautschukkneters (Knetzeit: 1 bis 5 Minuten, Austrittstemperatur: 125 bis 145°C); und

(III) finaler Knetschritt: Zugabe des unlöslichen Schwefels und des Vulkanisationsbeschleunigers (und optional der organischen Thiosulfatkomponente) zu der Knetmasse, welche in dem Basisknetschritt 2 erhalten wurde, und Kneten der Mischung unter Verwendung des Kautschukkneters (Knetzeit: 1 bis 5 Minuten, Austrittstemperatur: 95 bis 105°C), da sich dann die Effekte der vorliegenden Erfindung besser geeignet erhalten lassen.

**[0122]** Die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann als Kautschukkomponente für die Beschichtung von Stahlkorden (Kautschukzusammensetzung für Gummierung) und insbesondere geeignet als Kautschukzusammensetzung für eine Breakergummierung verwendet werden.

**[0123]** Die Kautschukzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann zusätzlich als Kautschukzusammensetzung für einen Breakerrandstreifen, eine Kautschukzusammensetzung für ein Breakerpolster oder eine Kautschukzusammensetzung für einen zu Korden benachbarten Streifen verwendet werden. Die **Fig. 1** bis **Fig. 3** zeigen exemplarische ausschnittsweise Querschnittsansichten eines Luftreifens der vorliegenden Erfindung. **Fig. 1** zeigt einen Fall, in welchem nahe des Randes des Breakers **12** ein Breakerrandstreifen **16** zwischen einer inneren Schicht **44** und einer äußeren Schicht **46** des Breakers **12** angeordnet ist und ein Breakerpolster **32** ist zwischen einem Karkassengewebe **28** und einem Streifen **31** auf dem Breakerpolster (oder Streifen unter einem ersten Breaker) und benachbart zu einer Streifenschicht (BP-Streifenschicht) **30** vorgesehen, welche zwischen dem Breaker und dem Gewebe eingelegt ist. Die **Fig. 2** zeigt einen Fall, in welchem nahe des Randes eines Breakers **12** ein Breakerrandstreifen **16A** angeordnet ist, um einen Randausschnitt einer äußeren Schicht **46** des Breakers **12** zu bedecken; ein Breakerrandstreifen **16B** ist vorgesehen, um einen Randausschnitt einer inneren Schicht **44** des Breakers **12** zu bedecken; und ein Breakerpolster **32** ist zwischen einer Karkassenschicht **28**, der inneren Schicht **44** des Breakers **12** und dem Breakerrandstreifen **16B** und benachbart zu einer Streifenschicht (BP-Streifenschicht) **30**, die zwischen dem Breaker und der Schicht eingelegt ist, angeordnet. Darüber hinaus zeigt **Fig. 3** einen Fall, in welchem nahe des Randes des Breakers **12** ein Breakerrandstreifen **16A** zwischen einer äußeren Schicht **46** des Breakers **12** und einem Band **15** angeordnet ist; ein Breakerrandstreifen **16B** ist zwischen einer inneren Schicht **44** und einer äußeren Schicht **46** des Breakers **12** angeordnet; und ein Breakerpolster **32** ist zwischen einer Karkassenlage **28** und einem Streifen **31** auf dem Breakerpolster (oder Streifen unter einem ersten Breaker) und benachbart zu einer Streifenschicht (BP-Streifenschicht) **30**, die zwischen dem Breaker und dem Gewebe eingelegt ist, angeordnet.

**[0124]** Außerdem zeigen die **Fig. 1** bis **Fig. 3** Fälle, in welchen als ein zu Korden benachbarter Streifen, die Streifenschicht (BP-Streifenschicht) **30**, die zwischen dem Breaker und der Karkassenlage eingelegt ist, zwischen der inneren Schicht **44** des Breakers **12** und der Karkassenschicht **28** angeordnet ist. Außerdem zeigen die **Fig. 1** und **Fig. 3** Fälle, in welchen, als ein weiterer zu Korden benachbarter Streifen, der Streifen **31** auf dem Breakerpolster (oder Streifen unter einem ersten Breaker) zwischen der inneren Schicht **44** des Breakers **12** und dem Breakerpolster **32** vorgesehen ist. Die Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise als Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung verwendet.

**[0125]** Der Luftreifen der vorliegenden Erfindung kann mittels einer gewöhnlichen Methode unter Verwendung der zuvor erwähnten Kautschukzusammensetzung hergestellt werden.

**[0126]** Genauer gesagt, eine Kautschukzusammensetzung, welche die zuvor erwähnten Komponenten beinhaltet, wird vor der Vulkanisation zu einer Platte geformt. Die Platte wird von oben und unten auf Stahlkorde gepresst und gewalzt, um ein Gewebe mit Korden (eine Stahlkordgummierungskomponente (Gesamtdicke: etwa 1,00 bis 2,00 mm; die Art der Korde, die Endanzahl und die Menge an Kautschuk variieren in Abhängigkeit der Anwendungen)), einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen zu bilden. Jede dieser Komponenten wird mit anderen Reifenkomponenten vereinigt und in einer Reifenherstellungsmaschine zu einem unvulkanisierten Reifen nach einer herkömmlichen Methode geformt. Der unvulkanisierte Reifen wird unter Hitze in einen Vulkanisator gepresst, um einen Reifen zu erhalten.

## BEISPIELE

**[0127]** Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf Beispiele genauer beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese beschränkt.

**[0128]** Verschiedene Chemikalien, welche in den Beispielen und Vergleichsbeispielen verwendet werden, werden gemeinsam nachfolgend beschrieben.

<NR>: TSR20

<IR>: IR2200, hergestellt von JSR Corporation

<Silica>: ULTRASIL VN3 (N<sub>2</sub>SA (BET): 175 m<sup>2</sup>/g), hergestellt von Degussa

<Ruß 1>: DIABLACK N219 (N<sub>2</sub>SA (BET): 110 m<sup>2</sup>/g, DBP: 76 ml/100 g, N<sub>2</sub>SA (BET)/DBP = 1,45), hergestellt von Mitsubishi Chemical Corporation

<Ruß 2>: DIABLACK N326 (N<sub>2</sub>SA (BET): 84 m<sup>2</sup>/g, DBP: 74 ml/100 g, N<sub>2</sub>SA (BET)/DBP = 1,14), hergestellt von Mitsubishi Chemical Corporation

<Ruß 3>: DIABLACK N220 (N<sub>2</sub>SA (BET): 115 m<sup>2</sup>/g, DBP: 114 ml/100 g, N<sub>2</sub>SA (BET)/DBP = 1,01), hergestellt von Mitsubishi Chemical Corporation

<Ruß 4>: ShoBlack N351H (N<sub>2</sub>SA (BET): 64 m<sup>2</sup>/g, DBP: 136 ml/100 g, N<sub>2</sub>SA (BET)/DBP = 0,47), hergestellt von Cabot Japan

<Ruß 5>: DIABLACK N330 (N<sub>2</sub>SA (BET): 78 m<sup>2</sup>/g, DBP: 102 ml/100 g, N<sub>2</sub>SA (BET)/DBP = 0,76), hergestellt von Mitsubishi Chemical Corporation

<Ruß 6>: DIABLACK N660 (N<sub>2</sub>SA (BET): 28 m<sup>2</sup>/g, DBP: 82 ml/100 g, N<sub>2</sub>SA (BET)/DBP = 0,34), hergestellt von Mitsubishi Chemical Corporation

<Antioxidationsmittel 1>: gereinigtes Produkt aus NOCRAC 224 (Versuchsprodukt (Chinolin-Antioxidationsmittel), primärer Amingehalt: 0.6 Massen-%), hergestellt von Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

<Antioxidationsmittel 2>: NOCRAC 224 (2,2,4-Trimethyl-1,2-dihydrochinolinpolymer (Chinolin-Antioxidationsmittel), primärer Amingehalt: 26.4 Massen-%), hergestellt von Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

<C5-Petroleumharz>: Marukarez T-100AS (C5-Petroleumharz: aliphatisches Petroleumharz, hauptsächlich aus Olefinen und Diolefinen der C5-Fraktion gebildet, erhalten durch Cracken von Naphtha) (Erweichungspunkt: 100°C), hergestellt von Maruzen Petrochemical CO., LTD.

<Mineralöl>: Process P-200 (Prozessöl), hergestellt von Japan Energy Corporation

<Flüssiges Coumaron-Inden-Harz>: NOVARES C10 (Coumaron-Inden-Harz, Erweichungspunkt: 5 bis 15°C), hergestellt von Rutgers Chemicals

<Zinkoxid>: Zinkoxid #2, hergestellt von MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.

<Stearinsäure>: Tsubaki, hergestellt von NOF Corporation

<Aktivierungsmittel (Mischung aus Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure und Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure)>: Activator 73A ((i) Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure: Zinksalz einer von Kokosöl abgeleiteten Fettsäure (Kohlenstoffanzahl: 8 bis 12) und (ii) Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure: Zinkbenzoat, molares Mengenverhältnis: 1/1, Zinkgehalt: 17 Massen-%), hergestellt von STRUKTOL

<Cobaltstearat>: Cost-F (Cobaltgehalt: 9,5 Massen-%, Stearinsäuregehalt: 90,5 Massen-%), hergestellt von DIC Corporation

<Cobalt-bor-neodecanoat>: Dicate NBC-II (Cobalt-bor-3-neodecanoat, Cobaltgehalt: 22,0 Massen-%), hergestellt von DIC Corporation

<HTS>: DURALINK HTS (Natrium-1,6-Hexamethylene-dithiosulfatdihydrat (organische Thiosulfatverbindung)), hergestellt von Flexsys

<Unlöslicher Schwefel A>: Crystex HSOT 20 modifiziertes Produkt (Versuchsprodukt, unlöslicher Schwefel beinhalten Schwefel (80 Massen-%) und Öl (20 Massen-%), Eisengehalt: 15 ppm), hergestellt von Flexsys

<Unlöslicher Schwefel B>: IS-HS-7520 (unlöslicher Schwefel beinhalten Schwefel (80 Massen-%) und Öl (20 Massen-%), Eisengehalt: 50 ppm), hergestellt von Shanghai Jinghai Chemical (China)

<Unlöslicher Schwefel C>: IS-HS-7520 (andere Charge des unlöslichen Schwefels B, unlöslicher Schwefel beinhalten Schwefel (80 Massen-%) und Öl (20 Massen-%), Eisengehalt: 200 ppm), hergestellt von Shanghai Jinghai Chemical (China)

<DCBS>: NOCELER DZ (Vulkanisationsbeschleuniger, N,N'-Dicyclohexyl-2-benzothiazolylsulfenamid), hergestellt von Ouchi Shinko Chemical Industrial Co., Ltd.

<TBSI>: SantoCure TBSI (Vulkanisationsbeschleuniger, N-tert-Butyl-2-benzothiazolylsulfenimid), hergestellt von Flexsys

<HMMPME>: Sumikanol 507A (modifiziertes verethertes Methylolmelaminharz (partielles Kondensat von Hexamethylolmelaminpentamethylether (HMMPME)); Gehalt der aktiven Inhaltsstoffe: 65 Massen-%, Silica: 32 Massen-%, Paraffinöl: 3 Massen-%), hergestellt von Sumitomo Chemical Co., Ltd.

<Hochreines Cresolharz>: PR-X11061 (o-Cresol, m-Cresol und p-Cresol wurden als die Alkylphenolkomponente verwendet (Monomerkomponente); Gesamtgehalt an freiem Alkylphenolgehalt: 0,6 Massen-%; Novolak-Typ Alkylphenolharzgehalt: 99,4 Massen-%; Erweichungspunkt: 128°C; Mw: 1800), hergestellt von Sumitomo Bakelite Co., Ltd.

<Modifiziertes Phenolharz>: PR12686 (mit Cashewöl modifiziertes Phenolharz, Gehalt an freiem Phenol: 0,2 Massen-%, Novolak-Phenolharzgehalt: 99,8 Massen-%, Erweichungspunkt: 94°C, Mw: 5330), hergestellt von Sumitomo Bakelite Co., Ltd.

<Modifiziertes Resorcinharz >: SUMIKANOL 620 (modifiziertes Resorcinharz (modifiziertes Resorcin/Formaldehydkondensat)), hergestellt von Taoka Chemical Co., Ltd.

**[0129]** In jeder der in den Tabellen 1 und 2 gezeigten Formulierungen wurden die Chemikalien, abgesehen von unlöslichem Schwefel, Vulkanisationsbeschleuniger(n), HTS, Cobaltstearat und Cobalt-Bor-Neodecanoat unter Verwendung eines 1.7 L Banbury-Mischers geknetet (Knetzeit: 5 Minuten, Austrittstemperatur: 150°C), um eine Knetmasse zu erhalten. Anschließend wurden zu der erhaltenen Knetmasse Cobaltstearat und Cobalt-Bor-Neodecanoat zugegeben und unter Verwendung eines 1.7 L Banbury-Mischers geknetet (Knetzeit: 3 Minuten, Austrittstemperatur: 135°C), um eine Knetmasse zu erhalten. Anschließend wurden zu der erhaltenen Knetmasse der unlösliche Schwefel, der/die Vulkanisationsbeschleuniger und HTS zugegeben und unter Verwendung einer Walze geknetet (Knetzeit: 3 Minuten, Austrittstemperatur: 105°C), um eine unvulkanisierte Kautschukzusammensetzung zu erhalten. Die erhaltene unvulkanisierte Kautschukzusammensetzung wurde bei 170°C für 12 Minuten einer Pressvulkanisation unterzogen, um eine vulkanisierte Kautschukzusammensetzung zu erhalten.

**[0130]** Stahlkorde wurden gesondert mit der erhaltenen unvulkanisierten Kautschukzusammensetzung beschichtet und dann in einem vorbestimmten Winkel geschnitten und der Verbindungsbildung ausgesetzt. Anschließend wurde das erhaltene Produkt mit einem Breakerrandstreifen, einem Breakerpolster und einem Streifen zwischen einem Breaker und einer Gewebelage, welche aus der erhaltenen unvulkanisierten Kautschukzusammensetzung gebildet wurden, und anderen Reifenkomponenten zusammengesetzt, um einen unvulkanisierten Reifen zu bilden, und wurde dann bei 170°C für 12 Minuten der Pressvulkanisation ausgesetzt, um einen Testreifen herzustellen (Reifengröße: 195/65R15).

**[0131]** Stahlkorde wurden gesondert mit der erhaltenen unvulkanisierten Kautschukzusammensetzung beschichtet und bei 150°C für 30 Minuten der Pressvulkanisation ausgesetzt, um einen Abziehtestprüfkörper zu erhalten.

**[0132]** Zusätzlich wurden die erhaltenen vulkanisierten Kautschukzusammensetzungen und Abziehtestprüfkörper hydrothermal bei einer Temperatur von 80°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95% für 150 Stunden gealtert, um die entsprechenden hydrothermal gealterten Produkte zu erhalten.

**[0133]** Die erhaltenen vulkanisierten Kautschukzusammensetzungen wurden gesondert unter trockener Hitze in einem Trockenofen bei einer Temperatur von 80°C für 96 Stunden gealtert (zersetzt durch Luftoxidation), um ein unter trockener Hitze gealtertes Produkt zu erhalten.

**[0134]** Weiterhin wurde der nicht auf eine Felge montierte Testreifen hydrothermal bei einer Temperatur von 80°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95% für 4 Wochen gealtert, um einen hydrothermal gealterten Reifen zu erhalten.

**[0135]** Die unvulkanisierten Kautschukzusammensetzungen, vulkanisierten Kautschukzusammensetzungen (im frischen Zustand, hydrothermal gealtert, unter trockener Hitze gealtert), Abziehtestprüfkörper (im frischen Zustand, hydrothermal gealtert) und Testreifen (hydrothermal gealtert) wurden wie folgt bewertet. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 gezeigt.

(Viskoelastizitätstest)

**[0136]** Das komplexe Elastizitätsmodul  $E^*$  (MPa) und der Verlustfaktor ( $\tan\delta$ ) der obigen vulkanisierten Kautschukzusammensetzungen (im frischen Zustand) wurden bei einer Temperatur von 70°C, einer Frequenz von 10 Hz, einer anfänglichen Dehnung von 10% und einer dynamischen Dehnung von 2% unter Verwendung eines Viskoelastizitätsspektrometers VES, hergestellt von Iwamoto Seisakusho Co., Ltd., gemessen. Je größer der Wert  $E^*$  ist, desto höher ist die Steifigkeit und im Gegenzug desto besser die Stabilität im Fahrverhalten. Je kleiner der  $\tan\delta$ -Wert, desto geringer ist der Wärmehaushalt und im Gegenzug desto besser die Kraftstoffökonomie.

(Zugdehnungsversuch)

**[0137]** Aus der oben beschriebenen vulkanisierten Kautschukzusammensetzung (im frischen Zustand, unter trockener Hitze gealtert) gebildete #3 Prüfhanteln wurden einem Zugdehnungstest bei Raumtemperatur gemäß der JIS K 6251, "Kautschuk, vulkanisiert oder thermoplastisch -- Bestimmung der Zugspannungsdehnungseigenschaften", ausgesetzt, um die Bruchdehnung EB (%) zu messen. Je größer der EB-Wert, desto besser die Bruchdehnung.

(Hafffestigkeitsprüfung (Auswertung der Kautschukbedeckung nach dem Abschälen): Haftung an Stahlkorde)

**[0138]** Ein Hafffestigkeitstest wurde unter Verwendung von Prüfkörpern durchgeführt (Abziehtestprüfkörpern (im frischen Zustand, hydrothermal gealtert), um die Kautschukzusammensetzung nach dem Abschälen zu messen (der Anteil der abgeschälten Oberfläche bedeckt mit Kautschuk, nachdem der Kautschuk von den Stahlkorden abgetrennt wurde), und die Ergebnisse wurden auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet, wobei ein Wert von 5 bedeutet, dass die gesamte Oberfläche bedeckt ist, und ein Wert von 0 bedeutet, dass die Oberfläche überhaupt nicht bedeckt ist. Je höher der Wert, desto besser ist die Haftung an Stahlkorde.

(Verarbeitbarkeit (Extrusionsverarbeitbarkeit))

**[0139]** Jede der unvulkanisierten Kautschukzusammensetzungen wurde extrudiert und dann zu einem Breckergummierungskordgewebe geformt. Das erhaltene Gewebe wurde mit dem Auge und mit der Hand in Bezug auf die folgenden fünf Aspekte evaluiert. Hier wurde die sensorische Bewertung auf einer Skala von 1 bis 5 durchgeführt. Je höher der numerische Wert, desto besser ist die Extrusionsprozessierbarkeit.

- (1) Klebrigkeit der Plattenoberfläche (bewertet während des Zeitraums zwischen unmittelbar nach dem Formen und einem Tag Ruhen bei Raumtemperatur)
- (2) Grad an weißem Ausblühung und Niederschlägen, wie Schwefel und Zinkstearat
- (3) Anvulkanisation der Zusammensetzung, wie vernetzte Flecken/Krumen
- (4) Ebenheit
- (5) Randzustand

**[0140]** Es sei angemerkt, dass bezüglich des Randzustandes, die geradesten und glattesten Ränder als "gut" betrachtet werden. Bezüglich der Anvulkanisation der Zusammensetzung wurde eine 2 mm dicke 15 cm<sup>2</sup>-Platte aus dem oben gebildeten Produkt ausgeschnitten, welches als "gut" bewertet wurde, falls es keine Unregelmäßigkeiten aufgrund von vulkanisierten Stückchen aufwies. Die Ebenheit der Platte wurde als "gut" bewertet, falls sie so flach war, um fest an einer flachen Platte anzuhaften.

(Kosten)

**[0141]** Der Einheitspreis für ein Material nimmt in der folgenden Reihenfolge ab: ein seltenes Metall (Co), ein hochdichtes Metall (Zn), eine komplizierte organische Verbindung (HTS, modifiziertes Resorcinharz, HMMP-ME), eine durch einen Syntheseprozess, welcher aus 5 Stufen besteht, synthetisierte organische Verbindung (DCBS, Aktivierungsmittel, Antioxidationsmittel) > ein organisches Material (NR, SBR, C5-Petroleumharz) > Schwefel > Silica > Ruß > Öl. Die Kosten der Formulierung können durch Verringerung der Menge der Materialien mit einem hohen Einheitspreis reduziert werden. Die Formulierungskosten wurden wie folgt bewertet.

Günstig ◎ ○ △ x XX Teuer

(Reifenhaltbarkeit (hydrothermale Alterung Haltbarkeitstest))

**[0142]** Der Teststreifen (hydrothermal gealterter Reifen) wurde unter Überlastbedingungen, welche sich auf 140% der durch den JIS-Standard definierten maximalen Ladung beziehen (maximale Luftdruckbedingungen), einer Lauftrommel ausgesetzt. Es wurde die Laufdistanz, bis eine abnormale Erscheinung, wie eine Beule auf der Lauffläche oder abnormales Geräusch, auftraten, gemessen. Die Laufdistanz von Vergleichsbeispiel 1 wurde als 100 definiert und die Laufdistanzen der einzelnen Zusammensetzungen wurden durch Indexzahlen angezeigt. Je höher die Indexzahl, desto besser ist die Reifenhaltbarkeit (Reifenhaltbarkeit in Südostasien und in den Süd- und Zentralgebieten Japans).









an Stahlkorde, Verarbeitbarkeit und Reifenhaltbarkeit in einer ausgeglichenen Weise verbessert, auch wenn das Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt nicht mehr als ein spezifischer Wert betrug.

Bezugszeichenliste

<b>2</b>	Luftreifen
<b>4</b>	Lauffläche
<b>12</b>	Breaker
<b>14</b>	Innerer Mantel
<b>15</b>	Band
<b>16</b>	Breakerrandstreifen
<b>16A</b>	Breakerrandstreifen
<b>16B</b>	Breakerrandstreifen
<b>28</b>	Karkassengewebe
<b>30</b>	Streifenschicht zwischen Breaker und Gewebe
<b>31</b>	Streifen auf Breakerpolster
<b>32</b>	Breakerpolster
<b>44</b>	Innere Schicht
<b>46</b>	Äußere Schicht

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2011-74205 A [0092]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- JIS K 6217-2: 2001 [0050]
- JIS K6217-4: 2001 [0052]
- ASTM D3037-93 [0057]
- JIS K6220-1: 2001 [0095]
- IS-HS-7520 [0128]
- IS-HS-7520 [0128]
- JIS K 6251 [0137]

### Patentansprüche

1. Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen, welche unlöslichen Schwefel mit einem Eisengehalt von 30 ppm oder weniger umfasst; ein Verhältnis von Zinkoxidgehalt zu Schwefelgehalt von 1,45 bis 1,78 aufweist und einen Schwefelgehalt von 3,0 bis 6,0 Massenteilen, einen Cobaltgehalt von 0,05 bis 0,15 Massenteilen und eine Summe aus Stearinsäurekomponentengehalt, welcher aus (A) Stearinsäure und (B) als Stearinsäure berechnetem Cobaltstearat berechnet ist, und der Menge von (C) einer Mischung aus einem Zinksalz einer aliphatischen Carbonsäure mit einem Zinksalz einer aromatischen Carbonsäure von 0,5 bis 1,5 Massenteilen, jeweils bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente der Kautschukzusammensetzung, aufweist.
2. Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen gemäß Anspruch 1, welche bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente 30 bis 70 Massenteile Ruß mit einer durch Stickstoffadsorption gemessenen spezifischen Oberfläche von 60 bis 120 m<sup>2</sup>/g und mit einem Verhältnis von (durch Stickstoffadsorption gemessener spezifischer Oberfläche)/(Dibutylphthalatabsorption) von > 0,95 enthält.
3. Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Prozessölgehalt 2,5 Massenteile oder weniger, bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente, beträgt.
4. Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, welche bezogen auf 100 Massenteile der Kautschukkomponente 0,5 bis 3 Massenteile eines Chinolin-Antioxidationsmittels mit einem Gehalt an primärem Amin von 0,7 Massen-% oder weniger enthält.
5. Kautschukzusammensetzung für eine Stahlkordgummierung, einen Breakerrandstreifen, ein Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, welche Silica enthält.
6. Luftreifen, welcher eine(n) aus der Kautschukzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 gebildete(n) Stahlkordgummierung, Breakerrandstreifen, Breakerpolster oder einen zu Korden benachbarten Streifen enthält.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

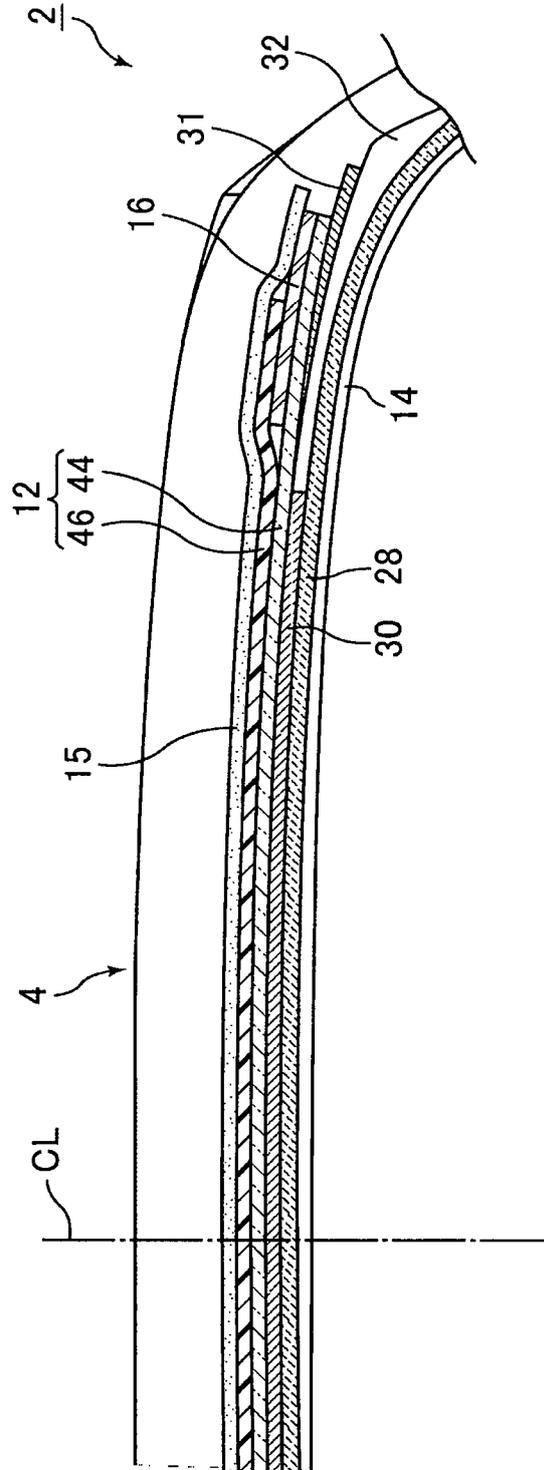


FIG. 2

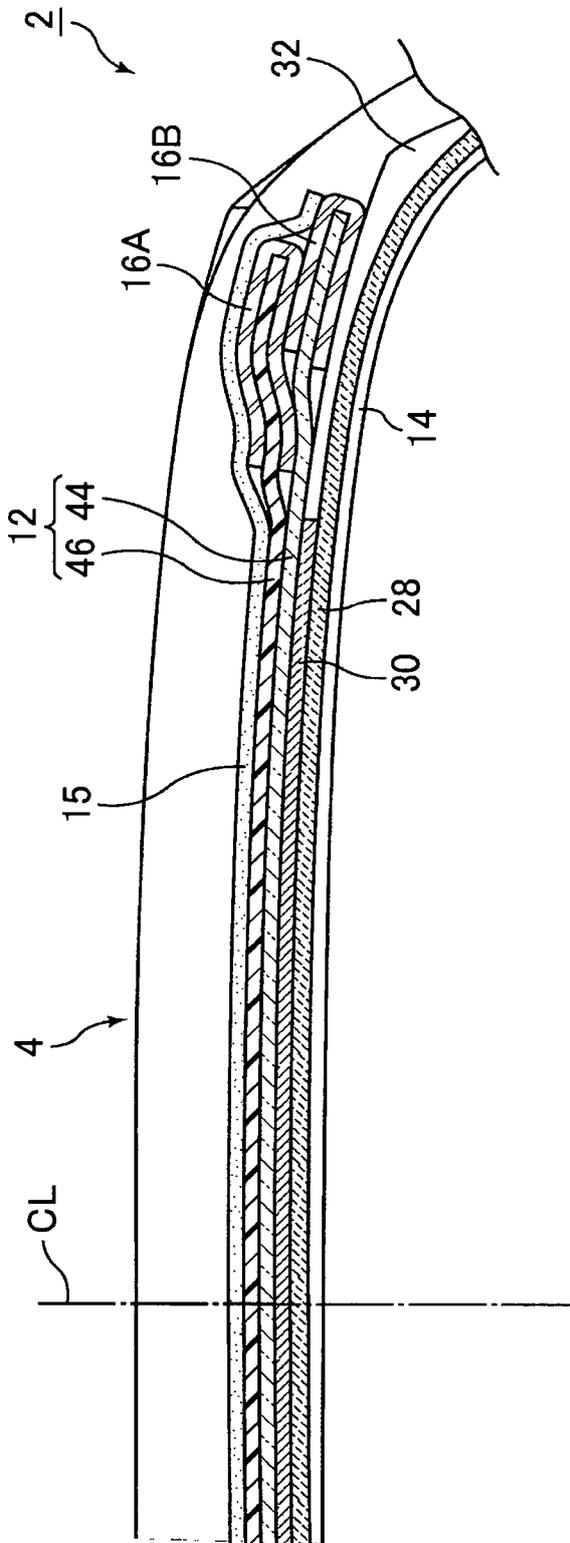


FIG. 3

