



(10) **DE 11 2013 002 477 T5** 2015.01.29

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/010350**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 002 477.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/065845**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.06.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.01.2014**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.01.2015**

(51) Int Cl.: **B60C 9/18 (2006.01)**
B60C 9/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
PCT/JP2012/068026 13.07.2012 JP
PCT/JP2012/068027 13.07.2012 JP
PCT/JP2012/068025 13.07.2012 JP

(71) Anmelder:
The Yokohama Rubber Co., Ltd., Tokyo, JP

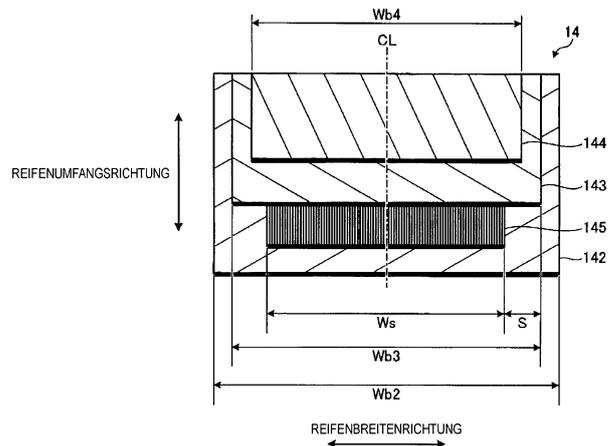
(72) Erfinder:
**Koutoku, Kouichi, c/o The Yokohama Rubber Co.,
Lt, Hiratsuka-shi, Kanagawa, JP; Iga, Kohshi,
c/o The Yokohama Rubber Co., Ltd, Hiratsuka-
shi, Kanagawa, JP; Hamanaka, Hideki, c/o The
Yokohama Rubber Co., Ltd, Hiratsuka-shi,
Kanagawa, JP**

(74) Vertreter:
**Dilg Haeusler Schindelmann
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80636 München,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Luftreifen**

(57) Zusammenfassung: Ein Luftreifen 1 weist einen inneren Kreuzgürtel 142 und einen äußeren Kreuzgürtel 143 auf, die Gürtelwinkel von zueinander unterschiedlichen Vorzeichen mit der Reifenumfangsrichtung mit Absolutwerten von 46° bis 80° inklusive bilden; eine Umfangsverstärkungsschicht 145, die zwischen dem inneren Kreuzgürtel 142 und dem äußeren Kreuzgürtel 143 angeordnet ist und einen Gürtelwinkel von $\pm 5^\circ$ mit der Reifenumfangsrichtung bildet; und ein ergänzender Gürtel, der außerhalb des äußeren Kreuzgürtels in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist und einen Gürtelwinkel mit der Reifenumfangsrichtung mit einem Absolutwert zwischen 10° und 45° inklusive bildet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Luftreifen und insbesondere einen Luftreifen, bei dem die Lenkstabilität des Reifens verbessert werden kann.

Hintergrund

[0002] Eine Umfangsverstärkungsschicht kann in der Gürtelschicht eines Niederquerschnittsschwerlastreifens angeordnet sein, der an einem Lastwagen oder Bus montiert ist, um dadurch die in der Breitenrichtung des Reifens angewandte Kontaktdruckverteilung auszugleichen. Diese in den Patentdokumenten 1 bis 6 offenbarte Technologie ist als Luftreifen nach dem Stand der Technik, die auf dieser Weise konfiguriert sind, bekannt.

Dokumente des Stands der Technik

Patentdokument(e)

[0003]

Patentdokument 1: Japanische Patent Nr. 4642760

Patentdokument 2: Japanische Patent Nr. 4663638

Patentdokument 3: Japanische Patent Nr. 4663639

Patentdokument 4: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 2009-1092 A

Patentdokument 5: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 2006-111217 A

Patentdokument 6: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 2006-183211 A

Zusammenfassung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0004] Jedoch besteht ein Problem darin, dass die Lenkstabilität der Luftreifen verbessert werden muss.

[0005] Die vorliegende Erfindung, die im Hinblick auf das Vorangehende entwickelt wurde, stellt einen Luftreifen bereit, der fähig ist, die Lenkstabilität des Reifens unter Verwendung der Umfangsverstärkungsschicht zu verbessern.

Mittel zum Lösen des Problems

[0006] Um die oben genannten Probleme zu adressieren, weist ein Luftreifen eine Karkassenschicht; eine Gürtelschicht, die außerhalb der Karkassenschicht in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist; mindestens drei Hauptumfangsrillen, die mit ei-

nem Laufflächenkautschuk ausgestattet sind, der außerhalb der Gürtelschicht in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist und sich entlang der Umfangsrichtung des Reifens erstreckt; und eine Vielzahl von Stegabschnitten, die durch die Hauptumfangsrillen definiert sind, wobei die Gürtelschicht einen inneren Kreuzgürtel und einen äußeren Kreuzgürtel aufweist, die Gürtelwinkel für zueinander unterschiedliche Vorzeichen mit der Reifenumfangsrichtung mit einem Absolutwert von 46° bis 80° inklusive bilden, eine Umfangsverstärkungsschicht, die zwischen dem inneren Kreuzgürtel und dem äußeren Kreuzgürtel angeordnet ist und einen Gürtelwinkel von $\pm 5^\circ$ mit der Reifenumfangsrichtung bildet; und einen ergänzenden Gürtel, der außerhalb von Kreuzgürteln in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist und einen Gürtelwinkel mit der Reifenumfangsrichtung mit einem Absolutwert von 10° bis 45° inklusive bildet auf.

Wirkung der Erfindung

[0007] Im Luftreifen gemäß der vorliegenden Erfindung fungiert das Paar Kreuzgürtel als Gürtel mit hohem Winkel, was die Steifigkeit des Reifens in der Breitenrichtung aufrechterhält. Die Umfangsverstärkungsschicht und der ergänzende Gürtel fungieren als Gürtel mit niedrigem Winkel, was die Steifigkeit des Reifens in der Umfangsrichtung aufrechterhält. Hiermit werden die Steifigkeit des Reifens in der Umfangsrichtung und die Steifigkeit des Reifens in der Breitenrichtung entsprechend ausgeglichen, was den Vorteil bereitstellt, dass die Lenkstabilität des Reifens erhöht wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0008] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung, die einen Luftreifen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0009] Fig. 2 ist eine Erläuterungsansicht, die eine Gürtelschicht des in Fig. 1 abgebildeten Luftreifens darstellt.

[0010] Fig. 3 ist eine Erläuterungsansicht, die eine Gürtelschicht des in Fig. 1 abgebildeten Luftreifens darstellt.

[0011] Fig. 4 ist eine Erläuterungsansicht, die ein modifiziertes Beispiel des in Fig. 1 abgebildeten Luftreifens darstellt.

[0012] Fig. 5 ist eine Erläuterungsansicht, die ein modifiziertes Beispiel des in Fig. 1 abgebildeten Luftreifens darstellt.

[0013] Fig. 6 ist eine Tabelle, die die Leistungstestergebnisse von Luftreifen gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0014] Fig. 7 ist eine Tabelle, die die Leistungstestergebnisse von Luftreifen gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0015] Fig. 8 ist eine Tabelle, die die Leistungstestergebnisse von Luftreifen gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt.

Bester Weg zum Ausführen der Erfindung

[0016] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen ausführlich beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt. Außerdem sind Bestandteile, die unter Bewahrung der Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung möglicherweise oder offensichtlich ausgetauscht werden können, in die Konstitutionen der Ausführungsformen eingeschlossen. Außerdem kann eine Vielzahl modifizierter Beispiele, die in der Ausführungsform beschrieben sind, im Rahmen eines für einen Fachmann offensichtlichen Bereichs frei kombiniert werden.

Luftreifen

[0017] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung, die einen Luftreifen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. In dieser Zeichnung ist ein Schwerlastradialreifen, der an LKWs, Bussen und dergleichen für Langstrecken-Transporte montiert wird, als Beispiel des Luftreifens **1** dargestellt. Es ist zu beachten, dass CL eine Reifenäquatorebene bezeichnet. Des Weiteren sind eine Laufflächenkante P und ein Reifenbodenkontaktrand T in Übereinstimmung miteinander in Fig. 1. Die Umfangsverstärkungsschicht **145** in Fig. 1 ist durch Schraffierung markiert.

[0018] Ein Luftreifen **1** weist ein Paar Reifenwulstkerne **11, 11**, ein Paar Wulstfüller **12, 12**, eine Karkassenschicht **13**, eine Gürtelschicht **14**, Laufflächenkautschuk **15** und ein Paar Seitenwandkautschuke **16, 16** (siehe Fig. 1) auf.

[0019] Das Paar Reifenwulstkerne **11, 11** weist ringförmige Strukturen auf und stellt Kerne des linken und rechten Reifenwulstabschnitts dar. Das Paar Wulstfüller **12, 12** ist aus einem unteren Füllstoff **121** und einem oberen Füllstoff **122** gebildet und ist an einem Umfang jedes von dem Paar von Reifenwulstkernen **11, 11** in Reifenradialrichtung so angeordnet, dass es die Reifenwulstabschnitte verstärkt.

[0020] Die Karkassenschicht **13** erstreckt sich ringförmig zwischen den links- und rechtsseitigen Rei-

fenwulstkernen **11** und **11**, eine Trägerstruktur für den Reifen bildend. Außerdem sind beide Enden der Karkassenschicht **13** so von einer Innenseite zu einer Außenseite in Reifenbreitenrichtung gefaltet und fixiert, dass sie um die Reifenwulstkerne **11** und die Reifenwulstfüller **12** gewickelt sind. Außerdem besteht die Karkassenschicht **13** aus einer Mehrzahl von Karkassenkordfäden aus Stahl oder organischen Fasern (z. B. Nylon, Polyester, Rayon oder dergleichen), die mit einem Beschichtungskautschuk bedeckt werden und einem Walzverfahren unterzogen werden, und weist einen Karkassenwinkel (Neigungswinkel des Karkassenkordfadens in Faserrichtung in Bezug auf die Reifenumfangsrichtung), als absoluten Wert, von nicht weniger als 85° und nicht mehr als 95° auf.

[0021] Die Gürtelschicht **14** ist durch Laminieren einer Vielzahl von Gürtellagen **142, 143, 144** und **145** gebildet und angeordnet, sodass sie sich über einen Umfang der Karkassenschicht **13** erstreckt. Eine detaillierte Konfiguration der Gürtelschicht **14** ist nachstehend beschrieben.

[0022] Der Laufflächenkautschuk **15** ist an einem Außenumfang in Reifenradialrichtung der Karkassenschicht **13** und der Gürtelschicht **14** angeordnet und bildet einen Laufflächenabschnitt des Reifens. Das Paar Seitenwandkautschuke **16, 16** ist an jeder Außenseite der Karkassenschicht **13** in der Reifenbreitenrichtung so angeordnet, dass es linke und rechte Seitenwandabschnitte des Reifens bildet.

[0023] Bei der in Fig. 1 dargestellten Konfiguration weist der Luftreifen **1** sieben Hauptumfangsrillen **2** auf, die in Reifenumfangsrichtung verlaufen, und acht Stegabschnitte **3**, die von den Hauptumfangsrillen **2** eingeteilt und ausgebildet werden. Die Stegabschnitte **3** sind eine Reihe von Rippen entlang der Reifenumfangsrichtung oder eine Blockreihe, die durch eine Vielzahl von Profilrillen (nicht dargestellt) in der Reifenumfangsrichtung partitioniert ist.

[0024] Hier verweisen „Hauptumfangsrillen“ auf Umfangsrillen, die eine Rillenbreite von 5,0 mm oder größer aufweisen. Die Rillenbreiten der Hauptumfangsrillen werden unter Ausschließung der Einkerbungsabschnitte und/oder der abgeschrägten Abschnitte, die am Rillenöffnungsabschnitt gebildet sind, gemessen.

[0025] Die linken und rechten Hauptumfangsrillen **2, 2**, die sich an der äußersten Seite in der Reifenbreitenrichtung des Luftreifens **1** befinden, werden als die äußersten Hauptumfangsrillen bezeichnet. Die linken und rechten Stegabschnitte **3, 3** an der Außenseite in der Reifenbreitenrichtung, die die linken und rechten äußersten Hauptumfangsrillen **2, 2** definieren, werden Schulterstegabschnitt genannt.

Gürtelschicht

[0026] Fig. 2 und Fig. 3 sind Erläuterungsansichten, die eine Gürtelschicht des in Fig. 1 abgebildeten Luftreifens darstellen. Unter diesen Zeichnungen stellt Fig. 2 einen Bereich auf einer Seite eines Laufflächenabschnitts dar, der durch die Reifenäquatorebene CL abgegrenzt ist und Fig. 3 zeigt eine Schichtstruktur der Gürtelschicht 14. In Fig. 3 sind die dünnen Linien der Mitte der Gürtellagen 142 bis 145 schematische Darstellungen der Gürtelkorde für die Gürtellagen 142 bis 145.

[0027] Das Paar Kreuzgürtel 142, 143, der ergänzende Gürtel (Gürtel mit niedrigem Winkel) 144 und die Umfangsverstärkungsschicht 145 sind geschichtet, um die Gürtelschicht zu bilden. Die Gürtelschicht 14 ist am Außenumfang angeordnet, der die Karkassenschicht umgibt (siehe Fig. 2).

[0028] Das Paar Kreuzgürtel 142, 143 ist durch Walzen einer Vielzahl von Gürtelkorden aus Stahl oder organischen gewebten Fasern, die mit Beschichtungskautschuk beschichtet sind, konfiguriert. Das Paar Kreuzgürtel 142, 143 hat vorzugsweise einen Gürtelwinkel mit einem Absolutwert von 46° bis 80° inklusive (der Neigungswinkel des Gürtelkordes in der Faserrichtung in Bezug auf die Reifenumfangsrichtung) und ist mehr bevorzugt von 51° bis 70° inklusive. Zusätzlich weist das Paar Kreuzgürtel 142, 143 Gürtelwinkel auf, die ein jeweils entgegengesetztes Vorzeichen aufweisen und geschichtet sind, sodass die Faserrichtungen der Gürtelkorde einander überschneiden (eine Kreuzlagenstruktur). In der folgenden Beschreibung wird der Kreuzgürtel 142, der an der Innenseite in der Reifenradialrichtung positioniert ist, als „innerer Kreuzgürtel“ bezeichnet und der Kreuzgürtel 143, der an der äußeren Seite in der Reifenradialrichtung positioniert ist, als „äußerer Kreuzgürtel“ bezeichnet. Es können drei oder mehr Kreuzgürtel geschichtet angeordnet werden (nicht dargestellt).

[0029] Der ergänzende Gürtel 144 kann auch durch Beschichten einer Vielzahl von Gürtelkorden aus Stahl oder organischen gewebten Fasern, die mit Beschichtungskautschuk beschichtet sind, und Walzen des beschichteten Stahls oder der Fasern konfiguriert sein. Der ergänzende Gürtel 144 weist vorzugsweise einen Gürtelwinkel mit einem Absolutwert von 10° bis 45° inklusive auf und kann mehr bevorzugt einen Gürtelwinkel mit einem Absolutwert von 15° bis 30° inklusive aufweisen. Der ergänzende Gürtel 144 kann an der äußersten Seite des Paares Kreuzgürtel 142, 143 in der Radialrichtung des Reifens geschichtet sein. In der Konfiguration, die in Fig. 1 veranschaulicht ist, ist der ergänzende Gürtel 144 am äußersten Abschnitt in der Radialrichtung des Reifens geschichtet und fungiert auch als eine Gürtelabdeckung für den radial äußersten Kreuzgürtel 143.

[0030] Die Umfangsverstärkungsschicht 145 ist durch Stahlgürtelkorde, die mit Beschichtungskautschuk beschichtet sind und spiralförmig mit einer Neigung innerhalb eines Bereichs von $\pm 5^\circ$ in Bezug auf die Reifenumfangsrichtung gewickelt sind, konfiguriert. Insbesondere wird die Umfangsverstärkungsschicht 145 durch spiralförmiges Wickeln eines Drahts oder einer Mehrzahl von Drähten um den Umfang des inneren Kreuzgürtels 142 gebildet. Außerdem ist die Umfangsverstärkungsschicht 145 so angeordnet, dass sie zwischen dem Paar Kreuzgürtel 142, 143 angeordnet ist. Darüber hinaus ist die Umfangsverstärkungsschicht 145 nach innen in der Reifenbreitenrichtung von linken und rechten Rändern des Paares Kreuzgürtel 142, 143 angeordnet. Die Umfangsverstärkungsschicht 145 verstärkt die Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung.

[0031] Im Luftreifen 1 kann die Gürtelschicht 14 eine Randabdeckung (nicht dargestellt) aufweisen. Im Allgemeinen ist die Randabdeckung durch eine Vielzahl von Gürtelkorden konfiguriert, die aus Stahl oder organischen Fasern gebildet sind, die mit Beschichtungskautschuk abgedeckt und einem Walzverfahren unterzogen sind, die einen Gürtelwinkel als ein Absolutwert aufweisen, der nicht kleiner als 0° und nicht größer als 5° ist. Außerdem sind Randabdeckungen auf der Außenseite in Reifenradialrichtung des linken und rechten Rands des äußeren Kreuzgürtels 143 (oder des inneren Kreuzgürtels 142) angeordnet. Die Randabdeckung schwächt den Unterschied in der Zunahme im Durchmesser zwischen dem Mittelbereich des Laufflächenabschnitts und dem Schulterbereich ab.

[0032] Der innere Kreuzgürtel 142 ist neben der Karkassenschicht 13 angeordnet. Daher bildet der innere Kreuzgürtel 142 die innerste Schicht der Gürtelschicht 14 in der Radialrichtung des Reifens; es gibt keine anderen Gürtellagen, die zwischen dem inneren Kreuzgürtel 142 und der Karkassenschicht 13 angeordnet sind.

[0033] Der innere Kreuzgürtel 142 und der äußere Kreuzgürtel 143 sind jeweils neben der Umfangsverstärkungsschicht 145 angeordnet, wobei die Umfangsverstärkungsschicht 145 zwischen dem inneren Kreuzgürtel 142 und dem äußeren Kreuzgürtel 143 zwischengeschaltet ist. Daher gibt es keine anderen Gürtellagen, die unter dem inneren Kreuzgürtel 142, dem äußeren Kreuzgürtel 143 und der Umfangsverstärkungsschicht 145 angeordnet sind.

Spezifische Konfiguration des ergänzenden Gürtels

[0034] Im Luftreifen 1 weisen der ergänzende Gürtel 144 und der äußere Kreuzgürtel 143, die sich nebeneinander befinden, Gürtelwinkel mit gleichem Vorzeichen auf (siehe Fig. 3). In der Konfiguration, die in Fig. 3 veranschaulicht ist, sind die Gürtelkorde im

ergänzenden Gürtel **144** beispielsweise nach unten und nach rechts in **Fig. 3** geneigt. Deshalb weisen die Gürtelkorde im ergänzenden Gürtel **144** und die Gürtelkorde im äußersten äußeren Kreuzgürtel **143** Gürtelwinkel mit gleichem Vorzeichen auf, da die Gürtelkorde in der gleichen Richtung geneigt sind.

[0035] Der ergänzende Gürtel **144** ist angeordnet, um den Bereich abzudecken, wo die äußerste Hauptumfangsrille **2** verteilt ist (siehe **Fig. 2**).

[0036] Speziell ist der ergänzende Gürtel **144** die gesamte Region der Breite der Rille für die äußerste Hauptumfangsrille **2** überspannend angeordnet. Deshalb ist unter der äußersten Hauptumfangsrille **2** verstärkt. Des Weiteren ist der ergänzende Gürtel **144** angeordnet, sodass jeder unterteilte Abschnitt des ergänzenden Gürtels **144** den Bereich abdeckt, wo die äußerste Hauptumfangsrille **2** verteilt ist, wenn der ergänzende Gürtel **144** die später beschriebene Teilungsstruktur (nicht dargestellt) aufweist.

[0037] Die Beziehung zwischen der Breite $Wb4$ des ergänzenden Gürtels **144** und der Breite $Wb3$ des äußeren Kreuzgürtels **143** erfüllt $0,75 \leq Wb4/Wb3 \leq 0,95$ (siehe **Fig. 3**). Deshalb ist der ergänzende Gürtel **144** enger als der äußere Kreuzgürtel **143**. Darüber hinaus ist das Verhältnis der Breite des ergänzenden Gürtels zur Breite des äußeren Kreuzgürtels $Wb4/Wb3$ vorzugsweise $0,80 \leq Wb4/Wb3 \leq 0,90$.

[0038] Die Beziehung zwischen der Breite $Wb4$ des ergänzenden Gürtels **144** und der Breite Ws der Umfangsverstärkungsschicht **145** erfüllt $1,02 \leq Wb4/Ws$ (siehe **Fig. 3**). Daher ist der ergänzende Gürtel **144** breiter als die Umfangsverstärkungsschicht **145**. Der ergänzende Gürtel **144** erstreckt sich vorzugsweise außerhalb der äußersten Hauptumfangsrille **2** bis zum äußersten Abschnitt in der Reifenbreitenrichtung (siehe **Fig. 2**). Zusätzlich ist die Obergrenze des Verhältnisses $Wb4/Ws$ nicht speziell begrenzt, sondern kann durch das Verhältnis $Wb4/Wb3$ und das später beschriebene Verhältnis $WS/Wb3$ begrenzt sein.

[0039] Die Breite einer Gürtellage ist der Abstand zwischen dem linken und rechten Ende jeder Gürtellage in der Reifendrehrichtung. Die Breite der Gürtellage wird gemessen, wenn der Reifen auf der vorgeschriebenen Felge montiert und auf den vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist, während keine Last vorhanden ist.

[0040] Wenn die Gürtellage eine der Breite nach gegabelte Struktur (nicht dargestellt) aufweist, ist die Breite der Gürtellage der Abstand zwischen den äußersten Abschnitten der linken und rechten unterteilten Abschnitte in der Reifenbreitenrichtung.

[0041] Beim typischen Luftreifen sind wie in **Fig. 1** dargestellt die Gürtellagen so strukturiert, dass sie

über die Mitte der Reifenäquatorebene CL symmetrisch sind. Deshalb beträgt der Abstand von der Reifenäquatorebene CL zum Endabschnitt nach außen in der Reifenbreitenrichtung die Hälfte der Breite der Gürtellage.

[0042] „Vorgeschriebene Felge“ verweist hier auf eine „applicable rim“ (Anwendungsfelge) laut Definition der Japan Automobile Tyre Manufacturers Association (JATMA), eine „design rim“ (Designfelge) laut Definition der Tire and Rim Association (TRA) oder eine „measuring rim“ (Messfelge) laut Definition der European Tyre and Rim Technical Organisation (ETRTO). „Vorgeschriebener Innendruck“ verweist auf „maximum air pressure“ (maximalen Luftdruck) laut Definition der JATMA, einen Höchstwert in „tire load limits at various cold inflation pressures“ (Reifenlastgrenzen bei verschiedenen Kaltluftdrücken) laut Definition der TRA oder „inflation pressures“ (Reifendrücke), das von der ETRTO angegeben ist. Es ist zu beachten, dass „vorgeschriebene Last“ auf „maximum load capacity“ (maximale Lastkapazität) laut Definition von JATMA, einen Höchstwert in „tire load limits at various cold inflation pressures“ (Reifenlastgrenzen bei verschiedenen Kaltluftdrücken) laut Definition von TRA oder „Lastkapazität“ laut Definition von ETRTO verweist. Jedoch ist bei JATMA im Falle von PKW-Reifen der vorgeschriebene Innendruck ein Luftdruck von 180 kPa und die vorgeschriebene Last beträgt 88% der maximalen Lastkapazität.

[0043] Die Gürtelkorde im ergänzenden Gürtel **144** sind Stahldrähte, die eine Endzählung von 15 (Stränge pro 50 mm) bis 25 (Stränge pro 50 mm) inklusive aufweisen.

Verbessern der Lenkstabilität

[0044] Die Schwerlastreifen, die in den letzten Jahren auf Lastwagen und Bussen montiert wurden, haben einerseits einen niederen Querschnitt und sind mit einer Umfangsverstärkungsschicht in der Gürtelschicht ausgestattet, um die Form des Laufflächenabschnitts aufrechtzuerhalten. Speziell ist die Umfangsverstärkungsschicht im Mittelbereich des Laufflächenabschnitts angeordnet und weist einen Hoop-Effekt auf, der die Zunahme im Durchmesser steuert und die Form des Laufflächenabschnitts aufrechterhält.

[0045] Vorausgesetzt, dass die Umfangsverstärkungsschicht die Steifigkeit der Gürtelschicht in der Reifenumfangsrichtung vergrößert, wird die Steifigkeit in der Reifenbreitenrichtung relativ niedrig. Somit ist die Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung und in der Reifenbreitenrichtung nicht einheitlich, was die Lenkstabilität des Reifens nachteilig verringert. Diese Art von Fehler wird auffallend offensichtlich, wenn insbesondere der Luftreifen über einen langen Zeit-

raum unter hohem Druck und unter einer Schwerlast verwendet wird.

[0046] Bezüglich dieses Punktes fungiert wie oben veranschaulicht das Paar Kreuzgürtel **142**, **143** als Gürtel mit hohem Winkel im Luftreifen **1**, um die Steifigkeit in der Reifenbreitenrichtung sicherzustellen. Die Umfangsverstärkungsschicht **145** und der ergänzende Gürtel **144** fungieren als Gürtel mit niedrigem Winkel, um die Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung sicherzustellen. Die Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung und der Reifenbreitenrichtung wird dadurch ausgeglichen, was die Lenkstabilität des Reifens verbessert.

Der gerundete Schulterabschnitt

[0047] Fig. 4 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des Luftreifens, der in Fig. 1 abgebildet ist. In Fig. 4 weist der abgebildete Luftreifen einen gerundeten Schulterabschnitt auf.

[0048] In der Konfiguration, die in Fig. 1 dargestellt ist, und wie veranschaulicht in Fig. 2, koinzidieren der Reifenbodenkontaktrand T und der Laufflächenrand P, wenn der Schulterabschnitt quadratisch ist. D. h., bei einer quadratischen Schulterkonfiguration entspricht ein Punkt am Randabschnitt des Quadrats dem Laufflächenrand P

[0049] Jedoch kann die Schulter wie veranschaulicht in Fig. 4 abgerundet sein, ohne auf diese Konfiguration begrenzt zu sein. Wenn die Schulter wie oben angegeben abgerundet ist, wird ein Kreuzungspunkt P' vom Laufflächenabschnittprofil und dem Seitenwandabschnittprofil in einer Querschnittansicht entlang der Reifenmeridianrichtung genommen; der Fuß einer vertikalen Linie, die von diesem Kreuzungspunkt P' zum Schulterabschnitt gezeichnet ist, wird als das Laufflächenende P angesehen. Deshalb befinden sich der Reifenbodenkontaktrand T und der Laufflächenrand P gewöhnlich an zueinander verschiedenen Positionen.

Zusätzliche Daten

[0050] In Fig. 1 erfüllt die Beziehung zwischen der Laufflächenbreite TW und der Reifengesamtbreite SW $0,83 \leq TW/SW \leq 0,95$. Das Verhältnis TW/SW erfüllt vorzugsweise $0,83 \leq TW/SW \leq 0,95$.

[0051] Die Reifengesamtbreite SW bezieht sich auf einen linearen Abstand (inklusive aller Abschnitte wie Buchstaben und Muster auf der Reifenoberfläche) zwischen den Seitenwänden, wenn der Reifen auf eine Standardfelge montiert und mit einem vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0052] Die Laufflächenbreite TW ist der Abstand, der zwischen den linken und rechten Laufflächenrändern P, P entlang der Reifendrehrichtung gemessen wird, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0053] Die Beziehung zwischen der Laufflächenbreite TW und der Querschnittsbreite Wca der Karkassenschicht **13** erfüllt $0,82 \leq TW/Wca \leq 0,92$.

[0054] Die Querschnittsbreite Wca der Karkassenschicht **13** bezieht sich auf einen linearen Abstand zwischen der linken und der rechten Position der maximalen Breite der Karkassenschicht **13**, wenn der Reifen auf eine Standardfelge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0055] In Fig. 1 erfüllt die Beziehung zwischen dem Durchmesser Ya an der höchsten Position auf der Karkassenschicht **13** und dem Durchmesser Yc an der breitesten Position der Karkassenschicht **13** $0,80 \leq Yc/Ya \leq 0,90$. Zusätzlich erfüllt die Beziehung zwischen dem Durchmesser Ya an der höchsten Position auf der Karkassenschicht **13** und dem Durchmesser Yd der Karkassenschicht **13** an der Endposition der Umfangsverstärkungsschicht **145** $0,95 \leq Yd/Ya \leq 1,02$. Diese Beziehungen weisen eine geeignete Querschnittsform für die Karkassenschicht **13** zu und gleichen die Verteilung des Bodenkontaktdrucks am Reifen aus.

[0056] Der Durchmesser Ya an der höchsten Position auf der Karkassenschicht **13** ist der Abstand, der von der Reifendrehachse zur Schnittfläche der Reifenäquatorebene CL und der Karkassenschicht **13** gemessen wird, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0057] Der Durchmesser Yc an der breitesten Position der Karkassenschicht **13** ist der Abstand, der von der Reifendrehachse zur breitesten Position der Karkassenschicht **13** gemessen wird, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0058] Ein Punkt Q3 (nicht dargestellt) ist eine Schnittfläche zwischen einer vertikalen Linie, die entlang der Radialrichtung des Reifens vom Endabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** gezeichnet ist, und der Karkassenschicht **13**. Der Durchmesser Yd der Karkassenschicht **13** an der Endposition der Umfangsverstärkungsschicht **145** ist der Abstand, der von der Reifendrehachse zum Punkt Q3 gemessen wird, wenn der Reifen auf einer vor-

geschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0059] In **Fig. 2** erfüllt die Beziehung zwischen dem Außendurchmesser H_{cc} des Laufflächenprofils in der Reifenäquatorebene CL und dem Außendurchmesser H_{sh} des Laufflächenprofils am Reifenbodenkontaktrand T $0,010 \leq (H_{cc} - H_{sh})/H_{cc} \leq 0,015$ (siehe **Fig. 2**). Als Folge wird das Ausmaß der Schulterrundung ΔH ($= H_{cc} - H_{sh}$) in dem Schulterbereich geeignet eingestellt.

[0060] Die Außendurchmesser H_{cc} , H_{sh} des Laufflächenprofils sind die Durchmesser, die für das Laufflächenprofil über die Reifendrehachse gemessen werden, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0061] Es ist zu beachten, dass sich der „Bodenkontaktrand T des Reifens“ auf die Position der maximalen Breite in Reifenaxialrichtung einer Kontaktfläche zwischen dem Reifen und einer flachen Platte in einer Konfiguration bezieht, in der der Reifen auf eine vorgeschriebene Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist, senkrecht zu der flachen Platte in einem statischen Zustand angeordnet und mit einer Last, die einer vorgeschriebenen Last entspricht, belastet ist.

[0062] In **Fig. 1** erfüllt die Beziehung zwischen der tatsächlichen Reifenbodenkontaktbreite W_g (nicht dargestellt) und der Reifengesamtbreite SW $0,60 \leq W_g/SW \leq 0,80$. Als Folge wird das Verhältnis W_g/SW der tatsächlichen Bodenkontaktbreite des Reifens W_g zu der Reifengesamtbreite SW geeignet festgelegt.

[0063] Die tatsächliche Reifenbodenkontaktbreite W_g wird als der Unterschied zwischen der Bodenkontaktbreite des gesamten Reifens und der Summe der Rillenbreiten von allen Hauptumfangsrillen **2** berechnet.

[0064] Die Bodenkontaktbreite ist eine Gesamtsumme der Abstände, die entlang der Laufflächenoberfläche der Stegabschnitte gemessen werden, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0065] Die Beziehung zwischen der Bodenkontaktbreite W_{sh} des Schulterstegabschnitts **3** und der Laufflächenbreite TW erfüllt $0,10 \leq W_{sh}/TW \leq 0,20$ (siehe **Fig. 1** und **Fig. 2**). Somit weist die Beziehung $0,10 \leq W_{sh}/TW \leq 0,20$ eine geeignete Bodenkontaktbreite W_{sh} des Schulterstegabschnitts **3** zu.

[0066] Die Beziehung zwischen der Bodenkontaktbreite W_{cc} des Stegabschnitts **3**, der sich am nächsten an der Reifenäquatorebene CL befindet, und der Bodenkontaktbreite W_{sh} des äußersten Stegabschnitts **3** in der Reifenbreitenrichtung erfüllt $0,80 \leq W_{sh}/W_{cc} \leq 1,30$ (siehe **Fig. 2**). Zusätzlich erfüllt das Verhältnis der Bodenkontaktbreiten W_{sh}/W_{cc} vorzugsweise den Bereich $0,90 \leq W_{sh}/W_{cc} \leq 1,20$.

[0067] Der Stegabschnitt **3**, der sich am nächsten an der Reifenäquatorebene CL befindet, verweist auf diesen Stegabschnitt **3**, wenn es einen Stegabschnitt **3** in der Reifenäquatorebene CL gibt. Wenn es eine Hauptumfangsrille **2** auf der Reifenäquatorebene CL gibt, verweist der Stegabschnitt **3**, der sich am nächsten an der Reifenäquatorebene CL befindet, auf den Stegabschnitt **3** auf der gleichen Seite wie der Schulterstegabschnitt **3**, der zum Vergleich der linken und rechten Stegabschnitte **3**, **3** verwendet wird, die durch die Hauptumfangsrille **2** definiert sind. Zum Beispiel in einer Konfiguration, die ein bilateral asymmetrisches Laufflächenmuster (nicht dargestellt) aufweist, wenn sich die Hauptumfangsrille **2** auf der Reifenäquatorebene CL befindet, wird das Verhältnis W_{sh}/W_{cc} zwischen der Bodenkontaktbreite W_{cc} des Stegabschnitts **3**, der sich am nächsten an der Reifenäquatorebene CL befindet, und der Bodenkontaktbreite W_{sh} des Schulterstegabschnitts **3** an einem der Seitenbereiche, der die Reifenäquatorebene CL begrenzt, gemessen.

[0068] In **Fig. 3** erfüllt die Beziehung zwischen der Breite W_{b3} des engeren vom inneren Kreuzgürtel **142** und dem äußeren Kreuzgürtel **143** und die Breite W_s der Umfangsverstärkungsschicht **145** vorzugsweise $0,70 \leq W_s/W_{b3} \leq 0,90$. In **Fig. 1** ist der äußere Kreuzgürtel **143** das engere t . Die Beziehung $0,70 \leq W_s/W_{b3} \leq 0,90$ weist dadurch eine geeignete Breite W_s für die Umfangsverstärkungsschicht **145** zu.

[0069] Die Breiten W_{b2} , W_{b3} der Kreuzgürtel **142**, **143** sind der Abstand, der zwischen den linken und rechten Endabschnitten der Kreuzgürtel **142**, **143** in der Reifendrehrichtung gemessen wird, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und sich in einem Zustand ohne Last befindet.

[0070] In **Fig. 1** und **Fig. 3** erfüllt die Beziehung zwischen der Breite W_{b2} des breiteren vom inneren Kreuzgürtel **142** und dem äußeren Kreuzgürtel **143** und der Querschnittsbreite W_{ca} der Karkassenschicht **13** $0,73 \leq W_{b2}/W_{ca} \leq 0,89$. In **Fig. 1** ist der innere Kreuzgürtel **142** der breitere Kreuzgürtel. Zusätzlich liegt das Verhältnis der Breiten W_{b2}/W_{ca} vorzugsweise im Bereich von $0,78 \leq W_{b2}/W_{ca} \leq 0,83$.

[0071] Des Weiteren weisen eine Breite W_s der Umfangsverstärkungsschicht **145** und eine Querschnitts-

breite W_{ca} der Karkassenschicht **13** eine Beziehung von $0,60 \leq W_s/W_{ca} \leq 0,70$ auf.

[0072] In **Fig. 1** erfüllt die Beziehung zwischen der Laufflächenbreite TW und der Breite W_s der Umfangsverstärkungsschicht **145** im Luftreifen **1** vorzugsweise $0,70 \leq W_s/TW \leq 0,90$.

[0073] Zusätzlich ist wie veranschaulicht in **Fig. 3** die Umfangsverstärkungsschicht **145** weiter im Inneren in der Reifenbreitenrichtung vom linken und rechten Randabschnitt des engeren vom Paar Kreuzgürtel (der innere Kreuzgürtel **142** und der äußere Kreuzgürtel **143**) angeordnet. In **Fig. 1** ist dieser engere Kreuzgürtel der äußere Kreuzgürtel **143**. Es ist auch bevorzugt, dass die Breite W_{b3} des engeren Kreuzgürtels **143** und der Abstand S vom Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** zum Randabschnitt des engeren Kreuzgürtels **143** im Bereich von $0,03 \leq S/W_{b3} \leq 0,12$ liegt. Ein geeigneter Abstand kann dadurch zwischen der Breite W_{b3} des Kreuzgürtels **143** und einem Endabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** zugewiesen werden. Dieser Punkt ist der Gleiche, auch wenn die Umfangsverstärkungsschicht **145** eine geteilte Struktur aufweist (nicht dargestellt).

[0074] Der Abstand S der Umfangsverstärkungsschicht **145** wird als ein Abstand in der Reifenbreitenrichtung gemessen, wenn der Reifen auf einer vorgeschriebenen Felge montiert ist, auf einen vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und keine Last aufgebracht ist.

[0075] In der veranschaulichten Konfiguration in **Fig. 1**, und wie veranschaulicht in **Fig. 3**, ist die Umfangsverstärkungsschicht **145** durch Wickeln eines Strangs Stahldraht in eine Spirale konfiguriert. Jedoch ist die Konfiguration nicht darauf beschränkt und die Umfangsverstärkungsschicht **145** kann auch aus einer Mehrzahl von Drähten, die spiralförmig nebeneinander gewickelt werden (Mehrfachwickelstruktur), konfiguriert werden. In diesem Fall beträgt die Anzahl an Drähten vorzugsweise 5 oder weniger. Zusätzlich beträgt die Wicklungsbreite pro Einheit, wenn fünf Drähte in Mehrfachschichten gewickelt sind, vorzugsweise nicht mehr als 12 mm. Als Folge kann eine Vielzahl von Drähten (nicht weniger als 2 und nicht mehr als 5 Drähte) bei einer Neigung innerhalb eines Bereichs von $\pm 5^\circ$ in Bezug auf die Reifenumfangsrichtung ordnungsgemäß gewickelt werden.

[0076] Die Gürtelkorde des Paares Kreuzgürtel **142**, **143** sind Stahldrähte; das Paar Kreuzgürtel **142**, **143** weist vorzugsweise eine Endzählung von 18 (Stränge pro 50 mm) bis 28 (Stränge pro 50 mm) inklusive auf und kann mehr bevorzugt eine Endzählung von 20 (Stränge pro 50 mm) bis 25 (Stränge pro 50 mm) aufweisen. Außerdem sind die Gürtelkorde, die die Umfangsverstärkungsschicht **145** konstituieren,

Stahldraht und die Umfangsverstärkungsschicht **145** weist vorzugsweise nicht weniger als 17 Enden/50 mm und nicht mehr als 30 Enden/50 mm auf. Hierdurch kann den Gürtellagen **142**, **143**, **145** eine geeignete Stärke zugewiesen werden.

[0077] Des Weiteren weisen die Module E_2 , E_3 bei 100% Dehnung der Beschichtungskautschuke des Paares Kreuzgürtel **142**, **143** und das Modul E_s bei 100% Dehnung des Beschichtungskautschuks der Umfangsverstärkungsschicht **145** vorzugsweise eine Beziehung auf, sodass $0,90 \leq E_s/E_2 \leq 1,10$ und $0,90 \leq E_s/E_3 \leq 1,10$. Des Weiteren ist das Modul E_s bei 100% Dehnung des Beschichtungskautschuks der Umfangsverstärkungsschicht **145** vorzugsweise im Bereich, sodass $4,5 \text{ MPa} \leq E_s \leq 7,5 \text{ MPa}$. Als Folge werden die Module der Gürtellagen **142**, **143**, **145** geeignet festgelegt.

[0078] Das Modul bei 100% Dehnung wird in einer Zugprüfung bei einer Umgebungstemperatur gemäß JIS K6251 (bei Verwendung der Hantel Nr. 3 (dumbbell no. 3)) gemessen.

[0079] Des Weiteren sind die Bruchdehnungen λ_2 , λ_3 von den Beschichtungskautschuken des Paares Kreuzgürtel **142**, **143** beide vorzugsweise gleich oder größer als 200%. Darüber hinaus ist eine Bruchdehnung λ_s des Beschichtungskautschuks der Umfangsverstärkungsschicht **145** vorzugsweise gleich oder größer als 200%. Hierdurch kann den Gürtellagen **142**, **143**, **145** eine geeignete Beständigkeit zugewiesen werden.

[0080] Die Bruchdehnung wird durch das Ausführen eines Dehnungsversuchs an einem Prüfling der Spezifikation JIS-K7162 1B-Form (Hantelform mit einer Dicke von 3 mm) unter Verwendung einer Zugfestigkeitsprüfmaschine (INSTRON5585H, hergestellt von der Instron Corp.) gemessen, die JIS-K7161 bei einer Zuggeschwindigkeit von 2 mm/min entspricht.

[0081] Die Dehnung ist vorzugsweise nicht kleiner als 1,0% und nicht größer als 2,5%, wenn die Zugbeanspruchung der Gürtelkorde als Komponenten, welche die Umfangsverstärkungsschicht **145** konfigurieren, von 100 N bis 300 N beträgt, und vorzugsweise nicht kleiner als 0,5% und nicht größer als 2,0% ist, wenn die Zugbeanspruchung 500 N bis 1000 N beträgt als ein Reifen (wenn vom Reifen entfernt). Die Gürtelkorde (Stahldraht mit hoher Dehnung) weisen beim Anlegen einer geringen Last eine gute Dehnungsrate im Vergleich zu normalem Stahldraht auf, sodass sie gegen die Lasten, die während der Zeit von der Herstellung bis zur Verwendung des Reifens an die Umfangsverstärkungsschicht **145** angelegt werden, beständig sein können, sodass es möglich ist, eine Beschädigung der Umfangsverstärkungsschicht **145** zu unterdrücken, was wünschenswert ist.

[0082] Die Dehnung des Gürtelkords wird gemäß JIS G3510 gemessen.

[0083] Die Bruchdehnung des Laufflächenkautschuks **15** im Luftreifen **1** liegt vorzugsweise im Bereich von nicht weniger als 400% und mehr bevorzugt von nicht weniger als 450%. Diese Bruchdehnung stellt eine geeignete Stärke für den Laufflächenkautschuk **15** bereit. Die Obergrenze der Bruchdehnung des Laufflächenkautschuks **15** ist jedoch nicht speziell begrenzt, die Stärke des Laufflächenkautschuks **15** kann jedoch auf die Art der Kautschukverbindung, die dafür verwendet wird, begrenzt sein.

[0084] Die Härte des Laufflächenkautschuks **15** im Luftreifen **1** liegt vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von nicht weniger als 60. Hierdurch kann dem Laufflächenkautschuk **15** eine geeignete Härte zugewiesen werden. Während die Obergrenze der Härte des Laufflächenkautschuks **15** nicht speziell begrenzt ist, kann die Härte des Laufflächenkautschuks **15** durch die Art der Kautschukverbindung, die dafür verwendet wird, begrenzt sein.

[0085] Hierbei bezieht sich „Kautschukhärte“ auf eine JIS-A-Härte gemäß JIS-K6263.

Zweiteilige Struktur des Gürtelrandpolsters

[0086] Fig. 5 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des Luftreifens, der in Fig. 1 abgebildet ist. Fig. 7 ist eine vergrößerte Ansicht eines Endabschnitts der Gürtelschicht **14** an der äußeren Seite in der Reifenbreitenrichtung. In Fig. 7 sind die Umfangsverstärkungsschicht **145** und das Gürtelrandpolster **19** durch Schraffierungen markiert.

[0087] Bei der in Fig. 1 dargestellten Konfiguration ist die Umfangsverstärkungsschicht **145** auf einer Innenseite in Reifenbreitenrichtung vom linken und rechten Rand des schmaleren Kreuzgürtels **143** des Paares Kreuzgürtel **142, 143** angeordnet. Das Gürtelrandpolster **19** ist so angeordnet, dass es zwischen dem Paar Kreuzgürtel **142, 143** an einer Position, die dem Randabschnitt des Paares Kreuzgürtel **142, 143** entspricht, liegt. Insbesondere wird das Gürtelrandpolster **19** auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** so angeordnet, dass es an die Umfangsverstärkungsschicht **145** angrenzt, und verläuft in Reifenbreitenrichtung von dem Endabschnitt auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** zu dem Endabschnitt auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung des Paares Kreuzgürtel **142, 143**.

[0088] Bei der in Fig. 1 dargestellten Konfiguration weist das Gürtelrandpolster **19** eine Struktur auf, die insgesamt dicker ist als die Umfangsverstärkungsschicht **145**, weil die Dicke in Richtung Außenseite in Reifenbreitenrichtung zunimmt. Das Gürtelrandpolster

19 weist ein Modul E bei 100% Dehnung auf, das niedriger ist als der des Beschichtungskautschuks der Kreuzgürtel **142, 143**. Insbesondere weisen das Modul E bei 100% Dehnung des Gürtelrandpolsters **19** und ein Modul Eco des Beschichtungskautschuks eine Beziehung auf, sodass $0,60 \leq E/Eco \leq 0,95$. Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass das Auftreten von Trennung von Kautschukmaterialien zwischen dem Paar Kreuzgürtel **142, 143** und in einem Bereich auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** unterdrückt wird.

[0089] Umgekehrt weist gemäß der Konfiguration in Fig. 5 das Gürtelrandpolster **19** von Fig. 1 eine zweiteilige Struktur auf, die aus einem Spannungsabbaukautschuk **191** und einem Randabschnitt-Entlastungskautschuk **192** gebildet ist. Der Spannungsabbaukautschuk **191** wird zwischen dem paar Kreuzgürtel **142, 143** auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** so angeordnet, dass er an die Umfangsverstärkungsschicht **145** angrenzt. Der Randabschnitt-Entlastungskautschuk **192** wird zwischen dem Paar Kreuzgürtel **142, 143** auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung des Spannungsabbaukautschuks **191** an einer Position, die dem Randabschnitt des Paares Kreuzgürtel **142, 143** entspricht, so angeordnet, dass er an den Spannungsabbaukautschuk **191** angrenzt. Daher weist das Gürtelrandpolster **19**, bei Betrachtung als Querschnitt in Reifenmeridianrichtung, eine Struktur auf, die durch Anordnen des Spannungsabbaukautschuks **191** und des Randabschnitt-Entlastungskautschuks **192** nebeneinander in Reifenbreitenrichtung, um einen Bereich von dem Endabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung zu dem Endabschnitt des Paares Kreuzgürtel **142, 143**, aufzufüllen.

[0090] In der Konfiguration, die in Fig. 5 dargestellt ist, erfüllt die Beziehung zwischen dem Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** und dem Modul Es bei 100% Dehnung des Beschichtungskautschuks für die Umfangsverstärkungsschicht **145** $Ein < Es$. Speziell erfüllt die Beziehung zwischen dem Modul Ein des Spannungsabbaukautschuks **191** und dem Modul Es der Umfangsverstärkungsschicht **145** vorzugsweise $0,6 \leq Ein/Es \leq 0,9$.

[0091] Des Weiteren weisen ein Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** und das Modul Eco bei 100% Dehnung des Beschichtungskautschuks der Kreuzgürtel **142, 143** eine Beziehung von $Ein < Eco$ in der Konfiguration in Fig. 5 auf. Insbesondere weisen das Modul Ein des Spannungsabbaukautschuks **191** und das Modul Eco des Beschichtungskautschuks vorzugsweise eine Beziehung auf, sodass $0,6 \leq Ein/Eco \leq 0,9$.

[0092] Darüber hinaus erfüllt in der Konfiguration, die in **Fig. 5** dargestellt ist, die Beziehung zwischen dem Modul Eout bei 100% Dehnung des Endabschnitt-Entlastungskautschuks **192** und dem Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** vorzugsweise $E_{out} < E_{in}$. Außerdem liegt das Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** vorzugsweise innerhalb eines solchen Bereichs, sodass $4,0 \text{ MPa} \leq E_{in} \leq 5,5 \text{ MPa}$.

[0093] Da der Spannungsabbaukautschuk **191** auf der äußeren Seite der Umfangsverstärkungsschicht **145** in der Reifenbreitenrichtung in der Konfiguration von **Fig. 5** angeordnet ist, wird die Scherbeanspruchung der Umfangskautschuke zwischen dem Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** und den Kreuzgürteln **142, 143** abgeschwächt. Da der Endabschnitt-Entlastungskautschuk **192** an einer Position angeordnet wird, die den Randabschnitten der Kreuzgürtel **142, 143** entspricht, wird des Weiteren die Scherdehnung der peripheren Kautschuke an den Randabschnitten der Kreuzgürtel **142, 143** verringert. Demzufolge wird Trennung des peripheren Kautschuks der Umfangsverstärkungsschicht **145** unterdrückt.

Wirkung

[0094] Wie oben beschrieben weist der Luftreifen **1** die Karkassenschicht **13**, die Gürtelschicht **14**, die außerhalb der Karkassenschicht **13** in der Reifentialrichtung angeordnet ist, und den Laufflächenkautschuk **15**, der außerhalb der Gürtelschicht **14** in der Reifentialrichtung angeordnet ist (siehe **Fig. 1**), auf. Der Luftreifen **1** weist auch mindestens drei Hauptumfangsrillen **2** auf, die sich in der Reifenumfangsrichtung erstrecken, und eine Vielzahl von Stegabschnitten **3**, die durch die Hauptumfangsrillen **2** definiert sind. Die Gürtelschicht **14** ist mit dem inneren Kreuzgürtel **142** und dem äußeren Kreuzgürtel **143** bereitgestellt, die Gürtelwinkel mit der Reifenumfangsrichtung bilden, die einen Absolutwert von 46° bis 80° inklusive aufweisen, wobei die Gürtelwinkel jeweils das gleiche Vorzeichen aufweisen; die Umfangsverstärkungsschicht **145** bildet einen Gürtelwinkel mit der Reifenumfangsrichtung von $\pm 5^\circ$ und ist zwischen dem inneren Kreuzgürtel **142** und dem äußeren Kreuzgürtel **143** angeordnet; und der ergänzende Gürtel **144** bildet einen Gürtelwinkel mit der Reifenumfangsrichtung, der einen Absolutwert von 10° bis 45° inklusive aufweist und außerhalb des äußeren Kreuzgürtels **143** in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**).

[0095] In dieser Konfiguration fungiert das Paar Kreuzgürtel **142, 143** als Gürtel mit hohem Winkel, um die Steifigkeit in der Reifenbreitenrichtung sicherzustellen. Die Umfangsverstärkungsschicht **145** und der ergänzende Gürtel **144** fungieren als Gürtel mit

niedrigem Winkel, um die Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung sicherzustellen. Hiermit werden die Steifigkeit des Reifens in der Umfangsrichtung und die Steifigkeit des Reifens in der Breitenrichtung entsprechend ausgeglichen, was den Vorteil bereitstellt, dass die Lenkstabilität des Reifens erhöht wird.

[0096] In der oben genannten Konfiguration und insbesondere unter der Voraussetzung, dass das Paar Kreuzgürtel **142, 143** als Gürtel mit hohem Winkel fungiert, kann ein zusätzlicher Gürtel mit hohem Winkel ausgeschlossen werden. (Zum Beispiel können Gürtellagen, die zwischen der Karkassenschicht und dem inneren Kreuzgürtel angeordnet sind, die einen absoluten Winkel von 45° bis 70° inklusive bilden, ausgelassen werden). Hierdurch stellt die oben genannte Konfiguration vorteilhafterweise einen leichtgewichtigeren Reifen bereit.

[0097] Zusätzlich sind in der oben genannten Konfiguration das Paar Kreuzgürtel **142, 143**, die einen Gürtelwinkel aufweisen, der größtenteils relativ zur Reifenbreitenrichtung geneigt ist, und die Umfangsverstärkungsschicht **145** und der ergänzende Gürtel **144**, die einen Gürtelwinkel aufweisen, der größtenteils relativ zur Reifenumfangsrichtung geneigt ist, wechselweise geschichtet. Daher ist zum Beispiel verglichen mit einer Konfiguration (nicht dargestellt), bei der die Umfangsverstärkungsschicht innerhalb des Paares Kreuzgürtel in der Radialrichtung des Reifens angeordnet oder außerhalb des Paares Kreuzgürtel in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist, die Steifigkeit des Reifens gleichmäßig unter den Gürtellagen **142, 143, 144, 145** in der Radialrichtung des Reifens verteilt. Dies hat den Vorteil, die Beständigkeit des Reifens zu verbessern.

[0098] Darüber hinaus sind in der oben genannten Konfiguration verglichen mit einer Konfiguration (nicht dargestellt), bei der der ergänzende Gürtel innerhalb des Paares Kreuzgürtel in der Radialrichtung des Reifens bereitgestellt wird, die Kreuzgürtel **142, 143**, die einen hohen Gürtelwinkel aufweisen, weit entfernt von und außerhalb der Mittelachse über die sich der Reifen bei Bodenberührung bewegt (d. h., näher an der Innenseite in der Radialrichtung) angeordnet, da der ergänzende Gürtel **144** an der äußeren Seite des Paares Kreuzgürtel **142, 143** in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist. Somit stellt der ergänzende Gürtel den Vorteil bereit, die Steifigkeit in der Reifenbreitenrichtung effektiv zu verstärken.

[0099] Im Luftreifen **1** weisen der ergänzende Gürtel **144** und der äußere Kreuzgürtel **143**, die sich nebeneinander befinden, Gürtelwinkel mit gleichem Vorzeichen auf (siehe **Fig. 3**). In dieser Konfiguration stellen verglichen mit einer Konfiguration (nicht dargestellt), bei der der ergänzende Gürtel und der äußere Kreuzgürtel Gürtelwinkel von unterschiedlichen Vorzeichen aufweisen, der ergänzende Gürtel **144** und der äuße-

re Kreuzgürtel einen kleinen Hoop-Effekt bereit. Daher wird die Zunahme in der Steifigkeit in der Umfangsrichtung des Reifens abgeschwächt, während die Steifigkeit zwischen der Reifenumfangsrichtung und der Reifenbreitenrichtung entsprechend ausgeglichen wird.

[0100] Der innere Kreuzgürtel **142** ist neben der Karkassenschicht **13** im Luftreifen **1** angeordnet (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**). In dieser Konfiguration ist es zum Beispiel verglichen mit einer Konfiguration, bei der es einen Gürtel mit hohem Winkel (mit einem absoluten Winkel von 45° bis 70° inklusive) zwischen dem inneren Kreuzgürtel auf der Karkassenschicht gibt, möglich, die Anzahl an Gürtellagen um mindestens eine zu reduzieren, während die gleiche Funktion aufrechterhalten wird, und deshalb einen leichteren Reifen bereitzustellen.

[0101] Die Beziehung zwischen der Breite Wb_4 des ergänzenden Gürtels **144** und der Breite Wb_3 des äußeren Kreuzgürtels **143** im Luftreifen **1** erfüllt $0,75 \leq Wb_4/Wb_3 \leq 0,9$. Das Verhältnis der Breiten Wb_4/Wb_3 kann somit optimiert werden und einen geeigneten Ausgleich der Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung und der Steifigkeit in der Reifenbreitenrichtung bereitstellen. D. h., die Beziehung $0,75 \leq Wb_4/Wb_3$ stellt sicher, dass der ergänzende Gürtel **144** die Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung verstärkt, während die Beziehung $Wb_4/Wb_3 \leq 0,95$ den Reifen davon abhält, in der Reifenumfangsrichtung zu steif zu werden.

[0102] Die Gürtelkorde des ergänzenden Gürtels **144** im Luftreifen **1** sind Stahldrähte, die eine Endzählung von 15 (Stränge pro 50 mm) bis 25 (Stränge pro 50 mm) inklusive aufweisen. Hierdurch ermöglichen die Gürtelkorde, dass der ergänzende Gürtel **144** den Reifen mit der geeigneten Steifigkeit in der Reifenumfangsrichtung ausstattet.

[0103] Die Beziehung zwischen dem Durchmesser Y_a an der höchsten Position auf der Karkassenschicht **13** und dem Durchmesser Y_c an der breitesten Position der Karkassenschicht **13** erfüllt $0,80 \leq Y_c/Y_a \leq 0,90$ (siehe **Fig. 1**). Diese Beziehung stellt eine optimierte Querschnittsform für die Karkassenschicht **13** bereit, um die Verteilung des Bodenkontaktdrucks am Reifen auszugleichen.

[0104] Die Beziehung zwischen der Breite Wb_3 des breiteren vom inneren Kreuzgürtel **142** und dem äußeren Kreuzgürtel **143** (in **Fig. 1** der innere Kreuzgürtel **142**) und der Querschnittsbreite W_{ca} der Karkassenschicht **13** im Luftreifen **1** erfüllt $0,73 \leq Wb_2/W_{ca} \leq 0,89$ (siehe **Fig. 1** und **Fig. 3**). Hierdurch kann das Verhältnis der Breiten Wb_2/W_{ca} optimiert werden. D. h., die Beziehung $0,73 \leq Wb_2/W_{ca}$ unterdrückt eine Zunahme im Durchmesser des Reifens im Schulterbereich. Außerdem werden ermüdungsbedingte Brü-

che der Gürtelkorde an den Randabschnitten des breiteren Kreuzgürtels **142** unterdrückt, weil das Verhältnis Wb_2/W_{ca} kleiner als oder gleich $0,89$ ist.

[0105] Die Beziehung zwischen der Breite W_s der Umfangsverstärkungsschicht **145** und der Querschnittsbreite W_{ca} der Karkassenschicht **13** im Luftreifen **1** erfüllt $0,60 \leq W_s/W_{ca} \leq 0,70$ (siehe **Fig. 1**). Das Verhältnis W_s/W_{ca} kann somit optimiert werden. D. h., die Beziehung $0,60 \leq W_s/W_{ca}$ weist eine geeignete Breite W_s für die Umfangsverstärkungsschicht **145** zu und unterdrückt die Anhebung des Laufflächenabschnitts in der Nähe des Endabschnitts der Umfangsverstärkungsschicht **145** (der Bereich in einem Viertel der Laufflächenbreite TW) und weist somit eine geeignete Menge des Bodenkontaktdrucks zum Schulterstegabschnitt **3** zu. Die Beziehung $W_s/W_{ca} \leq 0,70$ schwächt den Unterschied im Durchmesser zwischen dem Mittelabschnitt und dem Endabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** ab, reduziert die Spannung an der Umfangsverstärkungsschicht **145**, die durch die wiederholte Verwerfung und Nichtverwerfung des Reifens verursacht wird, während der Reifen sich dreht, und unterdrückt ein Brechen der Gürtelkorde am Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** aufgrund von Verschleiß.

[0106] Die Beziehung zwischen der tatsächlichen Reifenbodenkontaktbreite W_g (nicht dargestellt) und der Reifengesamtbreite SW (siehe **Fig. 1**) erfüllt $0,60 \leq W_g/SW \leq 0,80$. Das Verhältnis W_g/SW kann somit optimiert werden. D. h., die Beziehung $0,60 \leq W_g/SW$ weist einen geeigneten Betrag an Bodenkontaktfächenbereich am Reifen zu. Des Weiteren unterdrückt die Beziehung $W_g/SW \leq 0,80$ die Verschlechterung des Bodenkontaktdrucks am Schulterstegabschnitt **3**, die durch eine übermäßig große Laufflächenbreite TW (tatsächliche Reifenbodenkontaktbreite W_g) verursacht wird.

[0107] Des Weiteren weisen im Luftreifen **1** der Außendurchmesser H_{cc} des Laufflächenprofils an der Reifenäquatorebene CL und der Außendurchmesser H_{sh} des Laufflächenprofils am Reifenbodenkontaktrand T eine Beziehung $0,010 \leq (H_{cc} - H_{sh})/H_{cc} \leq 0,015$ auf (siehe **Fig. 2**). Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass der Betrag an Schulterrundung ΔH ($= H_{cc} - H_{sh}$) im Schulterbereich geeignet festgelegt wird. D. h., die Beziehung von $0,010 \leq (H_{cc} - H_{sh})/H_{cc}$ unterdrückt eine Zunahme in der Bodenkontaktlänge des Schulterbereichs und stellt eine gleichmäßige Verteilung des Bodenkontaktdrucks bereit. Zusätzlich reduziert die Beziehung $(H_{cc} - H_{sh})/H_{cc} \leq 0,015$ die Schulterabnahme ΔH im Schulterbereich und stellt eine gleichmäßige Verteilung des Bodenkontaktdrucks bereit.

[0108] Die Beziehung zwischen der Bodenkontaktbreite W_{sh} im Schulterstegabschnitt **3** und der Lauf-

flächenbreite TW im Luftreifen **1** erfüllt $0,1 \leq Wsh/TW \leq 0,2$ (siehe **Fig. 1** und **Fig. 2**). Die Bodenkontaktbreite Wsh im Schulterstegabschnitt **3** wird somit optimiert. D. h., die Beziehung $0,1 \leq Wsh/TW$ sichert einen geeigneten Bodenkontaktflächenbereich für den Schulterstegabschnitt **3**. Darüber hinaus reduziert die Beziehung $Wsh/TW \leq 0,2$ den Bodenkontaktflächenbereich für den Schulterstegabschnitt **3** außerhalb der Region, wo die Gürtelschicht angeordnet ist, und stellt somit die geeignete Steifigkeit für den Schulterstegabschnitt **3** bereit.

[0109] Die Beziehung zwischen der Bodenkontaktbreite Wcc des Stegabschnitts **3**, der sich am nächsten an der Reifenäquatorebene CL befindet, und der Bodenkontaktbreite Wsh des äußersten Stegabschnitts **3** in der Reifenbreitenrichtung im Luftreifen **1** erfüllt $0,80 \leq Wsh/Wcc \leq 1,30$ (siehe **Fig. 2**). Das Verhältnis Wsh/Wcc kann somit optimiert werden. D. h., die Beziehung $0,80 \leq Wsh/Wcc$ optimiert den Bodenkontaktflächendruck des Schulterstegabschnitts **3** und optimiert die Verteilung des Bodenkontaktdrucks in der Reifenbreitenrichtung. Während das Vergrößern des Bodenkontaktflächendrucks des Schulterstegabschnitts **3** durch das Vergrößern der Bodenkontaktbreite Wsh wenig Auswirkung hat, selbst wenn $1,30 < Wsh/Wcc$.

[0110] Außerdem weisen bei dem Luftreifen **1** die Laufflächenbreite TW und eine Querschnittsbreite Wca der Karkassenschicht **13** eine Beziehung auf, sodass $0,82 \leq TW/Wca \leq 0,92$ (siehe **Fig. 1**). Bei einer solchen Konfiguration wird radiale Ausdehnung im Mittelbereich unterdrückt, weil die Gürtelschicht **14** die Umfangsverstärkungsschicht **145** aufweist. Außerdem wird ein Unterschied in radialen Ausdehnungen zwischen dem Mittelbereich und einem Schulterbereich verringert und die Bodenkontaktdruckverteilung in Reifenbreitenrichtung gleichmäßig gestaltet wird, weil das Verhältnis TW/Wca in dem vorstehend genannten Bereich liegt. Diese Beziehung verteilt den Bodenkontaktdruck gleichmäßig am Reifen. Insbesondere wird das Luftvolumen im Reifen sichergestellt und Deformation wird unterdrückt, weil TW/Wca gleich oder größer als 0,82 ist. Des Weiteren unterdrückt die Beziehung $TW/Wca \leq 0,92$ die Anhebung des Schulterabschnitts und stellt eine gleichmäßige Verteilung des Bodenkontaktdrucks bereit.

[0111] Außerdem sind bei dem Luftreifen **1** die Gürtelkorde, die die Umfangsverstärkungsschicht **145** konstituieren, Stahldraht und die Anzahl an Enden der Gürtelkorde, die die Umfangsverstärkungsschicht **145** konstituieren, bei Betrachtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** als Querschnitt, beträgt vorzugsweise nicht weniger als 17 Enden/50 mm und nicht mehr als 30 Enden/50 mm. Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass der Effekt des Unterdrückens radialer Ausdehnung im Mittelbereich aufgrund der Um-

fangungsverstärkungsschicht **145** richtig sichergestellt wird.

[0112] Bei dem Luftreifen **1** ist die Dehnung der Gürtelkorde, aus denen die Umfangsverstärkungsschicht **145** konfiguriert ist, wenn sie Bauteile sind, wenn sie einer Zuglast von 100 N bis 300 N ausgesetzt sind, vorzugsweise nicht weniger als 1,0% und nicht mehr als 2,5%. Hierdurch kann die Umfangsverstärkungsschicht **145** eine Zunahme im Durchmesser des Mittelbereichs des Laufflächenabschnitts unterdrücken.

[0113] Im Luftreifen **1** beträgt die Dehnung nicht weniger als 0,5% und nicht mehr als 2,0%, wenn die Zugbeanspruchung der Gürtelkorde als Reifenkomponenten, welche die Umfangsverstärkungsschicht **145** darstellen, von 500 N bis 1000 N beträgt. Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass der Effekt des Unterdrückens radialer Ausdehnung im Mittelbereich aufgrund der Umfangsverstärkungsschicht **145** ordnungsgemäß sichergestellt wird.

[0114] Im Luftreifen **1** ist die Umfangsverstärkungsschicht **145** an der Innenseite von den linken und den rechten Randabschnitten in der Reifenbreitenrichtung (in **Fig. 1** der äußere Kreuzgürtel **143**) des Paares des inneren Kreuzgürtels **142** und äußeren Kreuzgürtels **143** angeordnet (siehe **Fig. 3**). Der Luftreifen **1** weist den Spannungsabbaukautschuk **191**, der zwischen dem Paar Kreuzgürtel **142**, **143** und einer Position auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** und an die Umfangsverstärkungsschicht **145** angrenzend angeordnet ist, und den Randabschnitt-Entlastungskautschuk **192**, der zwischen dem Paar Kreuzgürtel **142**, **143** und an einer Position auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung des Spannungsabbaukautschuks **191**, die dem Endabschnitt eines Gürtels des Paares Kreuzgürtel **142**, **143** entspricht, angeordnet ist, auf (siehe **Fig. 5**).

[0115] Bei solch einer Konfiguration besteht ein Vorteil darin, dass Ermüdungsbruch des Umfangskautschuks am Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** aufgrund dessen, dass die Umfangsverstärkungsschicht **145** an der Innenseite in der Reifenbreitenrichtung von den linken und rechten Randabschnitten des engeren Kreuzgürtels **143** des Paares Kreuzgürtel **142**, **143** angeordnet ist, unterdrückt wird. Da der Spannungsabbaukautschuk **191** auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht **145** angeordnet ist, wird die Scherdehnung des peripheren Kautschuks zwischen dem Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** und den Kreuzgürteln **142**, **143** verringert. Da der Endabschnitt-Entlastungskautschuk **192** an einer Position angeordnet ist, die den Randabschnitten der Kreuzgürtel **142**, **143** entspricht, wird des Weiteren die Scherdehnung der peripheren Kautschuke an den Randabschnitten der Kreuzgürtel

142, 143 verringert. Demzufolge besteht ein Vorteil darin, dass eine Trennung des peripheren Kautschuks der Umfangsverstärkungsschicht **145** unterdrückt wird.

[0116] Die Beziehung zwischen dem Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** und dem Modul Eco bei 100% Dehnung des Beschichtungskautschuks für das Paar Kreuzgürtel (der innere Kreuzgürtel **142** und der äußere Kreuzgürtel **143**) im Luftreifen **1** erfüllt $\text{Ein} < \text{Eco}$ (siehe **Fig. 5**). Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass das Modul Ein des Spannungsabbaukautschuks **191** geeignet gestaltet wird und die Scherdehnung des peripheren Kautschuks zwischen dem Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** und den Kreuzgürteln **142, 143** verringert wird.

[0117] Die Beziehung zwischen dem Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** und dem Modul Eco bei 100% Dehnung des Beschichtungskautschuks für das Paar Kreuzgürtel (der innere Kreuzgürtel **142** und der äußere Kreuzgürtel **143**) im Luftreifen **1** erfüllt $0,60 \leq \text{Ein}/\text{Eco} \leq 0,90$ (siehe **Fig. 5**). Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass das Modul Ein des Spannungsabbaukautschuks **191** geeignet gestaltet wird und die Scherdehnung des peripheren Kautschuks zwischen dem Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** und den Kreuzgürteln **142, 143** verringert wird.

[0118] Zusätzlich ist im Luftreifen **1** das Modul Ein bei 100% Dehnung des Spannungsabbaukautschuks **191** in einem Bereich, sodass $4,0 \text{ MPa} \leq \text{Ein} \leq 5, 5 \text{ MPa}$ (siehe **Fig. 5**). Als Folge besteht ein Vorteil darin, dass das Modul Ein des Spannungsabbaukautschuks **191** geeignet gestaltet wird und die Scherdehnung des peripheren Kautschuks zwischen dem Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** und den Kreuzgürteln **142, 143** verringert wird.

[0119] Die Umfangsverstärkungsschicht **145** ist an der Innenseite von den linken und rechten Randabschnitten des engeren Kreuzgürtels (der äußere Kreuzgürtel **143** in **Fig. 1**) vom Paar Kreuzgürtel des inneren Kreuzgürtels **142** und des äußeren Kreuzgürtels **143** in der Reifenbreitenrichtung im Luftreifen **1** angeordnet (siehe **Fig. 1**). Die Beziehung zwischen der Breite $Wb3$ des engeren Kreuzgürtels **143** und dem Abstand S vom Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** zum Randabschnitt des engeren Kreuzgürtels **143** liegt im Bereich von $0,03 \leq S/Wb3 \leq 0,12$ (siehe **Fig. 3**). Die positionelle Beziehung $S/Wb3$ zwischen dem Randabschnitt der Kreuzgürtel **142, 143** und dem Randabschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** kann somit optimiert werden. D. h., die Beziehung von $0,03 \leq S/Wb3$ weist einen geeigneten Abstand zwischen dem Randabschnitt und dem Abschnitt der Umfangsverstärkungsschicht **145** und dem Endabschnitt der Kreuzgürtel **143** zu und

unterdrückt die Trennung des peripheren Kautschuks von den Gürtellagen **145, 143** am Endabschnitt. Zusätzlich weist die Beziehung von $S/Wb3 \leq 0,12$ eine geeignete Breite $Wb3$ für die Umfangsverstärkungsschicht **145** relativ zur Breite $Wb3$ des Kreuzgürtels **143** zu und führt den geeigneten Hoop-Effekt von der Umfangsverstärkungsschicht **145** herbei.

Anwendungsziel

[0120] Der Luftreifen **1** wird vorzugsweise auf einen Schwerlastreifen mit einem Seitenverhältnis von nicht weniger als 40% und nicht mehr als 75% angewandt, wenn er auf einer vorgeschriebenen Felge montiert, auf den vorgeschriebenen Innendruck befüllt ist und die vorgeschriebene Last aufgebracht ist. Ein Schwerlastreifen erfährt bei Gebrauch größere Lasten als ein PKW-Reifen. Somit tritt ein radialer Unterschied leicht zwischen dem Bereich, in dem die Umfangsverstärkungsschicht angeordnet ist, und den Bereichen auf der Außenseite in Reifenbreitenrichtung der Umfangsverstärkungsschicht auf. Des Weiteren tritt eine Bodenkontaktform, die eine Sanduhrform hat, leicht bei Reifen mit dem vorstehend erwähnten Aspektverhältnis auf. Daher können insbesondere bemerkenswerte Ergebnisse durch das Übernehmen der Umfangsverstärkungsschicht **145** in einen Schwerlastreifen erreicht werden.

Beispiele

[0121] Die **Fig. 6** bis **Fig. 8** sind Tabellen, welche die Leistungstestergebnisse von Luftreifen gemäß der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0122] Der Leistungstest involvierte eine Bewertung der Lenkstabilität von einer Vielzahl von Testreifen mit zueinander unterschiedlichen Parametern. Während der Bewertung wurde ein Testreifen mit einer Größe von 315/60 R22.5 auf einer Felge 22.5" x 9.00" montiert. Der Testreifen wurde auf einen Druck von 900 kPa befüllt.

[0123] Der Testreifen wurde an einer 4 x 2-Sattelzugmaschine mit Auflieger als Testfahrzeug montiert und das Testfahrzeug wurde auf einem vorgeschriebenen Testparcours mit Testreifen unter einer Last von 34,81 KN gefahren. Fünf Testfahrer testeten das Fahrgefühl, wobei konventionelle Muster (20) als Basiswert verwendet und die Bewertungsgesamtsummen addiert wurden. Bei diesen Bewertungen waren höhere Punktwerte bevorzugt. Insbesondere wurde der Testreifen als das konventionelle Muster zufriedenstellend übertreffend angesehen, wenn eine Bewertung größer oder gleich 110 war (10 Punkte über dem Basiswert von 100), und wenn die Bewertung größer oder gleich 115 war, wurde der Prüfreifen als das konventionelle Muster dramatisch übertreffend angesehen.

[0124] Die Konfiguration des Testreifens gemäß Ausführungsbeispiel 1 ist in **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben. Die primären Abmessungen des Testreifens wurden auf $TW = 275$ mm und $Wca = 320$ mm festgelegt. Die Luftreifen der Ausführungsbeispiele 2 bis 36 sind Modifikationsbeispiele des Testreifens von Ausführungsbeispiel 1.

[0125] Die Testreifen, welche die konventionellen Muster repräsentieren, waren die Konfigurationen, die in **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben sind, die weiter mit einem Gürtel mit hohem Winkel zwischen dem inneren Kreuzgürtel und der Karkassenschicht **13** ausgestattet waren, der einen Gürtelwinkel von 60° aufweist. Dementsprechend ist die Struktur der Gürtelschicht **14** im konventionellen Testreifen eine Beschichtung von fünf Schichten von Gürtellagen. Des Weiteren weist das Paar Kreuzgürtel **142**, **143** einen Gürtelwinkel zur Reifenumfangsrichtung auf (kleiner oder gleich 45°).

[0126] Wie aus den hier veranschaulichten Testergebnissen ersichtlich, zeigen die Testreifen der Ausführungsbeispiele 1 bis 36 eine verbesserte Reifenlenkstabilität.

Bezugszeichenliste

1	Luftreifen
2	Hauptumfangsrille
3	Stegabschnitt
11	Reifenwulstkern
12	Reifenwulstfüller
121	Unterer Füllstoff
122	Oberer Füllstoff
13	Karkassenschicht
14	Gürtelschicht
142	Innerer Kreuzgürtel
143	Äußerer Kreuzgürtel
144	Ergänzender Gürtel
145	Umfangsverstärkungsschicht
15	Laufflächenkautschuk
16	Seitenwandkautschuk
19	Gürtelrandpolster
191	Spannungsabbaukautschuk
192	Endabschnitt-Entlastungskautschuk

Patentansprüche

1. Luftreifen aufweisend:
eine Karkassenschicht;
eine Gürtelschicht, die außerhalb der Karkassenschicht in einer Radialrichtung des Reifens angeordnet ist;
mindestens drei Hauptumfangsrillen, die mit einem Laufflächenkautschuk ausgestattet sind, der außerhalb der Gürtelschicht in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist und sich in einer Reifenumfangsrichtung erstreckt; und

eine Vielzahl von Stegabschnitten, die durch die Hauptumfangsrillen definiert sind;
wobei die Gürtelschicht
einen inneren Kreuzgürtel und einen äußeren Kreuzgürtel aufweist, die Gürtelwinkel von zueinander unterschiedlichen Vorzeichen mit der Reifenumfangsrichtung mit Absolutwerten von 46° bis 80° inklusive bilden;
eine Umfangsverstärkungsschicht, die zwischen dem inneren Kreuzgürtel und dem äußeren Kreuzgürtel angeordnet ist und einen Gürtelwinkel von $\pm 5^\circ$ mit der Reifenumfangsrichtung bildet; und
ein ergänzender Gürtel, der außerhalb des äußeren Kreuzgürtels in der Radialrichtung des Reifens angeordnet ist und einen Gürtelwinkel mit der Reifenumfangsrichtung mit einem Absolutwert von 10° bis 45° inklusive bildet.

2. Luftreifen gemäß Anspruch 1, wobei der ergänzende Gürtel und der äußere Kreuzgürtel Gürtelwinkel mit dem gleichen Vorzeichen aufweisen.

3. Luftreifen gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der innere Kreuzgürtel neben der Karkassenschicht angeordnet ist.

4. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Beziehung zwischen der Breite $Wb4$ des ergänzenden Gürtels und der Breite $Wb3$ des äußeren Kreuzgürtels $0,75 \leq Wb4/Wb3 \leq 0,95$ erfüllt.

5. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Gürtelkorde im ergänzenden Gürtel Stahl sind und eine Endzählung von 15 (Stränge pro 50 mm) bis 25 (Stränge pro 50 mm) inklusive aufweisen.

6. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine Beziehung zwischen einem Durchmesser Ya an einer höchsten Position auf der Karkassenschicht und einem Durchmesser Yc an einer breitesten Position der Karkassenschicht $0,80 \leq Yc/Ya \leq 0,90$ erfüllt.

7. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, wobei eine Beziehung zwischen einer Breite $Wb2$ eines breiteren Kreuzgürtels vom inneren Kreuzgürtel und dem äußeren Kreuzgürtel und eine Querschnittsbreite Wca der Karkassenschicht $0,73 \leq Wb2/Wca \leq 0,89$ erfüllt.

8. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Beziehung zwischen einer Breite Ws der Umfangsverstärkungsschicht und der Querschnittsbreite Wca der Karkassenschicht $0,60 \leq Ws/Wca \leq 0,70$ erfüllt.

9. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine Beziehung zwischen einer tatsäch-

lichen Bodenkontaktbreite des Reifens W_g und einer Reifengesamtbreite SW $0,60 \leq W_g/SW \leq 0,80$ erfüllt.

10. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9, wobei eine Beziehung zwischen einem Außendurchmesser H_{cc} eines Laufflächenprofils an einer Reifenäquatorebene und einem Außendurchmesser H_{sh} des Laufflächenprofils an einem Reifenbodenkontaktrand $0,010 \leq (H_{cc} - H_{sh})/H_{cc} \leq 0,015$ erfüllt.

11. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, wobei eine Beziehung zwischen einer Bodenkontaktbreite W_{sh} des Schulterstegabschnitts und einer Laufflächenbreite TW $0,10 \leq W_{sh}/TW \leq 0,20$ erfüllt.

12. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine Beziehung zwischen einer Bodenkontaktbreite W_{cc} des Stegabschnitts, der sich am nächsten an der Reifenäquatorebene CL befindet und der Bodenkontaktbreite W_{sh} des äußersten Stegabschnitts in der Reifenbreitenrichtung $0,80 \leq W_{sh}/W_{cc} \leq 1,30$ erfüllt.

13. Luftreifen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12, wobei eine Beziehung zwischen der Laufflächenbreite TW und der Querschnittsbreite W_{ca} der Karkassenschicht $0,82 \leq TW/W_{ca} \leq 0,92$ erfüllt.

Es folgen 23 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

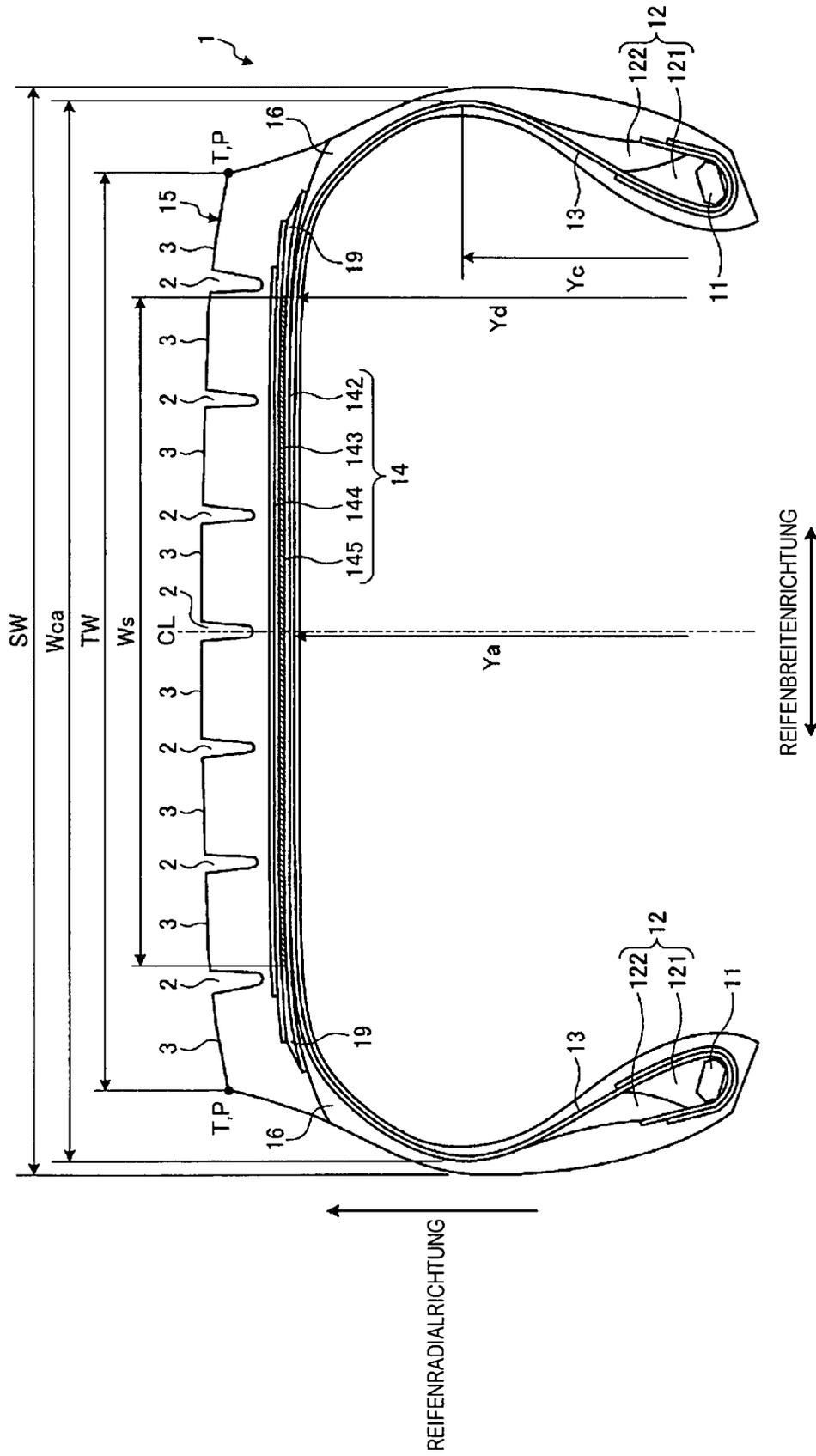


FIG. 1

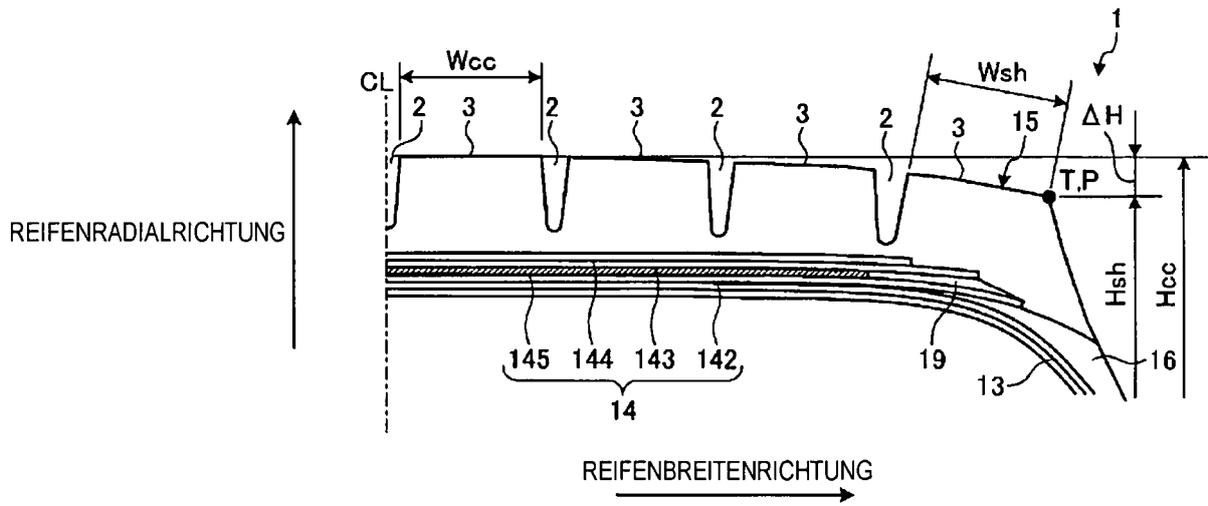


FIG. 2

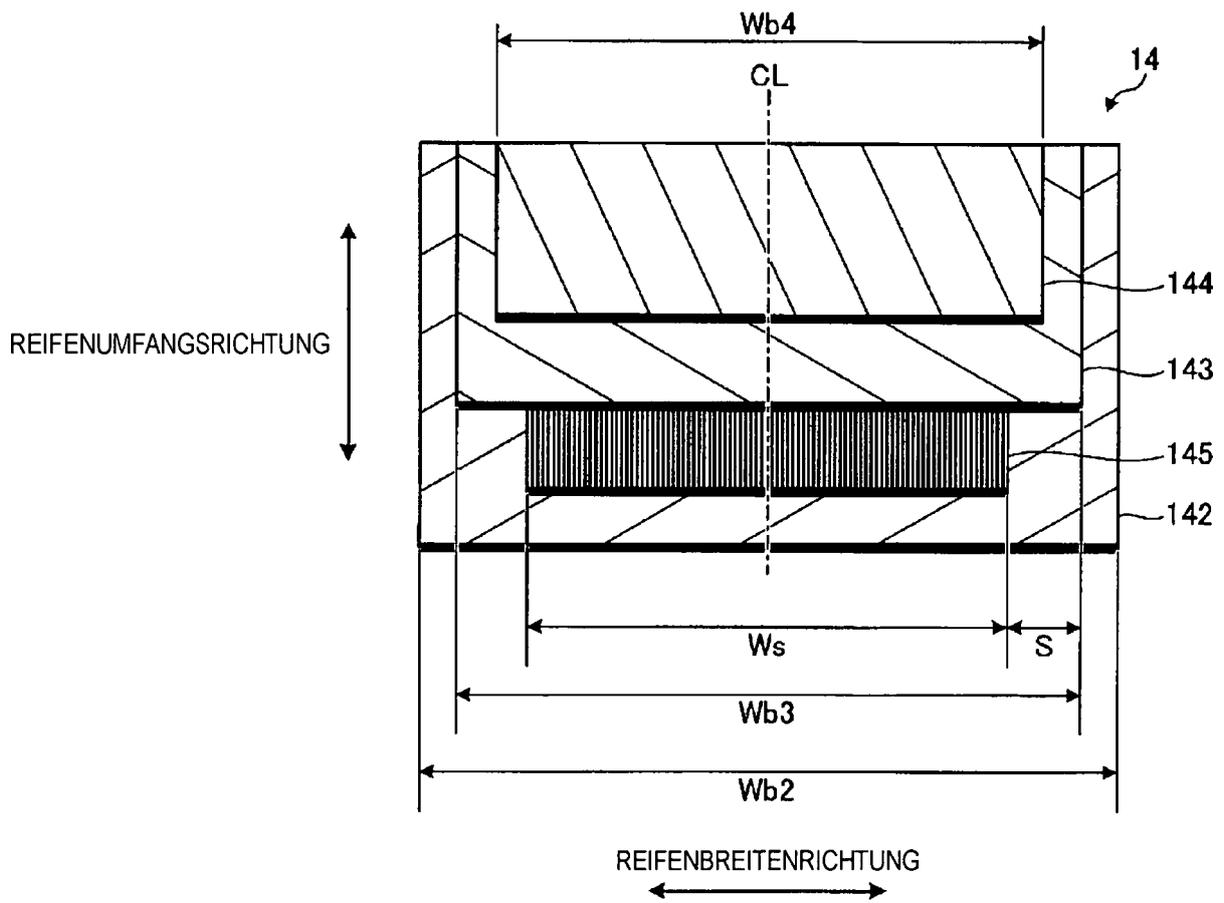


FIG. 3

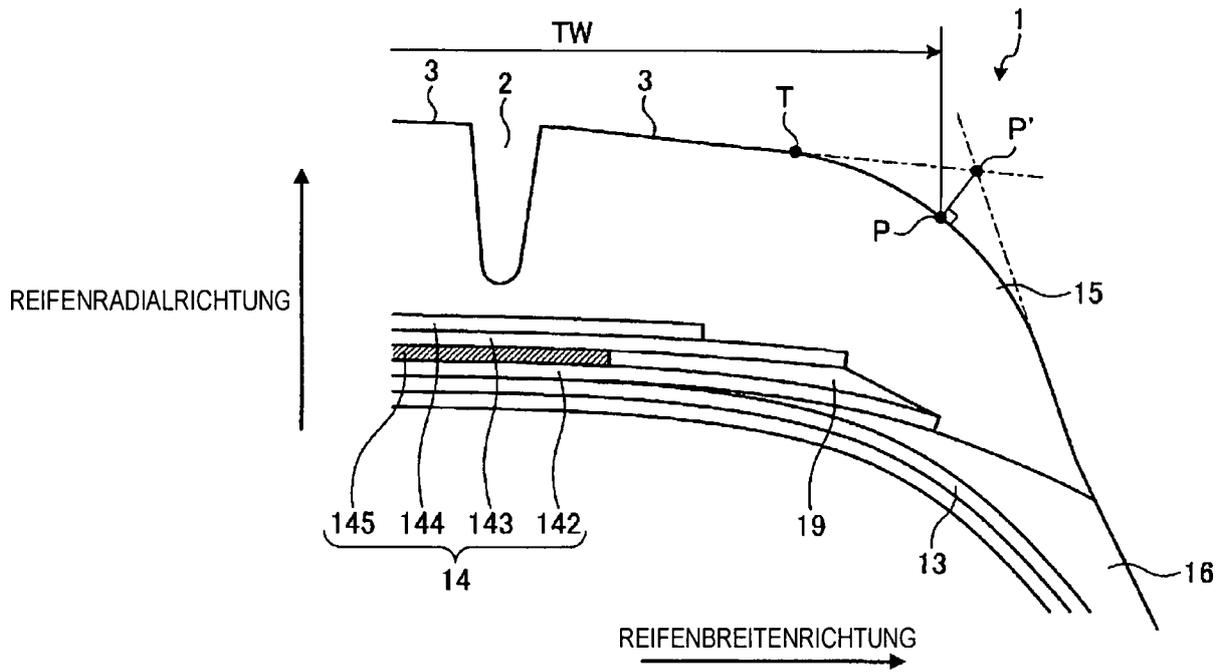


FIG. 4

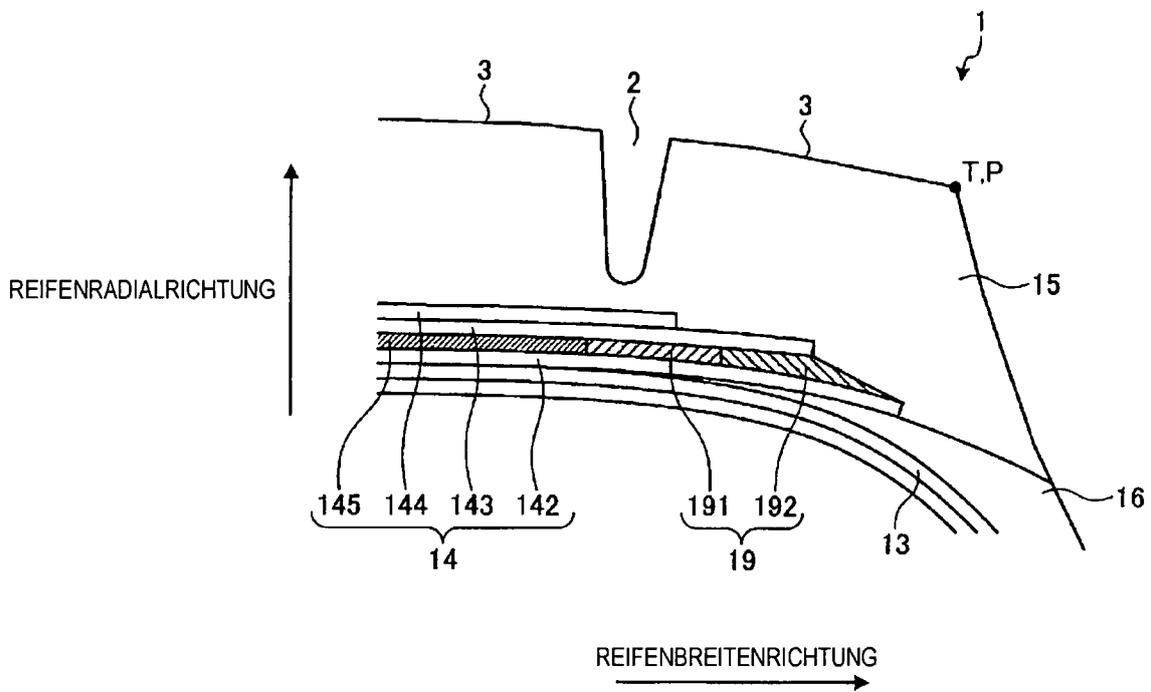


FIG. 5

[FIG. 6-I]

	HERKÖMMLICHES BEISPIEL	VERGLEICHS- BEISPIEL 1
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	20	50
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	INNENSEITE
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	KEINE
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	-
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	-
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	-
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	VORHANDEN	KEINE
Wb4/Wb3	0,70	-
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13	-
Yc/Ya	0,78	0,75
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,80
Wg/SW	0,83	0,85
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,23
Wsh/Wcc	1,33	1,35
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	100	101

[FIG. 6-II]

	VERGLEICHS- Beispiel 2	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 1
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	46
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	10	10
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	INNENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,70	0,70
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13	13
Yc/Ya	0,78	0,78
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	104	104

[FIG. 6-III]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 2	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 3
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	80
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	10	10
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
W_{b4}/W_{b3}	0,70	0,70
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13	13
Y_c/Y_a	0,78	0,78
W_{b2}/W_{ca}	0,70	0,70
W_s/W_{ca}	0,55	0,55
W_g/SW	0,83	0,83
$(H_{cc}-H_{sh})/H_{cc}$	0,020	0,020
W_{sh}/TW	0,25	0,25
W_{sh}/W_{cc}	1,33	1,33
TW/W_{ca}	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	109	105

[FIG. 6-IV]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 4	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 5
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	30
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,70	0,70
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13	13
Yc/Ya	0,78	0,78
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	111	107

[FIG. 6-V]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 6	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 7
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	45	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	UNTERSCHIEDLICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,70	0,70
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13	13
Yc/Ya	0,78	0,78
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	106	114

[FIG. 6-VI]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 8	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 9
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
W_{b4}/W_{b3}	0,75	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13	13
Y_c/Y_a	0,78	0,78
W_{b2}/W_{ca}	0,70	0,70
W_s/W_{ca}	0,55	0,55
W_g/SW	0,83	0,83
$(H_{cc}-H_{sh})/H_{cc}$	0,020	0,020
W_{sh}/TW	0,25	0,25
W_{sh}/W_{cc}	1,33	1,33
TW/W_{ca}	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	115	117

[FIG. 6-VII]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL
	10
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE
Wb4/Wb3	0,95
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	13
Yc/Ya	0,78
Wb2/Wca	0,70
Ws/Wca	0,55
Wg/SW	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020
Wsh/TW	0,25
Wsh/Wcc	1,33
TW/Wca	0,93
LENKSTABILITÄT	116

[FIG. 7-I]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 11	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 12
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	Keine	Keine
Wb4/Wb3	0,85	0.85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	15	20
Yc/Ya	0,78	0,78
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	118	120

[FIG. 7-II]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 13	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 14
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	Keine	Keine
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	25	20
Yc/Ya	0,78	0,80
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	119	121

[FIG. 7-III]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 15	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 16
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	Keine	Keine
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,90
Wb2/Wca	0,70	0,70
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	123	122

[FIG. 7-IV]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 17	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 18
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	Keine	Keine
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,73	0,80
Ws/Wca	0,55	0,55
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	123	125

[FIG. 7-V]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 19	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 20
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	Keine	Keine
Wb4/Wb3	0.85	0.85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,89	0,80
Ws/Wca	0,55	0,60
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	124	126

[FIG. 7-VI]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 21	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 22
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	JA	JA
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	Keine	Keine
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,70
Wg/SW	0,83	0,83
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	128	127

[FIG. 8-1]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 23	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 24
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,60	0,70
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,020
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	129	131

[FIG. 8-II]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 25	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 26
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,80	0,70
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,020	0,010
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	130	134

[FIG. 8-III]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 27	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 28
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,70	0,70
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,013	0,015
Wsh/TW	0,25	0,25
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	133	132

[FIG. 8-IV]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 29	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 30
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,70	0,70
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,010	0,010
Wsh/TW	0,10	0,15
Wsh/Wcc	1,33	1,33
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	135	137

[FIG. 8-V]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 31	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 32
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,70	0,70
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,010	0,010
Wsh/TW	0,20	0,15
Wsh/Wcc	1,33	0,80
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	136	138

[FIG. 8-VI]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL
	33	34
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
$Wb4/Wb3$	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
$Wb2/Wca$	0,80	0,80
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,70	0,70
$(Hcc-Hsh)/Hcc$	0,010	0,010
Wsh/TW	0,15	0,15
Wsh/Wcc	1,10	1,30
TW/Wca	0,93	0,93
LENKSTABILITÄT	140	139

[FIG. 8-VII]

	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 35	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 36
GÜRTELWINKEL VON KREUZGÜRTELN (°)	60	60
POSITION DER UMFANGSVERSTÄRKUNGSSCHICHT RELATIV ZUM KREUZGÜRTEL	DAZWISCHEN	DAZWISCHEN
VORHANDENSEIN DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS	Ja	Ja
GÜRTELWINKEL DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS (°)	20	20
POSITION DES ERGÄNZENDEN GÜRTELS RELATIV ZU DEN KREUZGÜRTELN	AUSSENSEITE	AUSSENSEITE
AUSRICHTUNG VON GÜRTELWINKELN FÜR ERGÄNZENDEN GÜRTEL UND ANGRENZENDEN KREUZGÜRTEL	GLEICHES VORZEICHEN	GLEICHES VORZEICHEN
VORHANDENSEIN EINES GÜRTELS MIT HOHEM WINKEL	KEINE	KEINE
Wb4/Wb3	0,85	0,85
ERGÄNZENDER GÜRTEL ENDZÄHLUNG (STRÄNGE PRO 50 mm)	20	20
Yc/Ya	0,85	0,85
Wb2/Wca	0,8	0,8
Ws/Wca	0,65	0,65
Wg/SW	0,75	0,75
(Hcc-Hsh)/Hcc	0,01	0,01
Wsh/TW	0,15	0,15
Wsh/Wcc	1,1	1,1
TW/Wca	0,91	0,82
LENKSTABILITÄT	142	141