



(10) **DE 11 2018 006 148 B4** 2024.09.19

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 006 148.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/043081**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/107254**
(86) PCT-Anmeldetag: **21.11.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.06.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **03.09.2020**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.09.2024**

(51) Int Cl.: **B60C 15/00 (2006.01)**
B60C 15/024 (2006.01)
B60C 15/04 (2006.01)
B60C 15/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2017-232074 01.12.2017 JP

(62) Teilung in:
11 2018 008 319.5; 11 2018 008 318.7

(73) Patentinhaber:
The Yokohama Rubber Co., Ltd., Tokyo, JP

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

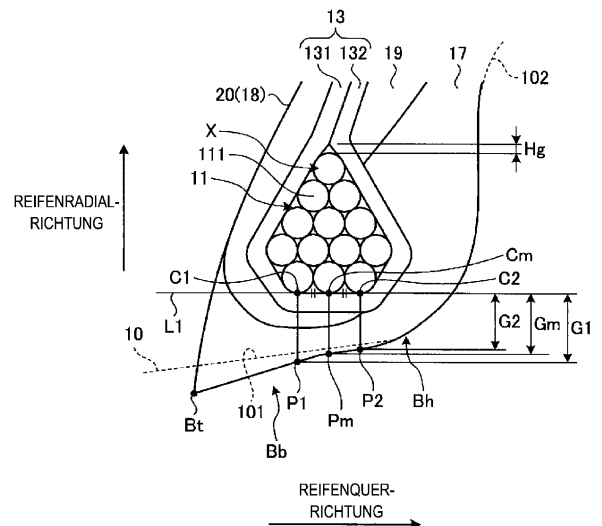
(72) Erfinder:
**Tanno, Atsushi, Hiratsuka-shi, Kanagawa, JP;
Koda, Hiraku, Hiratsuka-shi, Kanagawa, JP;
Matsuda, Jun, Hiratsuka-shi, Kanagawa, JP**

(56) Ermittelte(r) Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Luftreifen**

(57) Hauptanspruch: Luftreifen (1), umfassend:
einen Wulstkern (11), der aus einem oder mehreren Reifenwulstdrähten (111) gebildet ist, die ringförmig und mehrfach gewickelt sind;
eine Karkassenschicht (13), die aus einer oder mehreren Karkassenlagen gebildet ist, wobei die Karkassenschicht (13) umgeschlagen ist, so dass sie den Wulstkern (11) umwickelt und sich über den Wulstkern (11) erstreckt;
ein Radkranzpolstergummi (17), das entlang eines umgeschlagenen Abschnitts (132) der Karkassenschicht (13) angeordnet ist, um eine Felgenpassfläche eines Wulstabschnitts zu bilden, wobei
der Wulstkern (11) eine vorbestimmte Drahtanordnungsstruktur aufweist, die durch Anordnen eines Drahtquerschnitts des Reifenwulstdrahts (111) in einer Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung gebildet ist, folgendes in der Drahtanordnungsstruktur bestimmt ist:
eine Tangentenlinie L1, die von einer Seite der Felgenpassfläche eine innerste Drahtlage in einer Reifenradialrichtung und die innersten und äußersten Drahtquerschnitte in einer Reifenquerrichtung berührt;
Kontaktpunkte C1, C2 auf der Tangentenlinie L1; ein Mittelpunkt Cm der Kontaktpunkte C1, C2; und Dicken G1, G2 und Gm in Reifenradialrichtung zwischen den Kontaktpunkten C1, C2 und dem Mittelpunkt Cm und der Felgen-

passfläche,
Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm der Dicken G1, G2 und Gm vor und nach der Felgenmontage jeweils in einem Bereich von 10 (%) bis ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	39 36 231	A1
US	4 258 775	A
US	5 107 915	A
JP	2002- 200 905	A
JP	S63- 149 207	A

**Maschinenübersetzung (Englisch) von JP
2002-200905 A**

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Luftreifen und betrifft insbesondere einen Luftreifen, der eine Felgenpassung eines Reifens bei gleichzeitiger Reduzierung des Reifengewichts sicherstellen kann.

Stand der Technik

[0002] Um das Gewicht eines Reifens zu verringern, wurden bei der Gewichtsreduzierung eines Wulstabschnitts in letzter Zeit Fortschritte erzielt. Ein Luftreifen nach dem Stand der Technik in Zusammenhang mit dem oben stehenden Bedarf ist in Patentedokument 1 beschrieben. Im Patentedokument 1 wird das Gewicht des Reifens durch Weglassen eines Wulstfüllers reduziert.

Literaturliste

[0003] Patentliteratur Patentdokument 1:
JP 2008-149 778 A

Kurzdarstellung der Erfindung

Technisches Problem

[0004] In dem oben genannten herkömmlichen Luftreifen kann sich aufgrund des Verzichts auf den Wulstfüller jedoch die Felgenpassung verschlechtern.

[0005] DE 39 36 231 A1 offenbart einen Reifen zur Verwendung bei einem Kraftwagen, mit einem Ringwulst, in dem ein ringförmiger Wulstkern angeordnet ist, welcher eine Vielzahl von Wulstdrähten so angeordnet enthält, dass eine imaginäre Innenfläche des Wulstkerns um eine Drehachse des Reifens bestimmt ist. Die Wulstdrähte sind so angeordnet, dass der Durchmesser der Innenfläche von einer ersten Stelle an der Außenseite des Reifens zu einer zweiten Stelle an der Innenseite des Reifens gegenüber der ersten Stelle in Richtung der Drehachse allmählich abnimmt, und der Wulstabschnitt ist so geformt, dass die folgenden Anforderungen erfüllt sind: $0,65 < So/To < 1,00$ und $0,50 < Si/Ti < 0,65$, wobei To den kürzesten Abstand zwischen der Wulstgrundfläche und den Wulstdrähten an der ersten Stelle vor dem Aufziehen auf die Felge darstellt, Ti den kürzesten Abstand zwischen der Wulstgrundfläche und dem Wulstdraht an der zweiten Stelle vor dem Aufziehen auf die Felge, So den kürzesten Abstand zwischen der Außenumfangsfläche der Felge und dem an der ersten Stelle liegenden Wulstdraht nach dem Aufziehen des Reifens auf die Felge und vor dem Aufpumpen mit Luft, Si den kürzesten Abstand zwischen der Außenfläche der Felge und dem an der zweiten Stelle liegenden Wulstdraht

nach dem Aufziehen des Reifens auf die Felge und vor dem Aufpumpen mit Luft, und die kürzesten Abstände To, Ti, So und Si sind in Radialrichtung des Reifens gemessen.

[0006] US 4 258 775 A offenbart einen radialen Luftreifen mit einer zentralen ringförmigen Lauffläche, zwei Seitenwänden, die sich von den Enden der Lauffläche aus erstrecken, und Wulstabschnitten, die Wulstdrähte enthalten, und ferner mit einer radialen Faserkordkarkasse, die sich zwischen den Wulstabschnitten erstreckt und deren Enden um die Wulstabschnitte gefaltet und daran befestigt sind, und einer Gürtelschicht mit einer Vielzahl von Metallkordschichten über der Karkasse in der Lauffläche, wobei die Metallkordschichten Korde in Winkeln von 65° bis 80° zu radialen Ebenen aufweisen, die eine Drehachse des Reifens einschließen, und wobei die Korde von Schicht zu Schicht einander überkreuzen, wobei der Reifen mindestens ein Paar gummibeschichteter Dämpfungsschichten aufweist, die zwischen den Enden der Metallkordschichten in der Gürtelschicht positioniert und axial voneinander beabstandet sind und Korde aufweisen, die in Richtungen von im Wesentlichen 90° zu den radialen Ebenen angeordnet sind, wobei sich ein Ende der Dämpfungsschicht etwas über das Ende der Gürtelschicht hinaus erstreckt.

[0007] JP S63-149207 A offenbart einen Reifen mit Wulstabschnitten, und JP 2002-200905 A offenbart einen Reifen mit einer umgeschlagenen Karkassenschicht. Relevanter Stand der Technik bezüglich einer zusätzlichen Polstergummischicht zwischen Wulstkern und Radkranzpolstergummi findet sich in US 5 107 915 A.

[0008] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Luftreifen bereitzustellen, der die Felgenpassung des Reifens bei gleichzeitiger Reduzierung des Gewichts des Reifens sicherstellt.

Lösung des Problems

[0009] Um die oben genannte Aufgabe zu erfüllen, schließt ein erfindungsgemäßer Luftreifen Folgendes ein: einen Wulstkern, der aus einem oder mehreren Reifenwulstdrähten geformt ist, die in einer ringartigen und mehrfachen Weise gewunden ist bzw. sind; eine Karkassenschicht, die aus einer oder mehreren Karkassenlagen gebildet ist, wobei die Karkassenschicht umgeschlagen ist, um den Wulstkern zu umwickeln, und sich über den Wulstkern erstreckt; und ein entlang eines umgeschlagenen Abschnitts der Karkassenschicht angeordnetes Felgenpolstergummi, um eine Felgenpassfläche eines Wulstabschnitts zu bilden, wobei der Wulstkern eine vorbestimmte Drahtanordnungsstruktur aufweist, die durch Anordnen eines Drahtquerschnitts des Wulstdrahts in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridian-

richtung gebildet wird, wobei das Folgende in der Drahtanordnungsstruktur definiert wird: eine Tangentiallinie L1, die von einer Seite der Felgenpassfläche eine in Reifenradialrichtung innerste Drahtlage und in einer Reifenquerrichtung innerste und äußerste Querschnitte berührt; Kontaktpunkte C1, C2 auf der Tangentiallinie der Linie L1, einen Mittelpunkt Cm der Kontaktpunkte C1, C2; und Dicken G1, G2 und Gm in Reifenradialrichtung zwischen den Kontaktpunkten C1, C2 und dem Mittelpunkt Cm und der Felgenpassfläche, und wobei Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm der Dicken G1, G2 und Gm vor und nach der Felgenmontage jeweils in einem Bereich von 10 (%) zu 60 (%) liegen. Eine Schicht mit einer größten Anzahl der Drahtquerschnitte in der Drahtanordnungsstruktur wird als eine maximale Anordnungsschicht bestimmt, die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung ist größer als die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der inneren Seite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung, und die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung nimmt monoton von der maximalen Anordnungsschicht in Richtung der Außenseite in der Reifenradialrichtung ab.

Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Luftreifen können die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts des Wulstabschnitts in vorteilhafter Weise geeignet gemacht werden. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt den Felgenpassdruck sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit bei der Montage der Reifenfelge aufgrund eines zu hohen Felgenpassdrucks.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung, die einen Luftreifen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die einen Wulstabschnitt des in **Fig. 1** dargestellten Luftreifens veranschaulicht.

Fig. 3 ist eine vergrößerte Ansicht, die einen Felgenpassabschnitt des in **Fig. 2** veranschaulichten Wulstabschnitts veranschaulicht.

Fig. 4 ist eine Erläuterungsansicht, die eine Drahtanordnungsstruktur eines in **Fig. 3** veranschaulichten Wulstkerns veranschaulicht.

Fig. 5 ist eine Erläuterungsansicht, die einen Felgenpassabschnitt eines Wulstabschnitts

eines Reifens nach der Felgenmontage veranschaulicht.

Fig. 6 ist eine Erläuterungsansicht, die den in **Fig. 3** veranschaulichten Felgenpassabschnitt veranschaulicht.

Fig. 7 ist eine Erläuterungsansicht, die den in **Fig. 3** veranschaulichten Felgenpassabschnitt veranschaulicht.

Fig. 8 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 4** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 9 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 4** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 10 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 4** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 11 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 4** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 12 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 4** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 13 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 2** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 14 ist eine Erläuterungsansicht, einer Drahtanordnungsstruktur des in **Fig. 13** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 15 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 14** veranschaulichten Wulstkerns.

Fig. 16 ist eine vergrößerte Ansicht, die einen Reifenseitenabschnitt des in **Fig. 1** veranschaulichten Luftreifens veranschaulicht.

Fig. 17 ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 2** veranschaulichten Wulstabschnitts.

Fig. 18 ist eine Tabelle, welche die Ergebnisse von Leistungstests von Luftreifen gemäß Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

Fig. 19 ist eine Erläuterungsansicht, die einen Wulstkern eines Testreifens gemäß einem Beispiel des Standes der Technik darstellt.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0011] Ausführungsformen der Erfindung werden nachstehend im Detail unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt. Außerdem schließen Bestandteile der Ausführungsformen Elemente, die unter Beibehaltung einer Über-

einstimmung mit der Erfindung austauschbar sind, sowie offensichtlich austauschbare Elemente ein. Darüber hinaus lassen sich die in den Ausführungsformen beschriebenen modifizierten Beispiele innerhalb des für einen Fachmann offensichtlichen Schutzzumfangs nach Bedarf kombinieren.

Luftreifen

[0012] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung, die einen Luftreifen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht. Dieselbe Zeichnung veranschaulicht eine Querschnittsansicht eines Halbbereichs in Reifenradialrichtung. Ebenso veranschaulicht dieselbe Zeichnung einen Radialreifen für einen PKW als ein Beispiel eines Luftreifens.

[0013] Unter Bezugnahme auf dieselbe Zeichnung bezieht sich „Querschnitt in einer Reifenmeridianrichtung“ auf einen Querschnitt des Reifens entlang einer Ebene, welche die Reifenrotationsachse einschließt (nicht dargestellt). Das Bezugszeichen CL bezeichnet die Äquatorialebene des Reifens und bezieht sich auf eine Ebene senkrecht zur Reifenrotationsachse, die durch den Mittelpunkt des Reifens in Richtung der Reifenrotationsachse verläuft. „Reifenquerrichtung“ bezieht sich auf die Richtung parallel zur Reifenrotationsachse. „Reifenradialrichtung“ bezieht sich auf die Richtung senkrecht zur Reifenrotationsachse.

[0014] Ein Luftreifen 1 weist eine Ringstruktur um die Reifenrotationsachse auf und schließt ein Paar Wulstkerne 11, 11, eine Karkassenschicht 13, eine Gürtelschicht 14, ein Laufflächengummi 15, ein Paar Seitenwandgummis 16, 16, ein Paar Radkranzpolstergummis 17, 17 und eine Innenseele 18 ein (siehe Fig. 1).

[0015] Das Paar von Wulstkernen 11, 11 wird gebildet, indem ein oder mehrere Wulstdrähte aus Stahl ringförmig und mehrfach gewickelt werden, und wird in entsprechende Wulstabschnitte eingebettet, um Kerne des linken und des rechten Wulstabschnitts zu bilden.

[0016] Die Karkassenschicht 13 besitzt eine einschichtige Struktur, die aus einer einzigen Karkassenlage besteht, oder eine mehrschichtige Struktur, die aus einer Vielzahl von laminierten Karkassenlagen besteht, und erstreckt sich zwischen dem linken und rechten Wulstkern 11, 11 in einer Torusform, wodurch die Trägerstruktur für den Reifen gebildet wird. Außerdem sind beide Endabschnitte der Karkassenschicht 13 so in Reifenquerrichtung nach außen umgebogen, dass sie um die Wulstkerne 11 gewickelt sind, und sind fixiert. Die Karkassenlage der Karkassenschicht 13 wird durch Beschichten einer Vielzahl von Karkassencordfäden, die aus

Stahl oder einem organischen Fasermaterial wie Aramid, Nylon, Polyester, Rayon und dergleichen hergestellt sind, mit Beschichtungsgummi und Walzen der beschichteten Karkassencorden aufgebaut, und weist einen Karkassenwinkel (definiert als Neigungswinkel der Karkassencordfäden in der Längsrichtung in Bezug auf die Reifenumfangsrichtung) in einem Bereich von 80 (Grad) bis 90 (Grad) als Absolutwert auf. In der in Fig. 1 veranschaulichten Konfiguration hat die Karkassenschicht 13 eine Einzelschichtstruktur, die aus einer einzelnen Karkassenlage gebildet ist. Die Karkassenschicht 13 kann jedoch eine mehrschichtige Struktur aufweisen, die aus einer Vielzahl von laminierten Karkassenlagen gebildet ist.

[0017] Die Gürtelschicht 14 wird dadurch gebildet, dass ein Paar Kreuzgürtel 141, 142, eine Gürtelabdeckung 143 und ein Paar Gürtelrandabdeckungen 144 geschichtet werden, und wird um den Außenumfang der Karkassenschicht 13 gewickelt. Das Paar von Kreuzgürteln 141, 142 wird hergestellt, indem ein Walzverfahren an mit Beschichtungsgummi überzogenen Gürtelcordfäden, die aus Stahl oder einem organischen Fasermaterial hergestellt sind, durchgeführt wird. Die Kreuzgürtel 141, 142 weisen einen Gürtelwinkel als Absolutwert in einem Bereich von 20 (Grad) bis 55 (Grad) auf. Außerdem weist das Paar Kreuzgürtel 141, 142 Gürtelwinkel mit entgegengesetztem Vorzeichen (definiert als Neigungswinkel der Gürtelcordfäden in der Längsrichtung mit Bezug auf die Reifenumfangsrichtung) auf und ist so gelegt, dass die Längsrichtungen der Gürtelcordfäden einander kreuzen (d. h. Kreuzlagenstruktur). Die Gürtelabdeckung 143 und das Paar der Gürtelrandabdeckungen 144 werden durch Beschichten einer Gürtelabdeckung aus Stahl oder einem organischen Fasermaterial mit einer Beschichtung aus Gummi konfiguriert, und die Kreuzgürtel haben einen Gürtelwinkel in einem Bereich von 0 (Grad) bis 10 (Grad) als Absolutwert. Ferner werden beispielsweise die Gürtelabdeckung 143 und das Paar der Gürtelrandabdeckungen 144 jeweils durch Wickeln eines Streifenmaterials, das durch die Beschichtung einer oder mehrerer Gürtelabdeckungscorden mit einer Beschichtung aus Gummi gebildet wird, in einer spiralförmigen und mehrfachen Weise um die Außenumfangsflächen der Kreuzgürtel 141, 142 in der Reifenumfangsrichtung konfiguriert.

[0018] Das Laufflächengummi 15 ist in Reifenradialrichtung auswärts von der Karkassenschicht 13 und der Gürtelschicht 14 angeordnet und bildet einen Laufflächenabschnitt. Das Paar Seitenwandgummis 16, 16 ist in Reifenquerrichtung auswärts von der Karkassenschicht 13 angeordnet und bildet einen linken und einen rechten Seitenwandabschnitt. Das Paar der Felgenpolstergummis 17, 17 ist in der Innenradialrichtung des Reifens einwärts vom linken und rechten Wulstkern 11, 11 und den umgeschlagene-

nen Abschnitten der Karkassenschicht 13 angeordnet, um die Felgenpassflächen der Wulstabschnitte zu bilden.

[0019] Die Innenseele 18 ist eine Luftpermeationsverhinderungsschicht, die auf der Reifenhohlraumfläche angeordnet ist und die Karkassenschicht 13 abdeckt, wodurch eine Oxidation unterdrückt wird, die durch das Freiliegen der Karkassenschicht 13 verursacht wird, und ein Lecken von in den Reifen eingefüllter Luft verhindert wird. Außerdem besteht die Innenseele 18 beispielsweise aus einer Gummizusammensetzung mit Butyl-Kautschuk als Hauptbestandteil, thermoplastischem Harz, thermoplastischer Elastomerzusammensetzung, die durch Mischen eines elastomeren Bestandteils mit einem thermoplastischen Harz hergestellt wird und dergleichen. Die Innenseele 18 ist über ein Verbindungsgummi (nicht veranschaulicht) an der Karkassenschicht 13 angeklebt.

Füllerlose Wulststruktur

[0020] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die den Wulstabschnitt des in Fig. 1 dargestellten Luftreifens veranschaulicht. Diese Figur ist die Querschnittsansicht in der Reifenmeridianrichtung, die den Wulstabschnitt des Reifens in dem Zustand vor der Felgenmontage darstellt.

[0021] Wie in Fig. 2 veranschaulicht, ist die Karkassenschicht 13 so in Reifenquerrichtung nach außen umgelegt, dass sie um die Wulstkern 11 gewickelt ist, und ist fixiert. In diesem Fall berührt ein umgelegter Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 einen Körperteil 131 zur Bildung eines geschlossenen Bereichs X, der den Wulstkern 11 umgibt. Außerdem setzt sich der geschlossene Bereich X über den gesamten Reifenumfang fort, um einen ringartigen geschlossenen Raum zu bilden, der den Wulstkern 11 umgibt.

[0022] Der geschlossene Bereich X ist definiert als ein Bereich, der in der Querschnittsansicht von der Karkassenlage der Karkassenschicht 13 in Reifenmeridianrichtung umgeben ist. Genauer gesagt ist der mit der Oberfläche des Beschichtungsgummis der Karkassenlage umschlossene Bereich als der geschlossene Bereich X definiert.

[0023] Auch in der in Fig. 2 veranschaulichten Konfiguration besteht die Karkassenschicht 13 aus einer Monoschicht-Karkassenlage, und der Eigenkontakt der Karkassenlage bildet den geschlossenen Bereich X. Andererseits kann in der Konfiguration, in der die Karkassenschicht 13 aus einer Vielzahl von laminierten Karkassenlagen (nicht veranschaulicht) gebildet ist, ein gegenseitiger Kontakt verschiedener Karkassenlagen den geschlossenen Bereich X bilden. Beispielsweise wird, obwohl nicht darge-

stellt, angenommen, dass die Karkassenschicht 13 eine zweischichtige Struktur aufweist, die durch Laminieren der ersten und zweiten Karkassenlagen gebildet wird, dass ein umgeschlagener Teil der ersten Karkassenlage in der Mitte einer Höhe H1 in Reifenradialrichtung des Wulstkerns 11 endet, ohne einen Körperteil (siehe Fig. 2) zu berühren, und ein umgebogener Abschnitt der zweiten Karkassenlage sich bis zu der radialen Außenseite des Wulstkerns 11 erstreckt und den Körperteil der ersten Karkassenlage (nicht veranschaulicht) berührt.

[0024] In diesem Fall beträgt das Gummibelegungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X vorzugsweise 15 (%) oder weniger, mehr bevorzugt 10 (%) oder weniger, und noch mehr bevorzugt 5 (%) oder weniger. Entsprechend ist das Gummibelegungsverhältnis in dem von dem Körperteil 131 umgebenen geschlossenen Bereich X und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13, das heißt, das Gummivolumen um den Wulstkern 11, sehr gering eingestellt. Demzufolge ist der Zweck der Reduzierung des Gewichts des Reifens durch Weglassen des Wulstfüllers erreicht. Es ist zu beachten, dass die untere Grenze des Gummibelegungsverhältnisses nicht besonders beschränkt ist, aber vorzugsweise 0,1 (%) oder mehr beträgt. Demzufolge wird die Menge an Isolierkautschuk der Wulstkern 11 in geeigneter Weise sichergestellt.

[0025] Das Gummibelegungsverhältnis wird als das Verhältnis (%) der Querschnittsfläche des Gummimaterials in dem geschlossenen Bereich X zur gesamten Querschnittsfläche des geschlossenen Bereichs X berechnet, in der Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung.

[0026] Beispielsweise wird in der in Fig. 2 gezeigten Konfiguration der umgeschlagene Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 umgeschlagen, um den Körperteil 131 zu kontaktieren, ohne dass der Wulstfüller in dem geschlossenen Bereich X enthalten ist. Außerdem wird die Karkassenlage der Karkassenschicht 13 entlang der Außenumfangsseite des Wulstkerns 11 aufgewickelt. Somit liegen nur die Komponenten des Wulstkerns 11 in dem geschlossenen Bereich X vor. Die Komponenten des Wulstkerns 11 umfassen Wulstdrähte 111, ein Isolierungsgummi, eine Wulstabdeckung und Wickelwindungen.

[0027] Es ist zu beachten, dass der Wulstfüller ein Verstärkungsgummi ist, das einen dreieckigen Spalt zwischen dem Wulstkern und dem Körperteil und dem umgeschlagenen Abschnitt der Karkassenschicht füllt und zur Erhöhung der Steifigkeit des Wulstabschnitts angeordnet ist. Der Wulstfüller weist im Allgemeinen einen dreieckigen Querschnitt und eine Gummihärte in einem Bereich von 65 zu 99 auf.

[0028] Die Gummihärte wird gemäß JIS K 6253 gemessen.

[0029] Zusätzlich ist in der oben erwähnten Konfigurationen, die keinen Wulstfüller enthält, wie in **Fig. 2** gezeigt, der umgeschlagene Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 vorzugsweise in Oberflächenkontakt mit dem Körperteil 131 der Karkassenschicht 13 fixiert. Außerdem weisen eine Höhe H2 in Reifenradialrichtung des Kontaktabschnitts zwischen dem Körperteil 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und eine Höhe H1 in Reifenradialrichtung des Wulstkerns 11 vorzugsweise ein Verhältnis $0,80 \leq H2/H1 \leq 3,00$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $1,20 \leq H2/H1 \leq 2,50$ auf. Demzufolge wird die Höhe H2 in Reifenradialrichtung des selbstkontaktierenden Abschnitts der Karkassenschicht 13 geeignet gemacht. Mit anderen Worten ermöglicht die oben erwähnte untere Grenze, dass der umgeschlagene Abschnitt 132 stabil mit dem Körperteil 131 in Kontakt kommt, um die Beständigkeit des Wulstabschnitts zu verbessern. Darüber hinaus unterdrückt die obere Grenze einen Anstieg des Gewichts des Reifens aufgrund einer übergroßen Menge des umgeschlagenen Abschnitts 132.

[0030] Die Höhe H1 in Reifenradialrichtung des Wulstkerns wird als eine maximale Höhe in Reifenradialrichtung in der Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns gemessen, von der in Reifenradialrichtung innersten Schicht und dem in Reifenquerrichtung inneren Ende des äußersten Querschnitts in Reifenradialrichtung zu der in Reifenradialrichtung äußersten Schicht und dem in Reifenquerrichtung äußeren Ende des in Reifenquerrichtung am weitesten außen liegenden Drahtquerschnitts.

[0031] Die Höhe H2 in Reifenradialrichtung des selbstkontaktierenden Abschnitts der Karkassenschicht wird als eine maximale Länge des Kontaktabschnitts zwischen dem Körperteil und dem umgeschlagenen Abschnitt der Karkassenschicht in Reifenradialrichtung gemessen.

[0032] Zusätzlich kontaktiert in der oben beschriebenen Konfiguration, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, ein Ende (Bezugszeichen ist in der Figur weggelassen) des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 vorzugsweise den Körperteil 131 der Karkassenschicht 13. In einer solchen Konfiguration wird im Vergleich zu der Konfiguration, in der das Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 von dem Körperteil 131 (nicht veranschaulicht) beabstandet ist, eine Spannungskonzentration an dem Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 gemildert. Demzufolge wird die Trennung des Umfangsgummis von dem Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 unterdrückt.

[0033] Darüber hinaus besteht für eine tatsächliche Länge La2 (Symbole für Maßeinheiten sind in der Figur weggelassen) des Kontaktabschnitts zwischen dem Körperteil 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und eine Umfangslänge La1 (Symbole für Maßeinheiten sind in der Figur weggelassen) des geschlossenen Bereichs X vorzugsweise ein Verhältnis $0,30 \leq La2/La1 \leq 2,00$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $0,37 \leq La2/La1 \leq 1,80$. Demzufolge wird die tatsächliche Länge La2 des selbstkontaktierenden Abschnitts der Karkassenschicht 13 geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze gewährleistet in geeigneter Weise die Federeigenschaften der Karkassenschicht 13, die Lenkstabilität auf trockenen Straßenflächen und die Beständigkeit des Wulstabschnitts. Darüber hinaus unterdrückt die obere Grenze einen Anstieg des Gewichts des Reifens aufgrund einer übergroßen Menge des umgeschlagenen Abschnitts 132.

[0034] Die Umfangslänge La1 des geschlossenen Bereichs X wird als eine Umfangslänge der Oberfläche der Karkassenlage gemessen, die in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung die Grenzlinie des geschlossenen Bereichs X darstellt.

[0035] Die tatsächliche Länge La2 des Kontaktabschnitts wird als eine Umfangslänge des selbstkontaktierenden Abschnitts zwischen dem Körperteil und dem umgeschlagenen Abschnitt der Karkassenschicht in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung gemessen.

[0036] Es ist zu beachten, dass in der in **Fig. 2** dargestellten Konfiguration, wie oben beschrieben, der Luftreifen 1 keinen Wulstfüller einschließt. Eine solche Einschränkung ist jedoch nicht vorgesehen, und der Luftreifen 1 kann den Wulstfüller oder ein anderes Verstärkungsgummi zwischen dem Körperteil und dem umgeschlagenen Abschnitt der Karkassenschicht (siehe **Fig. 17** wie unten beschrieben) einschließen.

Außenverstärkungsgummi

[0037] Wie in **Fig. 2** veranschaulicht, umfasst der Luftreifen 1 die äußeren Verstärkungsgummis 19 zusätzlich zu den Seitenwandgummis 16 und den Radkranzpolstergummis 17, die oben beschrieben sind.

[0038] Das Seitenwandgummi 16 ist in Reifenquerrichtung an beiden Außenseiten der Karkassenschicht 13 angeordnet und bildet Seitenwandabschnitte des Reifens. Zusätzlich liegt die Gummihärte des Seitenwandgummis 16 in einem Bereich von 40 bis 70. Weiterhin liegt die Reißdehnung des Seitenwandgummis 16 in einem Bereich von 400 (%) bis 650 (%).

[0039] Die Reißdehnung wird gemäß JIS K6251 gemessen.

[0040] Wie oben beschrieben ist das Radkranzpolstergummi 17 so angeordnet, dass es in der Reifenradialrichtung eine Innenseite des Wulstkerns 11 und des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 bedeckt, um eine Felgenpassfläche des Wulstabschnitts zu bilden. Außerdem liegt die Gummihärte des Radkranzpolstergummis 17 in einem Bereich von 50 bis 80. Ferner liegt die Reißdehnung des Radkranzpolstergummi 17 in einem Bereich von 150 (%) zu 450 (%).

[0041] Das äußere Verstärkungsgummi 19 ist zwischen dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und dem Radkranzpolstergummi 17 angeordnet (siehe **Fig. 2**). In einer solchen Konfiguration werden insbesondere in der Konfiguration ohne Wulstfüller die Federeigenschaften der Wulstabschnitte durch die Außenverstärkungsgummis 19 verstärkt, wodurch die Lenkstabilität auf trockener Straße und die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert werden.

[0042] Außerdem liegt die Gummihärte der äußeren Verstärkungsgummis 19 vorzugsweise in einem Bereich von 65 bis 105, und mehr bevorzugt in einem Bereich von 70 bis 100. Demzufolge werden die oben erwähnten Effekte der äußeren Verstärkungsgummis 19 in geeigneter Weise sichergestellt.

[0043] Außerdem ist die Gummihärte der äußeren Verstärkungsgummis 19 höher als die Gummihärte des Seitenwandgummis 16 und des Radkranzpolstergummis 17. Genauer gesagt beträgt eine Differenz ΔHs_SW zwischen der Gummihärte des Seitenwandgummis 16 und der Gummihärte der äußeren Verstärkungsgummis 19 vorzugsweise 7 oder mehr, und noch mehr bevorzugt 12 oder mehr. Außerdem ist eine Differenz ΔHs_RC zwischen der Gummihärte des Radkranzpolstergummis 17 und der Gummihärte des äußeren Verstärkungsgummis 19 vorzugsweise 3 oder mehr, und noch mehr bevorzugt 7 oder mehr. Demzufolge wird die Verstärkungswirkung der Federeigenschaften der Wulstbereiche, die durch die äußeren Verstärkungsgummis 19 verursacht wird, in geeigneter Weise gezeigt. Es ist zu beachten, dass die untere Grenze der Gummihärte-Differenz ΔHs_SW durch die untere Grenze der Gummihärte der oben beschriebenen äußeren Verstärkungsgummis 19 begrenzt ist.

[0044] Außerdem liegt die Reißdehnung des äußeren Verstärkungsgummis 19 vorzugsweise in einem Bereich von 50 (%) bis 400 (%) und mehr bevorzugt in einem Bereich von 70 (%) bis 350 (%).

[0045] Zum Beispiel erstreckt sich in der in der **Fig. 2** veranschaulichten Konfiguration das Radkranzpolstergummi 17 über den gesamten Bereich von einer Wulstzehe Bt zu einer Wulstbasis Bb, um eine Felgenpassfläche mit Bezug auf einen Wulstsitz 101 der Felge 10 zu bilden. Außerdem erstreckt sich das Radkranzpolstergummi 17 von der Wulstbasis Bb zur in Reifenradialrichtung äußeren Seite entlang des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13, um die Passfläche zu einem Flansch 102 der Felge 10 zu formen. Außerdem ist ein in Reifenradialrichtung äußeres Ende des Radkranzpolstergummis 17 zwischen der Karkassenschicht 13 und dem Seitenwandgummi 16 eingesetzt und erstreckt sich in Reifenradialrichtung weiter zur äußeren Seite als das Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 und der Flansch 102 der Felge 10. Außerdem kann der Wulstabschnitt ein Wulstschutzband (nicht veranschaulicht) einschließen.

tergummi 17 über den gesamten Bereich von einer Wulstzehe Bt zu einer Wulstbasis Bb, um eine Felgenpassfläche mit Bezug auf einen Wulstsitz 101 der Felge 10 zu bilden. Außerdem erstreckt sich das Radkranzpolstergummi 17 von der Wulstbasis Bb zur in Reifenradialrichtung äußeren Seite entlang des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13, um die Passfläche zu einem Flansch 102 der Felge 10 zu formen. Außerdem ist ein in Reifenradialrichtung äußeres Ende des Radkranzpolstergummis 17 zwischen der Karkassenschicht 13 und dem Seitenwandgummi 16 eingesetzt und erstreckt sich in Reifenradialrichtung weiter zur äußeren Seite als das Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 und der Flansch 102 der Felge 10. Außerdem kann der Wulstabschnitt ein Wulstschutzband (nicht veranschaulicht) einschließen.

[0046] Es ist zu beachten, dass das Radkranzpolstergummi 17 sich vorzugsweise wenigstens in einem Bereich von einer Wulstferse Bh mit einem zentralen Abschnitt (einem Mittelpunkt Cm wie weiter unten beschrieben) in der in Reifenradialrichtung innersten Schicht des Wulstkerns 11 erstreckt. Demzufolge wird die Beständigkeit des Felgenpassabschnitts des Wulstabschnitts in geeigneter Weise sichergestellt.

[0047] Außerdem ist das äußere Verstärkungsgummi 19 wie in der Konfiguration in **Fig. 2** veranschaulicht in Reifenradialrichtung lang und liegt zwischen dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und dem Radkranzpolstergummi 17. Außerdem überlappt das in Reifenradialrichtung innere Ende des äußeren Verstärkungsgummis 19 den Wulstkern 11 in Reifenradialrichtung. Außerdem erstreckt sich das äußere Verstärkungsgummi 19 weiter zu der in Reifenradialrichtung äußeren Seite als das Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 und liegt zwischen dem Körperteil 131 der Karkassenschicht 13 und dem Seitenwandgummi 16. Außerdem deckt das äußere Verstärkungsgummi 19 das Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 von der in Reifenquerrichtung äußeren Seite ab. Außerdem ist das äußere verstärkende Gummi 19 über dem gesamten Bereich des Kontaktabschnitts zwischen dem Körperabschnitt 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 benachbart zum umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13. Demzufolge werden die Federeigenschaften des Wulstabschnitts angemessen durch das Außenverstärkungsgummi 19 verstärkt, wodurch die Lenkstabilität auf trockener Straße und die Beständigkeit der Wulstabschnitte verbessert werden. Da die Gummihärte des äußeren Verstärkungsgummis 19 höher ist als die Gummihärte des Seitenwandgummis 16 und des Radkranzpolstergummis

17, verringert sich außerdem die Verteilung der Gummihärte in der Nähe des Endes des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 von dem Ende der Karkassenschicht 13 in Richtung auf die Oberfläche des Reifenseitenabschnitts. Demzufolge wird eine in der Nähe des Endes der Karkassenschicht 13 erzeugte Spannung gemildert, um die Trennung des Umfanggummis zu unterdrücken.

[0048] Außerdem weisen eine Höhe H3 in Reifenradialrichtung von einer Messstelle am inneren Reifendurchmesser RD zu einem äußeren Ende des in Reifenradialrichtung äußeren Verstärkungsgummis 19 und eine Reifenquerschnittshöhe SH (siehe **Fig. 1**) vorzugsweise ein Verhältnis $0,10 \leq H3/SH \leq 0,60$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $0,15 \leq H3/SH \leq 0,50$ auf. Demzufolge wird die Höhe H3 des äußeren Verstärkungsgummis 19 in Reifenradialrichtung geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze verstärkt in geeigneter Weise die Federeigenschaften des Wulstabschnitts mit dem äußeren Verstärkungsgummi 19, wodurch die Lenkstabilität auf trockenen Straßenflächen und die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert werden. Darüber hinaus unterdrückt die obere Grenze einen Anstieg des Gewichts des Reifens aufgrund einer übergroßen Menge des äußeren Verstärkungsgummis 19.

[0049] Der Reifeninnendurchmesser RD ist gleich dem Felgendurchmesser einer spezifizierten Felge.

[0050] Die Höhe H3 in Reifenradialrichtung wird gemessen, wenn der Reifen auf der vorgegebenen Felge montiert, auf den vorgegebenen Innendruck aufgepumpt ist und sich im unbelasteten Zustand befindet. Genauer gesagt wird diese Höhe berechnet als die Differenz zwischen dem Durchmesser des äußeren Endes des Verstärkungsgummis 19 in Reifenradialrichtung, und dem inneren Reifendurchmesser RD.

[0051] Die Querschnittshöhe SH des Reifens ist ein Abstand von der Hälfte der Differenz zwischen dem Reifenaußendurchmesser und dem Felgendurchmesser und wird gemessen, wenn der Reifen auf einer vorgegebenen Felge montiert, mit einem vorgegebenen Innendruck befüllt und in einem unbelasteten Zustand ist.

[0052] „Vorgegebene Felge“ bezieht sich auf eine „applicable rim“ (geeignete Felge) laut Definition der „Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc.“ (JATMA, Verband der japanischen Reifenhersteller), eine „Design Rim“ (Entwurf felge) laut Definition der „Tire and Rim Association, Inc.“ (TRA, Reifen- und Felgenverband) oder eine „Measuring Rim“ (Messfelge) laut Definition der „European Tyre and Rim Technical Organisation“ (ETRTO, Europäische Reifen- und Felgen-Sachverständigenorganisation).

Außerdem bezieht sich „vorgegebener Innendruck“ auf einen „maximum air pressure“ (maximalen Luftdruck) laut Definition der JATMA, den Maximalwert in „TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES“ (Reifenlastgrenzen bei verschiedenen Kaltluftdrücken) laut Definition der TRA und „INFLATION PRESSURES“ (Reifendrucke) laut Definition der ETRTO. Außerdem bezieht sich „vorgegebene Last“ auf eine „maximum load capacity“ (maximale Lastenkapazität) laut Definition der JATMA, den Maximalwert in „TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES“ (Reifenlastgrenzen bei verschiedenen Kaltbefüllungsdrücken) laut Definition der TRA oder „LOAD CAPACITY“ (Lastenkapazität) laut Definition der ETRTO. Allerdings ist im Falle der JATMA für einen PKW-Reifen der vorgegebene Innendruck ein Luftdruck von 180 (kPa), und die vorgegebene Last beträgt 88 (%) der maximalen Lastenkapazität.

[0053] Zusätzlich weisen vorzugsweise eine Höhe H4 in Reifenradialrichtung vom Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 zum äußeren Ende des äußeren Verstärkungsgummis 19 in Reifenradialrichtung und die Höhe H2 in Reifenradialrichtung des Kontaktabschnitts zwischen dem Körperteil 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 ein Verhältnis von $0,10 \leq H4/H2$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis von $0,30 \leq H4/H2$ auf. Demzufolge werden die Lenkstabilität auf trockener Straße und die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert. Es ist zu beachten, dass die Obergrenze des Verhältnisses H4/H2 durch die Obergrenze des oben beschriebenen Verhältnisses H3/SH begrenzt ist.

[0054] Außerdem weisen ein Überlappungsbetrag H5 des äußeren Verstärkungsgummis 19 und des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung und die Höhe H1 des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung vorzugsweise ein Verhältnis $0,05 \leq H5/H1 \leq 1,00$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $0,10 \leq H5/H1 \leq 1,00$ auf. Außerdem liegt der Überlappungsbetrag H5 vorzugsweise in einem Bereich von $5,0 \text{ (mm)} \leq H5$. Demzufolge wird der Überlappungsbetrag H5 des äußeren Verstärkungsgummis 19 und des Wulstkerns 11 geeignet gemacht. Insbesondere stellt die oben genannte untere Grenze den Überlappungsbetrag H5 sicher, wodurch eine Trennung von Gummi an dem inneren Ende des äußeren Verstärkungsgummis 19 in Reifenradialrichtung unterdrückt wird.

[0055] Der Überlappungsbetrag H5 wird gemessen, wenn der Reifen auf eine vorgegebene Felge montiert, auf den vorgegebenen Innendruck aufgepumpt ist und sich in einem unbelasteten Zustand befindet.

[0056] Es ist zu beachten, dass, ohne auf das oben stehende beschränkt zu sein, die äußeren Verstärkungsgummis 19 in Reifenradialrichtung gesehen

auf der Außenseite des Wulstkerns 11 (nicht veranschaulicht) angeordnet sein können.

[0057] Zusätzlich haben eine Länge T1 einer senkrechten Linie, die von dem Ende des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13 zu der Außenfläche des Reifenseitenabschnitts gezogen wird, und eine Dicke T2 des äußeren Verstärkungsgummis 19 auf der senkrechten Linie vorzugsweise eine Verhältnis $0,10 \leq T2/T1 \leq 0,90$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis von $0,20 \leq T2/T1 \leq 0,80$. Demzufolge ist die Dicke T2 des äußeren Verstärkungsgummis 19 geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze verstärkt in geeigneter Weise die Federeigenschaften des Wulstabschnitts mit dem äußeren Verstärkungsgummi 19, wodurch die Lenkstabilität auf trockenen Straßenflächen und die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert werden. Darüber hinaus unterdrückt die obere Grenze einen Anstieg des Gewichts des Reifens aufgrund einer übergroßen Menge des äußeren Verstärkungsgummis 19.

[0058] Zusätzlich erfüllt in der Konfiguration mit dem äußeren Verstärkungsgummi 19 anstelle des Wulstfüllers wie oben beschrieben ein numerischer Wert K, der durch einen unten genannten mathematischen Ausdruck (1) bestimmt wird, vorzugsweise $0,17 \leq K$, und mehr bevorzugt $0,20 \leq K$. Demzufolge wird die Funktion der äußeren Verstärkungsgummis 19 in geeigneter Weise sichergestellt. In dem mathematischen Ausdruck (1) ist W eine Reifeninnenbreite (mm), I ist ein Reifeninnendurchmesser (Zoll), und B ist eine Gesamtquerschnittsfläche des Wulstdrahts in dem Wulstkern (mm^2).

$$K = \frac{W^4 \times I^2}{100 \times B^2} \quad \text{Mathematische Formel 1}$$

Änderungsrate des Felgenpassabschnitts

[0059] In den oben beschriebenen Konfigurationen ohne Wulstfüller ist die Steifigkeit der Wulstabschnitte verringert, und der Felgenpassdruck der Wulstabschnitte neigt dazu, abzunehmen. Daher hat in der in **Fig. 2** veranschaulichten Konfiguration, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen, der Wulstkern 11 die folgende Konfiguration.

[0060] **Fig. 3** ist eine vergrößerte Ansicht, die den Felgenpassabschnitt des in **Fig. 2** veranschaulichten Wulstabschnitts veranschaulicht. **Fig. 4** ist eine Erläuterungsansicht die die Drahtanordnungsstruktur des in **Fig. 3** veranschaulichten Wulstkerns veranschaulicht. **Fig. 5** ist eine Erläuterungsansicht, die den Felgenpassabschnitt des Wulstabschnitts eines Reifens nach der Felgenmontage veranschaulicht. Unter diesen Figuren zeigt **Fig. 3** den Felgenpassabschnitt vor der Felgenmontage, und **Fig. 5** zeigt den

Felgenpassabschnitt nach der Felgenmontage. **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht des unvulkanisierten Wulstkerns 11 in Radialrichtung als eine einzelne Komponente.

[0061] Bei **Fig. 2** schließt die Felgenpassfläche des Wulstabschnitts die Wulstbasis Bb, die Wulstzehe Bt, und die Wulstferse Bh ein und weist eine einheitliche Kontur in Reifenumfangsrichtung auf. Die Wulstbasis Bb ist ein flacher Bereich, der an der Innenseite des Wulstabschnitts in Reifenradialrichtung gebildet ist und eine Kontaktfläche mit dem Wulstsitz 101 der Felge darstellt. Die Wulstzehe Bt ist eine Spitze des Wulstabschnitts mit einer L-Form oder einer V-Form in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung und befindet sich auf der innersten Seite der Felgenpassfläche in Reifenquerrichtung. Die Wulstferse Bh ist ein gebogener Abschnitt, der eine Wandfläche des Reifenseitenabschnitts mit der Wulstbasis Bb verbindet.

[0062] Der Zustand des Reifens vor der Felgenmontage (siehe **Fig. 2** und **3**) ist bestimmt als ein Zustand, in dem der Reifen an der Felge so befestigt ist, dass die Positionen der linken und rechten Reifenwulstabschnitte Messpunkten der Felgenbreite und dem Felgendurchmesser der spezifizierten Felge entsprechen, wobei die Reifenrotationswelle horizontal ist und der Reifen selbst aufrecht ist. Solch eine Reifenform ist der Reifenform in einer Reifenvulkanisationsform am nächsten, das heißt der natürlichen Reifenform vor dem Aufblasen.

[0063] Weiterhin ist der Zustand des Reifens nach der Felgenmontage (siehe **Fig. 5**) bestimmt als ein Zustand, in dem der Reifen auf der angegebenen Felge angebracht, auf den vorgegebenen Innendruck aufgeblasen ist und sich im unbelasteten Zustand befindet. In dem Zustand des Reifens nach der Felgenmontage passt die Felgenpassfläche des Wulstabschnitts in die Felge 10 des Rades, wodurch der Reifen gehalten wird. In diesem Fall wird die Wulstbasis Bb der Felgenanschlussfläche gegen den Wulstsitz 101 der Felge 10 gedrückt und in Oberflächenkontakt damit gebracht, wodurch der Passabschnitt zwischen dem Wulstabschnitt und der Felge 10 abgedichtet wird, um die Luftdichtigkeit innerhalb des Reifens sicherzustellen. Zusätzlich ist die Wulstferse Bh an dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Wulstsitz 101 und dem Flansch 102 angeordnet, und ein äußerer Bereich der Felgenpassfläche als die Wulstferse Bh stößt an den Flansch 102 der Felge 10 an, um den Wulstabschnitt von der Außenseite in Reifenquerrichtung zu halten.

[0064] Wie in **Fig. 4** veranschaulicht, weist der Wulstkern 11 eine vorbestimmte Drahtanordnungsstruktur auf, die durch Anordnen der Drahtquerschnitte der Wulstdrähte 111 in einer Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung erhalten wird.

Die Drahtanordnungsstruktur wird im Folgenden beschrieben.

[0065] Hier wird eine Tangentenlinie L1 bestimmt, die von einer Seite der Felgenpassfläche die innerste Schicht des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung und den innersten und äußersten Drahtquerschnitt in Reifenquerrichtung in der Drahtanordnungsstruktur in einer Querschnittsansicht des Reifens vor der Felgenmontage in Reifenmeridianrichtung (siehe **Fig. 3**) berührt. Die Kontaktpunkte C1 und C2 auf der Tangentenlinie L1 für die Drahtquerschnitte sowie ein Mittelpunkt Cm der Kontaktpunkte C1, C2 werden bestimmt. Die Dicken G1, G2 und Gm der Kontaktpunkte C1, C2 und des Mittelpunkts Cm bis zur Felgenpassfläche in Reifenradialrichtung werden ebenso bestimmt. Genauer gesagt werden in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung die Schnittpunkte P1, P2 und Pm von geraden Linien, die durch die Kontaktpunkte C1, C2 und den Mittelpunkt Cm und die Wulstbasis Bb verlaufen, aufgetragen und die Abstände zwischen den Kontaktpunkten C1, C2 und dem Mittelpunkt Cm und den Schnittpunkten P1, P2 und Pm werden jeweils als die Dicken G1, G2 und Gm gemessen.

[0066] In ähnlicher Weise werden die Dicken G1', G2' und Gm' des Felgenpassabschnitts in dem Zustand des Reifens nach der Felgenmontage (siehe **Fig. 5**) bestimmt.

[0067] In diesem Fall sind die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm der Dicken G1, G2 und Gm des Felgenpassabschnitts vor und nach der Felgenmontage vorzugsweise in einem Bereich von 10 (%) bis 60 (%), mehr bevorzugt in einem Bereich von 15 (%) bis 50 (%), noch mehr bevorzugt in einem Bereich von 20 (%) bis 45 (%), und am meisten bevorzugt in einem Bereich von 25 (%) bis 40 (%). Somit werden die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm der Dicken G1, G2 und Gm im Vergleich zu der üblichen Reifenkonstruktion mit einem hohen Gummibelegungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X größer (insbesondere bei den Reifenkonstruktionen mit Wulstfüllern mit dem gleichen Querschnitt des Wulstkerns oder mehr). Demzufolge werden die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts des Wulstabschnitts geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt den Felgenpassdruck sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit bei der Montage der Reifenfelge aufgrund eines zu hohen Felgenpassdrucks.

[0068] Die Änderungsrate ΔGi ist bestimmt als $\Delta Gi = (Gi - Gi')/Gi \times 100$ unter Verwendung der Dicken Gi und Gi' vor und nach der Felgenmontage an einem gegebenen Messpunkt. Zum Beispiel wird die Änderungsrate $\Delta G1$ als $\Delta G1 = (G1 - G1')/G1 \times 100$ unter

Verwendung der Dicke G1 vor der Felgenmontage G1 (siehe **Fig. 3**) und der Dicke G1' nach der Felgenmontage (siehe **Fig. 5**) berechnet.

[0069] Die oben genannten Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts werden beispielsweise von der Konfiguration der Polstergummischicht 20 (siehe **Fig. 6**) und der Konfiguration der Kegelwinkel der Wulstbasis Bb umgesetzt (siehe **Fig. 7**) wie unten beschrieben.

[0070] Zusätzlich erfüllen die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts vorzugsweise eine Bedingung $|\Delta Gm - \Delta G2| < |\Delta G1 - \Delta Gm|$. Entsprechend wird der Unterschied zwischen der Änderungsrate $|\Delta G1 - \Delta Gm|$ auf der Seite der Wulstzehe Bt größer eingestellt als die Differenz zwischen der Änderungsrate $|\Delta Gm - \Delta G2|$ an der Seite der Wulstferse Bh. Genauer gesagt erfüllen die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm ein Verhältnis $20 (\%) \leq |(\Delta G1 - \Delta Gm) / (\Delta Gm - \Delta G2)| \leq 450 (\%)$ und mehr bevorzugt $30 (\%) \leq |(\Delta G1 - \Delta Gm) / (\Delta Gm - \Delta G2)| \leq 300 (\%)$. Demzufolge wird das Verhältnis zwischen den Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts geeignet gemacht. Das heißt, die oben genannte untere Grenze verbessert die Felgenpassung des Reifens. Außerdem verbessert die oben genannte Obergrenze die Handhabbarkeit des Reifens bei der Felgenmontage.

[0071] Außerdem weisen die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm der Dicken G1, G2 und Gm des Felgenpassabschnitts vorzugsweise ein Verhältnis $\Delta G2 < \Delta Gm < \Delta G1$ auf. Mit anderen Worten, die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm nehmen in Richtung der Wulstzehe Bt zu. Als Folge davon wird die Felgenpassung des Reifens verbessert.

[0072] Zusätzlich haben die Dicken G1, G2 und Gm des Felgenpassabschnitts des Reifens in dem Zustand vor der Felgenmontage in der in **Fig. 3** veranschaulichten Konfiguration ein Verhältnis von $G2 < Gm < G1$. Mit anderen Worten, die Dicken G1, G2 und Gm des Felgenanschlussabschnitts vergrößern sich in Richtung der Wulstzehe Bt. Demzufolge wird das Verhältnis zwischen den Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm geeignet gemacht. Außerdem liegt in einem Reifen für einen Pkw die Dicke G1 vorzugsweise in einem Bereich von $G1 \leq 8,0$ (mm) und mehr bevorzugt in dem Bereich von $G1 \leq 6,0$ (mm). Zusätzlich liegt die Dicke G2 vorzugsweise in einem Bereich von $1,0$ (mm) $\leq G2$ und mehr bevorzugt in einem Bereich von $2,0$ (mm) $\leq G2$. Demzufolge wird das Gummivolumen in dem Felgenpassabschnitt auf der inneren Seite des Wulstkerns 11 in Radialrichtung geeignet gemacht.

[0073] Außerdem weisen eine Breite Wc2 (mm) von der innersten Schicht des Wulstkerns 11 in der Drahtanordnungsstruktur (siehe **Fig. 4**) die Änderungsrate

ΔGm (%) des Mittelpunkts C_m , und der Reifeninnendurchmesser RD in Zoll (siehe **Fig. 2**) vorzugsweise ein Verhältnis $1,0 (\% \cdot \text{mm/Zoll}) \leq Wc2 \times \Delta Gm/RD \leq 50 (\% \cdot \text{mm/Zoll})$, mehr bevorzugt ein Verhältnis $2,0 (\% \cdot \text{mm/Zoll}) \leq Wc2 \times \Delta Gm/RD \leq 40 (\% \cdot \text{mm/Zoll})$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $5,0 (\% \cdot \text{mm/Zoll}) \leq Wc2 \times \Delta Gm/RD \leq 30 (\% \cdot \text{mm/Zoll})$ auf. Demzufolge werden das Verhältnis zwischen der Breite $Wc2$ der innersten Schicht des Wulstkerns 11 und der Änderungsrate ΔGm geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt die Felgenpassung des Reifens sicher. Außerdem verbessert die oben genannte Obergrenze die Handhabbarkeit des Reifens bei der Felgenmontage.

[0074] Wie in der **Fig. 4** veranschaulicht, wird die Breite $Wc2$ von der innersten Schicht der Drahtanordnungsstruktur als die maximale Breite einschließlich der innersten und äußersten Drahtquerschnitte in Reifenquerrichtung gemessen.

[0075] Zusätzlich liegt die Breite $Wc2$ der innersten Schicht in der Drahtanordnungsstruktur vorzugsweise in einem Bereich von $3,0 (\text{mm}) \leq Wc2 \leq 10,0 (\text{mm})$, und mehr bevorzugt in einem Bereich von $4,5 (\text{mm}) \leq Wc2 \leq 9,6 (\text{mm})$.

Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns

[0076] Wie in **Fig. 4** dargestellt wird der Wulstkern 11 durch Wickeln von Wulstdrähten 111 in einer ringartigen und mehrfachen Weise gebildet und weist eine vorbestimmte Drahtanordnungsstruktur in einer Querschnittsansicht in der Reifenmeridianrichtung auf. Die Drahtanordnungsstruktur ist durch die Anordnung der Drahtquerschnitte der Wulstdrähte 111 bestimmt. Außerdem besteht die Drahtanordnungsstruktur aus einer Vielzahl von laminierten Schichten in Reifenradialrichtung, und diese Schichten sind aus einer Vielzahl von Drahtquerschnitten gebildet, die in einer Reihe in Reifenquerrichtung ausgerichtet sind. Außerdem ist die innerste Schicht der Drahtanordnungsstruktur im Wesentlichen parallel zu der Felgenpassfläche des Wulstabschnitts und liegt dem Wulstsitz 101 der Felge 10 gegenüber, während der Reifen in die Felge passt (siehe **Fig. 3**).

[0077] Bei dem Herstellungsprozess des Wulstkerns 11 wird eine Kernformschablone (nicht veranschaulicht) verwendet, und ein oder mehrere Wulstdrähte 111 werden um die Kernformschablone in einer vorbestimmten Drahtanordnungsstruktur herumgewickelt, um den unvulkanisierten Wulstkern 11 zu bilden. Dann wird der geformte Wulstkern 11 vor einem Vulkanisierungsformschritt eines Rohreifens vorvulkanisiert. Es ist zu beachten, dass keine solche Beschränkung beabsichtigt ist und dass die Vorvulkanisation des Wulstkerns 11 weggelassen werden kann, und der unvulkanisierte Wulstkern 11 in den

Rohreifen eingebaut werden kann, um den Vulkanisierungsformschritt des Rohreifens durchzuführen.

[0078] Zusätzlich umfasst der Wulstdraht 111 einen Drahtstrang und ein Isolationsgummi, das den Drahtstrang (nicht veranschaulicht) bedeckt. Außerdem wird der Strang aus Stahl hergestellt. Außerdem besteht der Isolationsgummi vorzugsweise aus einer Gummizusammensetzung mit einer Mooney-Viskosität von 70 (M) oder mehr. Die Mooney-Viskosität wird gemäß JIS K6300-1 berechnet: 2013 bestimmt.

[0079] Darüber hinaus berührt in der in **Fig. 2** veranschaulichten Konfiguration wie oben beschrieben der umgeschlagene Bereich 132 der Karkassenschicht 13 den Körperteil 131 der Karkassenschicht 13 zur Bildung des geschlossenen Bereichs X, der den Wulstkern 11 umgibt. Zusätzlich ist das Gummibeleungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X so eingestellt, dass es klein ist, was das Gewicht des Wulstabschnitts reduziert. In diesem Fall wird, um die Beständigkeit des Wulstabschnitts zu verbessern, die Erzeugung des Hohlraums in dem geschlossenen Bereich X vorzugsweise unterdrückt.

[0080] Somit hat, wie in **Fig. 4** dargestellt, die Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns 11 eine Keilform, die in Reifenradialrichtung zur Außenseite hin vorsteht. Genauer gesagt ist eine Schicht, in der die Anzahl der Drahtquerschnitte der Drahtanordnungsstruktur am größten ist (in der **Fig. 4**, die zweite Schicht von der innersten Schicht), bestimmt als die maximale Anordnungsschicht. In diesem Fall ist die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung (3 in **Fig. 4**) größer als die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der inneren Seite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung (1 in **Fig. 4**). Außerdem verringert sich die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung monoton von der maximalen Anordnungsschicht in Richtung der Außenseite in der Reifenradialrichtung. Ferner liegt die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte vorzugsweise in einem Bereich von 4 zu 6. Vorzugsweise beträgt die Anzahl der Drahtquerschnitte in der maximalen Anordnungsschicht der Drahtanordnungsstruktur 4 oder 5, und die Anzahl der Drahtquerschnitte in der äußersten Schicht in Reifenradialrichtung ist 1 oder 2.

[0081] Weiterhin sind die Drahtquerschnitte in der dichtest gepackten Struktur in dem Bereich der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung angeordnet. Der Ausdruck „dichtest gepackte Struktur“ bezieht sich auf den Zustand, in dem Zentren von drei benachbarten Drahtquerschnitten ein im Wesentlichen regelmäßi-

ges Dreieck in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung bilden. In einer solchen dichtesten gepackten Struktur erhöht sich im Vergleich zu der Gitteranordnungsstruktur, in der Reihen von Drahtquerschnitten in Längsrichtung und Breitenrichtung orthogonal zueinander sind, die Anordnungsdichte der Drahtquerschnitte des Wulstkerns 11, was die Bruchfestigkeit des Wulstkerns 11 verbessert. Es ist zu beachten, dass in dem oben erwähnten dichtesten gepackten Zustand nicht alle Sätze benachbarter Drahtquerschnitte miteinander in Kontakt stehen müssen und einige Sätze mit einem kleinen Spalt (nicht veranschaulicht) beabstandet sein können.

[0082] In einer Konfiguration, wie in der in **Fig. 3** veranschaulichten, erstrecken sich der Körperteil 131 und der umgeschlagene Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 in Richtung der Außenseite in Reifenradialrichtung entlang der Keilform der Drahtanordnungsstruktur während sie an den linken und rechten Seiten des Wulstkerns 11 in Reifenquerrichtung anstoßen, und gehen in die Y-Form über, und kommen miteinander in Kontakt. Demzufolge wird ein Spalt zwischen dem Vereinigungsabschnitt des Körperteils 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und einem oberen Abschnitt (dem so genannten Wulstdach) auf der Außenseite des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung kleiner, was die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert. Insbesondere kann die oben erwähnte Struktur, die keinen Wulstfüller enthält, vorteilhafterweise das Gummibeleungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X verringern. Außerdem wird, da der umgeschlagene Abschnitt 132 sich mit einem stumpfen Winkel an dem Vereinigungsabschnitt mit dem Körperteil 131 biegen kann, das Ausmaß der Durchbiegung des umgeschlagenen Abschnitts 132 reduziert, was eine Verbesserung der Beständigkeit des Wulstabschnitts darstellt.

[0083] Weiterhin ist die Anzahl der Drahtquerschnitte in der innersten Schicht in Reifenradialrichtung in der Drahtanordnungsstruktur 3 oder 4, und ist vorzugsweise gleich oder kleiner als die Anzahl der Drahtquerschnitte in der maximalen Anordnungsschicht.

[0084] Außerdem werden, wie in der **Fig. 4** veranschaulicht, die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 an Eckabschnitten des Drahtquerschnitts auf der inneren Seite in Reifenradialrichtung und auf der Innenseite und Außenseite in Reifenquerrichtung in der Drahtanordnungsstruktur bestimmt. Die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 liegen in einem Bereich von $80 \text{ (Grad)} \leq \theta_1$ und $80 \text{ (Grad)} \leq \theta_2$. Das heißt, die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 des Drahtquerschnitts sind jeweils im Wesentlichen rechtwinklige oder stumpfe Winkel. Außerdem liegen, wie in **Fig. 4** veranschaulicht, die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 der Drahtquerschnitte vorzugsweise in einem Bereich von $100 \text{ (Grad)} \leq \theta_1 \leq$

150 (Grad) und $100 \text{ (Grad)} \leq \theta_2 \leq 150 \text{ (Grad)}$. Demzufolge wird eine Unterbrechung der Drahtanordnungsstruktur während der Reifenvulkanisation unterdrückt, was die Felgenpassung des Reifens und die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert. Wenn darüber hinaus die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 der Drahtquerschnitte jeweils einen stumpfen Winkel bilden, kann die Karkassenlage entlang dem Eckabschnitt des Wulstkerns 11 auf der inneren Seite in Reifenradialrichtung umgeschlagen werden, kann das Gummibeleungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X das Gewicht des Wulstabschnitts weiter reduzieren.

[0085] Die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 werden jeweils als ein Winkel gemessen, der durch eine Linie gebildet wird, die die Mittelpunkte der drei Drahtquerschnitte verbindet, was den Eckabschnitt in der Drahtanordnungsstruktur darstellt.

[0086] Außerdem weisen in der **Fig. 4** eine maximale Breite Wc_1 und eine maximale Höhe Hc_1 des Wulstkerns 11, und ein Gesamtquerschnittsbereich S der Wulstdrähte 111 des Wulstkerns 11 vorzugsweise ein Verhältnis $1,20 \leq Wc_1 \times Hc_1/S \leq 5,00$, mehr bevorzugt ein Verhältnis $1,50 \leq Wc_1 \times Hc_1/S \leq 4,50$, und noch mehr bevorzugt ein Verhältnis $1,80 \leq Wc_1 \times Hc_1/S \leq 4,00$ auf. Demzufolge wird die Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns 11 geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt die Anzahl der Drahtquerschnitte und die Felgenpassung des Reifens sicher. Außerdem verringert die oben erwähnte obere Grenze das Gewicht des Wulstkerns 11.

[0087] Es ist zu beachten, dass die Gesamtquerschnittsfläche S der Wulstdrähte die Querschnittsfläche des Isolationsgummis nicht einschließt.

[0088] Weiterhin liegt die gesamte Querschnittsfläche S der Wulstdrähte 111 vorzugsweise in einem Bereich von $5 \text{ (mm}^2) \leq S \leq 35 \text{ (mm}^2)$, mehr bevorzugt in einem Bereich von $6 \text{ (mm}^2) \leq S \leq 32 \text{ (mm}^2)$, und noch mehr bevorzugt in einem Bereich von $7 \text{ (mm}^2) \leq S \leq 28 \text{ (mm}^2)$. Demzufolge wird der gesamte Querschnittsbereich S der Wulstdrähte 111 geeignet gemacht. Insbesondere stellt die oben erwähnte untere Grenze die Gesamtquerschnittsfläche S der Wulstdrähte 111 sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem verringert die oben erwähnte obere Grenze das Gewicht des Wulstkerns 11.

[0089] Außerdem liegt der Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahts 111 (siehe **Fig. 4**) vorzugsweise in einem Bereich von $0,8 \text{ (mm)} \leq \phi \leq 1,5 \text{ (mm)}$, mehr bevorzugt in einem Bereich von $0,9 \text{ (mm)} \leq \phi \leq 1,4 \text{ (mm)}$ und noch stärker bevorzugt in einem Bereich von $1,0 \text{ (mm)} \leq \phi \leq 1,3 \text{ (mm)}$. Demzufolge wird der Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes 111 geeignet

gemacht. Insbesondere stellt die oben erwähnte untere Grenze den Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahts 111 sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem verringert die oben erwähnte obere Grenze das Gewicht des Wulstkerns 11.

[0090] Außerdem weisen in der **Fig. 4** eine Höhe $Hc2$ der Tangentenlinie $L1$ der innersten Schicht in der Drahtanordnungsstruktur zu der maximalen Breitenposition des Wulstkerns 11, und die maximale Höhe $Hc1$ des Wulstkerns 11 vorzugsweise ein Verhältnis $1,10 \leq (Hc1 - Hc2)/Hc2 \leq 2,80$ auf, mehr bevorzugt ein Verhältnis $1,30 \leq (Hc1 - Hc2)/Hc2 \leq 2,50$ und noch mehr bevorzugt ein Verhältnis $1,50 \leq (Hc1 - Hc2)/Hc2 \leq 2,30$ auf. Demzufolge wird die Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns 11 geeignet gemacht.

[0091] Die maximale Höhe $Hc1$ des Wulstkerns wird als maximale Höhe des Wulstkerns relativ zu der Tangentenlinie $L1$ gemessen.

[0092] Die Höhe $Hc2$ der maximalen Breitenposition des Wulstkerns wird als Abstand zwischen der Tangentenlinie $L1$ und einer imaginären Linie gemessen, die die Mittelpunkte der Drahtquerschnitte verbindet, die die maximale Anordnungsschicht bilden. In der Konfiguration, in der die Drahtanordnungsstruktur eine Vielzahl von maximalen Anordnungsschichten einschließt, wird die Höhe $Hc2$ der maximalen Breitenposition unter Verwendung der maximalen Anordnungsschicht auf der äußersten Seite in Reifenradialrichtung gemessen.

[0093] Beispielsweise ist in der in **Fig. 4** veranschaulichten Konfiguration die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte 5, und die Anzahl Drahtquerschnitte ist auf 3 - 4 - 3 - 2 - 1 in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung eingestellt. Somit ist die Anzahl der Drahtquerschnitte in der maximalen Anordnungsschicht 4. Außerdem ist die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung 3, und die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der inneren Seite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung ist 1. Folglich ist die maximale Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung asymmetrisch und ist in Richtung der Innenseite in Reifenradialrichtung von der Mitte der Drahtanordnungsstruktur in Reifenradialrichtung vorgespannt. Weiterhin weist die Drahtanordnungsstruktur auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung eine lange Struktur auf. Außerdem verringert sich die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht Schritt für Schritt von der maximalen Anordnungsschicht in Richtung der Außenseite in Reifenradialrichtung. Auch alle Drahtquerschnitte sind mit der dichtest gepackten Struktur angeordnet. Somit

sind die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 der Drahtquerschnitte an den linken und rechten Eckabschnitten in der Drahtanordnungsstruktur in Reifenradialrichtung jeweils etwa 135 (Grad) (genauer gesagt, in einem Bereich von 130 (Grad) bis 140 (Grad)). Darüber hinaus ist die maximale Anordnungsschicht des Drahtquerschnitts nicht die innerste Schicht in Reifenradialrichtung. Außerdem erhöht sich die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht nacheinander von der innersten Schicht zur maximalen Anordnungsschicht. Dies optimiert die Drahtanordnungsstruktur.

[0094] Außerdem weisen in der **Fig. 3** ein Abstand Hg in Reifenradialrichtung von dem äußeren Ende des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung zu dem Kontaktabschnitt zwischen dem Körperteil 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13, und der Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes 111 vorzugsweise ein Verhältnis von $Hg/\phi \leq 7,0$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis von $Hg/\phi \leq 3,0$ auf. Demzufolge wird die Steifigkeit um den Wulstkern 11 verbessert. Es ist zu beachten, dass im Falle von $Hg=0$ die untere Grenze des Verhältnisses von Hg/ϕ $0 \leq Hg/\phi$ ist.

Dicke des Felgenpassabschnitts

[0095] **Fig. 6** ist eine Erläuterungsansicht, die den in **Fig. 3** veranschaulichten Felgenpassabschnitt veranschaulicht. Diese Figur veranschaulicht den Felgenpassabschnitt in dem Zustand vor der Felgenmontage. In dieser Figur erhalten gleiche Bestandteile wie die in **Fig. 3** veranschaulichten Bestandteile die gleichen Bezugszeichen, und Erklärungen für diese werden weggelassen.

[0096] In **Fig. 6**, wie oben beschrieben, wird die Dicke $G2$ in Reifenradialrichtung von dem Kontaktpunkt $C2$ zwischen der Tangentenlinie $L1$ auf der innersten Schicht auf der Drahtanordnungsstruktur und der äußerste Drahtquerschnitt in Reifenquerrichtung bis zur Felgenpassfläche bestimmt. In diesem Fall weisen die Dicke $G2$ und der Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes 111 (siehe **Fig. 4**) vorzugsweise ein Verhältnis $1,3 \leq G2/\phi \leq 9,5$ und mehr bevorzugt ein Verhältnis $1,8 \leq G2/\phi \leq 5,5$ auf. Demzufolge wird die Dicke $G2$ des Felgenpassabschnitts geeignet gemacht. Das heißt, die oben genannte untere Grenze stellt die Dicke $G2$ des Felgenpassabschnitts sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage aufgrund einer zu großen Dicke $G2$ des Felgenpassabschnitts.

[0097] Außerdem wird in **Fig. 6** ein Schnittpunkt Q zwischen einer geraden Linie, die den Kontaktpunkt $C2$ des Wulstkerns 11 passiert und parallel zur Rei-

fenquerrichtung liegt, und einer Außenwandfläche des Felgenpassabschnitts in Reifenquerrichtung bestimmt. Weiterhin wird die Dicke W von dem Kontaktpunkt C2 des Wulstkerns 11 bis zu dem Punkt Q der Felgenpassfläche in Reifenquerrichtung bestimmt. In diesem Fall weisen der Außendurchmesser ϕ der Dicke W_h und der Wulstdraht 111 (siehe **Fig. 4**) vorzugsweise ein Verhältnis $2,0 \leq W_h/\phi \leq 15,0$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $2,5 \leq W_h/\phi \leq 10,0$ auf. Demzufolge wird die Dicke W_h des Felgenpassabschnitts geeignet gemacht. Das heißt, die oben genannte untere Grenze stellt die Dicke W_h des Felgenpassabschnitts sicher, um den Felgenpassabschnitt des Reifens und die Beständigkeit des Felgenpassabschnitts sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage aufgrund einer zu großen Dicke W_h des Felgenpassabschnitts.

[0098] Zusätzlich, wie in **Fig. 6** dargestellt, wird die Polstergummischicht 20 zwischen der innersten Schicht des Wulstkerns 11 und dem Radkranzpolstergummi 17 eingefügt. Die Polstergummischicht 20 ist ein Element mit einer niedrigeren Gummihärte als das Radkranzpolstergummi 17, und schließt beispielsweise die Innenauskleidung 18, ein die Innenauskleidung 18 mit der Karkassenschicht 13 verbindendes Verbindungsgummi (nicht veranschaulicht) und so weiter, ein, und schließt keine Karkassenlage ein. Zusätzlich kann die Polstergummischicht 20 mit der Innenauskleidung 18 und dem Verbindungsgummi integriert sein, oder sie kann von der Innenauskleidung und dem Verbindungsgummi (nicht veranschaulicht) getrennt sein. Außerdem kann die Polstergummischicht 20 aus dem gleichen Kautschukmaterial wie die Innenauskleidung 18 und das Verbindungsgummi hergestellt sein, oder aus unterschiedlichen Kautschukmaterialien (nicht veranschaulicht). Weiterhin verläuft die Polstergummischicht 20 vorzugsweise quer in Reifenquerrichtung in dem Bereich von dem Kontaktpunkt C1 bis zum Mittelpunkt C_m des Wulstkerns 11, vorzugsweise von dem Kontaktpunkt C1 zu dem Kontaktpunkt C2. In einer solchen Konfiguration ist die Polstergummischicht 20 zwischen der innersten Schicht des Wulstkerns 11 und der Felgenpassfläche des Wulstabschnitts angeordnet, wodurch die Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m des Felgenpassabschnitts erhöht werden, um die Felgenpassung des Reifens zu verbessern. Außerdem wird der Anpressdruck der Felgenpassfläche gegen die Felge 10 einheitlich gemacht.

[0099] Außerdem ist die Gummihärte der Polstergummischicht 20 geringer als die Gummihärte des Radkranzpolstergummis 17, vorzugsweise um 5 oder mehr, und mehr bevorzugt um 8 oder mehr. Demzufolge wird der Effekt des Erhöehens der Ände-

rungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m des Felgenpassabschnitts in geeigneter Weise erhalten.

[0100] Zum Beispiel erstreckt sich in der in **Fig. 6** veranschaulichten Konfiguration in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung die Polstergummischicht 20 von der Reifenhohlraumfläche zu der Außenseite des Reifens in Reifenquerrichtung entlang des umgeschlagenen Abschnitts 132 der Karkassenschicht 13, und ist zwischen dem Wulstkern 11 und die dem Radkranzpolstergummi 17 eingeklemmt. Ferner erstreckt sich die Polstergummischicht 20 über den Mittelpunkt C_m in der innersten Schicht des Wulstkerns 11 zu dem am weitesten außen liegenden Kontaktpunkt C2. Außerdem endet ein äußeres Ende der Polstergummischicht 20 in Reifenquerrichtung an der Innenseite der Tangentenlinie L1 des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung. Entsprechend erstreckt sich das Ende der Polstergummischicht 20 nicht zu der Außenseitenfläche des Wulstkerns 11 in Reifenquerrichtung. Demzufolge werden die Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m zwischen dem Wulstkern 11 und der Felgenpassfläche (insbesondere die Wulstbasis von Bb) effektiv erhöht, während die Steifigkeit zwischen dem Wulstkern 11 und dem Flansch 102 der Felge 10 (siehe **Fig. 2**) in geeigneter Weise sichergestellt wird. Es ist jedoch keine solche Einschränkung vorgesehen, und das äußere Ende der Polstergummischicht 20 in Reifenquerrichtung kann sich weiter zu der Außenseite in Reifenradialrichtung von der Tangentenlinie L1 des Wulstkerns 11 erstrecken.

[0101] Außerdem haben in **Fig. 6** die Dicken T_{c1} , T_{c2} der Polstergummischicht 20 zwischen den Messpunkten C1, P1; C2, P2 der Dicken G_1 , G_2 des Felgenpassabschnitts das Verhältnis $T_{c2} < T_{c1}$. Mit anderen Worten, die Dicke T_{c1} der Polstergummischicht 20 auf der Seite der Wulstzehe Bt ist vorzugsweise größer als die Dicke T_{c2} der Polstergummischicht 20 auf der Seite der Wulstferse Bh. Demzufolge ist die Änderungsrate ΔG_1 des Felgenpassabschnitts auf der Seite der Wulstzehe Bt größer als die Änderungsrate ΔG_2 des Felgenpassabschnitts auf der Seite der Wulstferse Bh ($\Delta G_2 < \Delta G_1$), was eine Verbesserung der Felgenpassung des Reifens bedingt.

[0102] Außerdem kann, wie oben beschrieben, das Verhältnis der Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m des Felgenpassabschnitts durch Einstellen des Verhältnisses zwischen den Dicken der Polstergummischicht 20 die zwischen den Messpunkten C1, P1; C2, P2; C_m , P_m der Dicken G_1 , G_2 und G_m des Felgenanschlussabschnitts angepasst werden.

[0103] Außerdem liegt ein Mittelwert der Dicken der Polstergummischicht 20 im Bereich von dem Kontaktpunkt C1 zu dem Kontaktpunkt C2 in Reifenquerrichtung vorzugsweise in einem Bereich von 0,3

(mm) bis 3,0 (mm). Demzufolge wird die durchschnittliche Dicke der Polstergummischicht 20 geeignet gestaltet. Mit anderen Worten, die Wirkung der Polstergummischicht 20, die die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenanschlussabschnitts erhöht, wird in geeigneter Weise durch die oben erwähnte untere Grenze erhalten. Darüber hinaus unterdrückt die obere Grenze einen Rückgang der Steifigkeit des Felgenpassabschnitts des Reifens aufgrund einer übergroßen Menge der Polstergummischicht 20.

[0104] Außerdem weisen in **Fig. 6** die Dicke $G1$ des Felgenpassabschnitts auf der Seite der Wulstzehe Bt und die Dicke $Tc1$ der Polstergummischicht 20 vorzugsweise ein Verhältnis $0,03 \leq Tc1/G1 \leq 0,95$, und mehr bevorzugt ein Verhältnis $0,05 \leq Tc1/G1 \leq 0,85$ auf. Demzufolge wird die durchschnittliche Dicke der Polstergummischicht 20 geeignet gestaltet. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze gewährleistet in geeigneter Weise die Wirkung der Polstergummischicht 20 und erhöht die Änderungsrate $\Delta G1$ des Felgenpassabschnitts. Außerdem stellt die oben genannte obere Grenze die Dicke $G1$ des Radkranzpolstergummis 17 sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen.

[0105] Außerdem erstreckt sich auf der Seite des Reifenhohlraums die Polstergummischicht 20 von dem Messpunkt auf der Außenseite des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung mit der Höhe $H1$ (siehe **Fig. 2**) in Richtung der Außenseite in der Reifenradialrichtung vorzugsweise über 5 (mm) oder mehr.

Form der Felgenpassfläche

[0106] **Fig. 7** ist eine Erläuterungsansicht, die den in **Fig. 3** veranschaulichten Felgenpassabschnitt veranschaulicht. Diese Figur veranschaulicht den Felgenpassabschnitt in dem Zustand vor der Felgenmontage. In dieser Figur erhalten gleiche Bestandteile wie die in **Fig. 3** veranschaulichten Bestandteile die gleichen Bezugszeichen, und Erklärungen für diese werden weggelassen.

[0107] Wie in der **Fig. 7** veranschaulicht, wird eine Linie, die tangential zu der Felgenpassfläche an dem Schnittpunkt $P2$ liegt, bestimmt als eine Erweiterungslinie $L2$ der Wulstbasis Bb , in einer Querschnittsansicht vor der Felgenmontage in Reifenmeridianrichtung.

[0108] In diesem Fall liegt ein Neigungswinkel α der Verlängerungslinie $L2$ der Wulstbasis Bb mit Bezug auf die Tangentelinie $L1$ des Wulstkerns 11 vorzugsweise in einem Bereich von 3 (Grad) $\leq \alpha \leq 15$ (Grad) und mehr bevorzugt in dem Bereich von 6 (Grad) $\leq \alpha \leq 12$ (Grad).

[0109] Außerdem weisen der Neigungswinkel α (Grad) der Verlängerungslinie $L2$ von der Wulstbasis Bb , die Änderungsrate ΔGm (%) des Felgenpassabschnitts und eine Reifennennbreite WA (dimensionslos) vorzugsweise ein Verhältnis 0 (%·Grad) $\leq \Delta Gm \times \alpha/WA \leq 7$ (%·Grad) und mehr bevorzugt ein Verhältnis $0,5$ (%·Grad) $\leq \Delta Gm \times \alpha/WA \leq 5,0$ (%·Grad) auf. Demzufolge wird das Verhältnis $\Delta Gm \times \alpha/WA$, das die Felgenpassung des Reifens angibt, geeignet gemacht. Mit anderen Worten, im Allgemeinen ist, wenn die Reifennennbreite WA größer ist, die Felgenpassung des Reifens niedriger. Außerdem erhöht sich, wenn der Neigungswinkel α der Wulstbasis Bb und die Änderungsrate ΔGm des Randpassabschnitts größer sind, der Passdruck gegen die Felge zur Verbesserung der Felgenpassung des Reifens. Daher erhöht die oben genannte untere Grenze ein Verhältnis $\Delta Gm \times \alpha/WA$ zur Verbesserung der Felgenpassung des Reifens. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Montagebearbeitbarkeit der Reifenfelge aufgrund eines exzessiven Felgenpassdrucks. Es ist zu beachten dass in dem Fall des Neigungswinkels $\alpha = 0$ (Grad) der Neigungswinkel $\Delta Gm \times \alpha/WA = 0$ beträgt.

[0110] Außerdem werden, wie in der **Fig. 7** veranschaulicht, in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung, wenn die Wulstbasis Bb eine Form aufweist, die durch Verbinden von zwei Typen von linearen Abschnitten mit unterschiedlichen Neigungswinkeln zueinander gebildet wird (sogenannte zweistufige konische Form), eine Verlängerungslinie $L2$ des linearen Abschnitts auf der Seite der Wulstferse Bh der Wulstbasis Bb der Felgenpassfläche und eine Verlängerungslinie $L3$ von dem linearen Abschnitt auf der Seite der Wulstzehe Bt bestimmt.

[0111] In diesem Fall weisen die Neigungswinkel α , β der Verlängerungslinien $L2$ und $L3$ der Wulstbasis Bb mit Bezug auf die Tangentelinie $L1$ des Wulstkerns 11 vorzugsweise ein Verhältnis von $0 \leq \beta/a \leq 5,0$ und mehr bevorzugt ein Verhältnis von $1,8 \leq \beta/a \leq 4,0$ auf. Demzufolge wird die zweistufige konische Form der Wulstbasis Bb geeignet gemacht. Das heißt, durch die oben erwähnte untere Grenze wird in geeigneter Weise die Wirkung erzielt, die Felgenpassung des Reifens aufgrund der zweistufigen verjüngten Form zu verbessern. Außerdem unterdrückt die oben erwähnte obere Grenze das Auftreten eines Vulkanisationsfehlers in der Wulstbasis Bb .

[0112] Außerdem wird in **Fig. 7** ein Schnittpunkt R der zwei Typen von linearen Abschnitten der Wulstbasis Bb bestimmt.

[0113] In diesem Fall weisen ein Abstand Lr von der Wulstzehe Bt zu dem Schnittpunkt R in Reifenquerrichtung und ein Abstand Lm von der Wulstzehe Bt zu dem Mittelpunkt Cm in Reifenquerrichtung vor-

zugsweise ein Verhältnis $0,50 \leq L_r/L_m \leq 4,0$ und mehr bevorzugt ein Verhältnis $0,70 \leq L_r/L_m \leq 3,3$ auf. Demzufolge wird die Position des Schnittpunkts R geeignet gemacht, wobei in geeigneter Weise die Wirkung erzielt wird, die Felgenpassung des Reifens aufgrund der zweistufigen verjüngten Form zu verbessern.

[0114] Außerdem liegt in der in **Fig. 7** veranschaulichten Konfiguration der Anordnungswinkel θ_1 (siehe **Fig. 4**) des Drahtquerschnitts an dem Eckabschnitt auf der Innenseite in Reifenradialrichtung und auf der Innenseite in Reifenquerrichtung in der Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns 11 in einem Bereich von 130 (Grad) bis 140 (Grad). Außerdem sind die zwei Typen von linearen Abschnitten der Wulstbasis Bb miteinander und als ein glatter Bogen verbunden, der in Richtung der Außenseite in Reifenradialrichtung vorsteht. Außerdem ist der Schnittpunkt R zwischen dem Kontaktpunkt C1 und dem Mittelpunkt Cm des Wulstkerns 11 positioniert.

[0115] In **Fig. 7** sind ein Abstand Dt in der Reifenradialrichtung und ein Abstand Wt in der Reifenquerrichtung von dem Kontaktpunkt C1 des Wulstkerns 11 zu der Wulstzehe Bt bestimmt. In diesem Fall weisen die Abstände Dt, Wt und die Dicke G1 von dem Kontaktpunkt C1 zu der Felgenpassfläche in Reifenradialrichtung vorzugsweise ein Verhältnis $7 \text{ (Grad)} \leq \arctan \{(Dt - G1)/Wt\} \leq 30 \text{ (Grad)}$ und mehr bevorzugt ein Verhältnis $9 \text{ (Grad)} \leq \arctan \{(Dt - G1)/Wt\} \leq 25 \text{ (Grad)}$ auf. Demzufolge wird ein Gradient der Felgenpassfläche von dem Wulstkern 11 zu der Wulstzehe Bt in Bezug auf die Reifenaxialrichtung geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt den Gradienten der Felgenpassfläche sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte obere Grenze die Abnahme der Handhabbarkeit der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage bei der Montage, welche durch einen übergroßen Gradienten der Felgenpassfläche verursacht wird.

[0116] Die Abstände Dt, Wt von dem Kontaktpunkt C1 zu der Wulstzehe Bt werden in dem Zustand vor der Felgenmontage gemessen.

Modifizierte Beispiele

[0117] **Fig. 8** bis **12** sind Erläuterungsansichten modifizierter Beispiele des in **Fig. 4** veranschaulichten Wulstkerns. Diese Figuren sind Querschnittsansichten des unvulkanisierten Wulstkerns 11 in Radialrichtung als eine einzelne Komponente.

[0118] In der in **Fig. 4** dargestellten Konfiguration verläuft die Tangentenlinie L1 zu der innersten Schicht des Wulstkerns 11 parallel zur Reifenquerrichtung. Daher beträgt ein Neigungswinkel X, den

die Tangentenlinie L1 mit der Reifenquerrichtung bildet, $X = 0$ (Grad).

[0119] Jedoch ist keine solche Einschränkung beabsichtigt, und wie in **Fig. 8** dargestellt ist der Wulstkern 11 in Bezug auf die Reifenquerrichtung geneigt. Genauer gesagt, der Wulstkern 11 kann in Richtung der Innenseite auf der Seite der Wulstzehe Bt in (siehe **Fig. 3**) in Reifenradialrichtung geneigt sein. In einer solchen Konfiguration nähert sich die Tangentenlinie L1 der innersten Schicht des Wulstkerns 11 an, um parallel zu der Wulstbasis Bb der Felgenpassfläche zu sein. In diesem Fall liegt der Neigungswinkel X der Tangentenlinie L1 in Bezug auf die Reifenquerrichtung vorzugsweise in einem Bereich von $-10 \text{ (Grad)} \leq X \leq 30 \text{ (Grad)}$. Es ist zu beachten, dass der Bereich des relativen Neigungswinkels α der Verlängerungslinie L2 der Wulstbasis Bb in Bezug auf die Tangentenlinie L1 des Wulstkerns 11 wie oben beschrieben ist.

[0120] Zusätzlich wird in der in **Fig. 4** dargestellten Konfiguration, wie oben beschrieben, die Anzahl der Drahtquerschnitte in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung auf 3 - 4 - 3 - 2 - 1 eingestellt. Daher beträgt die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte 5, und die Anzahl der Querschnitte in der äußersten Schicht in der Reifenradialrichtung ist 1.

[0121] Im Gegensatz dazu ist in der in **Fig. 9** veranschaulichten Konfiguration die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte 4, und die Anzahl Drahtquerschnitte ist auf 3 - 4 - 3 - 2 in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung eingestellt. In der in **Fig. 10** veranschaulichten Konfiguration ist die Anzahl von Drahtquerschnitten 6, und die Anzahl der Drahtquerschnitte ist auf 3 - 4 - 5 - 4 - 3 - 2 in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung eingestellt. Wie oben beschrieben kann die Anzahl der Schichten des Drahtquerschnitts 4 oder 6 sein. Außerdem kann die Anzahl der Drahtquerschnitte der äußersten Schicht in Reifenradialrichtung 2 sein. In diesem Fall ist auch die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung (2 in **Fig. 9** und 3 in **Fig. 10**) größer als die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte auf der inneren Seite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung (1 in **Fig. 9** und 2 in **Fig. 10**). Außerdem verringert sich die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht Schritt für Schritt von der maximalen Anordnungsschicht in Richtung der Außenseite in Reifenradialrichtung.

[0122] Außerdem ist in der in **Fig. 4** veranschaulichten Konfiguration die Anzahl der Drahtquerschnitte in der innersten Schicht in Reifenradialrichtung kleiner als die Anzahl der Drahtquerschnitte in der maximalen Anordnungsschicht (der zweiten Schicht von der

innersten Schicht). Also sind alle Drahtquerschnitte, die die Drahtanordnungsstruktur bilden, in der am dichtesten gepackten Struktur angeordnet. Daher liegen die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 der Drahtquerschnitte an den Eckabschnitten auf der Innenseite in der Reifenradialrichtung und auf der Innen- und Außenseite in Reifenquerrichtung in der Drahtanordnungsstruktur jeweils in einem Bereich von 130 (Grad) bis 140 (Grad).

[0123] Im Gegensatz dazu ist in der in den **Fig. 11** und **12** veranschaulichten Konfiguration die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte 5, und die Anzahl Drahtquerschnitte ist auf 4 - 4 - 3 - 2 - 1 in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung eingestellt. Somit ist die Anzahl der Drahtquerschnitte in der innersten Schicht die gleiche wie die Anzahl der Drahtquerschnitte in der maximalen Anordnungsschicht. Außerdem ist in der in **Fig. 11** veranschaulichten Konfiguration der Anordnungswinkel θ_1 des Drahtquerschnitts an dem Eckabschnitt auf der Innenseite in Reifenradialrichtung und auf der Innenseite in Reifenquerrichtung in der Drahtanordnungsstruktur ein spitzer Winkel und liegt in einem Bereich von 55 (Grad) bis 65 (Grad). Auf der anderen Seite ist der Anordnungswinkel θ_2 des Drahtquerschnitts an dem Eckabschnitt auf der Außenseite in Reifenquerrichtung ein stumpfer Winkel und liegt in einem Bereich von 130 (Grad) zu 140 (Grad). Außerdem sind in der in **Fig. 12** gezeigten Konfiguration die Anordnungswinkel θ_1 , θ_2 der Drahtquerschnitte an den linken und rechten Eckabschnitten auf der Innenseite in Reifenradialrichtung in der Drahtanordnungsstruktur jeweils im Wesentlichen rechtwinklig und liegen in einem Bereich von 85 (Grad) bis 95 (Grad). In dieser Art und Weise ist zumindest der Anordnungswinkel θ_2 des Drahtquerschnitts an dem Eckabschnitt auf der Außenseite in Reifenquerrichtung vorzugsweise ein im Wesentlichen rechter Winkel oder ein stumpfer Winkel. In der in der **Fig. 12** veranschaulichten Konfiguration werden die Drahtquerschnitte in einem Gitter auf der Innenseite in Reifenradialrichtung von der maximalen Anordnungsschicht angeordnet. Auf diese Weise ist es ausreichend, dass der Drahtquerschnitt mit der dichtest gepackten Struktur zumindest in jeder Schicht auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung angeordnet ist.

[0124] **Fig. 13** ist eine Erläuterungsansicht eines modifizierten Beispiels des in **Fig. 2** veranschaulichten Wulstkerns. Diese Figur ist die Querschnittsansicht in der Reifenmeridianrichtung, die den Wulstabschnitt des Reifens in dem Zustand vor der Felgenmontage darstellt. **Fig. 14** ist eine Erläuterungsansicht, die eine Drahtanordnungsstruktur des in **Fig. 13** veranschaulichten Wulstkerns 11 veranschaulicht. **Fig. 15** ist eine Erläuterungsansicht, die ein modifiziertes Beispiel des in **Fig. 14** veranschau-

lichten Wulstkerns veranschaulicht. Unter diesen Figuren sind **Fig. 14** und **Fig. 15** Querschnittsansichten in Radialrichtung, die den unvulkanisierten Wulstkern 11 als eine einzelne Komponente veranschaulichen.

[0125] In der in **Fig. 2** veranschaulichten Konfiguration wird, wie oben beschrieben, die Anzahl der Drahtquerschnitte in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung auf 3 - 4 - 3 - 2 - 1 eingestellt (siehe **Fig. 4**). Demzufolge weist die Anordnungsstruktur der Drahtquerschnitte eine Keilform auf, die in Richtung der Außenseite in Reifenradialrichtung spitz zuläuft.

[0126] Im Gegensatz dazu ist in der in **Fig. 13** veranschaulichten Konfiguration wie in **Fig. 14** veranschaulicht, die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte 5, und die Anzahl der Drahtquerschnitte ist auf 3 - 4 - 5 - 4 - 3 in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung eingestellt. Somit kann die Anordnungsstruktur des Drahtquerschnitts eine hexagonale Form aufweisen und kann symmetrisch mit Bezug auf die maximale Anordnungsschicht in einer Höhenrichtung sein.

[0127] In der in **Fig. 15** dargestellten Konfiguration ist die Anzahl der Schichten des Drahtquerschnitts 3, und die Anzahl der Drahtquerschnitte ist in der Reihenfolge von der innersten Schicht in Reifenradialrichtung auf 5 - 5 - 5 eingestellt. In dieser Art und Weise kann die Anordnungsstruktur der Drahtquerschnitte eine viereckige Form aufweisen.

Dicke des Reifenseitenabschnitts

[0128] **Fig. 16** ist eine vergrößerte Ansicht, die einen Reifenseitenabschnitt des in **Fig. 1** veranschaulichten Luftreifens veranschaulicht. Diese Figur ist eine vergrößerte Querschnittsansicht in der Reifenmeridianrichtung bei einer maximalen Reifenbreitenposition A.

[0129] Bei **Fig. 13** liegt eine Gesamtdicke K_1 auf dem Reifenseitenabschnitt an einer maximalen Breitenposition A vorzugsweise in einem Bereich von $2,5 \text{ (mm)} \leq K_1 \leq 6,5$, und mehr bevorzugt von $3,0 \text{ (mm)} \leq K_1 \leq 6,0 \text{ (mm)}$. Demzufolge wird die gesamte Dicke K_1 des Reifenseitenabschnitts geeignet gestaltet. Insbesondere stellt die oben genannte untere Grenze die Gesamtdicke K_1 des Reifenseitenabschnitts sicher, um den Rollwiderstand des Reifens sicherzustellen. Außerdem stellt die oben genannte obere Grenze eine Reduzierung des Gewichts des Reifens sicher.

[0130] Die gesamte Dicke K_1 des Reifenseitenabschnitts wird als Abstand zwischen der Reifeninnenfläche und der Reifenaußenfläche an der maximalen

Reifenbreite Position A in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung gemessen.

[0131] Außerdem liegt eine Dicke K_2 des Seitenwandgummis 16 an der maximalen Breitenposition A vorzugsweise in einem Bereich von $0,3 \text{ (mm)} \leq K_2 \leq 3,0 \text{ (mm)}$, und mehr bevorzugt in einem Bereich von $0,5 \text{ (mm)} \leq K_2 \leq 2,5 \text{ (mm)}$. Demzufolge wird die Dicke K_2 des Seitenwandgummi 16 geeignet gestaltet. Genauer gesagt stellt die oben genannte untere Grenze die Dicke K_2 des Seitenwandgummis 16 zur Sicherstellung der Schnittfestigkeit des Reifenseitenabschnitts sicher. Außerdem stellt die oben genannte obere Grenze eine Reduzierung des Gewichts des Reifens sicher.

Konfiguration mit Wulstfüller

[0132] Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht eines modifizierten Beispiels des in Fig. 2 veranschaulichten Wulstabschnitts. Diese Figur ist die Querschnittsansicht in der Reifenmeridianrichtung, die den Wulstabschnitt des Reifens in dem Zustand vor der Felgenmontage darstellt.

[0133] In der in Fig. 2 veranschaulichten Konfiguration, wie oben beschrieben, schließt der Luftreifen 1 keinen Wulstfüller ein. Genauer gesagt ist das Gummibelegungsverhältnis in dem von dem Körperteil 131 umgebenen geschlossenen Bereich X und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 klein eingestellt, was das Gewicht des Reifens reduziert. Außerdem ist das äußere Verstärkungsgummi 19 zwischen dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und dem Radkranzpolstergummi 17 angeordnet und verstärkt die Federcharakteristiken des Wulstabschnitts. Zusätzlich wird der umgeschlagene Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 an dem Körperteil 131 durch Selbstkontakt verriegelt, und die Höhe H_2 in Reifenradialrichtung des Selbstkontaktabschnitts wird so festgelegt, dass sie in einem vorbestimmten Bereich liegt, um die Beständigkeit des Wulstabschnitts zu verbessern.

[0134] Im Gegensatz dazu ist in der in Fig. 17 veranschaulichten Konfiguration der Luftreifen 1 mit einem Wulstfüller 12 ausgestattet. Außerdem ist der Wulstfüller 12 zwischen dem Körperteil 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 angeordnet. Zusätzlich wird der umgeschlagene Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 an dem Körperabschnitt 131 durch Selbstkontakt verriegelt, um den geschlossenen Bereich X zu bilden. Daher wird das Gummibelegungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X so eingestellt, dass es viel größer ist als in der in Fig. 2 veranschaulichten Konfiguration. Zusätzlich wird, da die Federcharakteristiken des Wulstabschnitts durch den Wulstfül-

ler 12 sichergestellt werden, der äußere Verstärkungsgummi 19 in Fig. 2 weggelassen.

Wirkungen

[0135] Wie oben beschrieben umfasst der Luftreifen 1 die Wulstkerne 11, die durch Wickeln eines oder mehrere Reifenwulstdrähte 111 in einer ringartigen und mehrfachen Weise gebildet werden, die Karkassenschicht 13, die aus einer oder mehreren Karkassenlagen gebildet ist und umgeschlagen wird, so dass sie um die Wulstkerne 11 gewickelt wird und sich zwischen den Wulstkernen 11 erstreckt, und die Radkranzpolstergummis 17, die entlang der umgeschlagenen Abschnitte 132 der Karkassenschicht 13 angeordnet sind, um Felgenpassflächen der Wulstabschnitte zu bilden (siehe Fig. 1 und 2). Zusätzlich hat in einer Querschnittsansicht in der Reifenmeridianrichtung der Wulstkerne 11 eine vorbestimmte Drahtanordnungsstruktur, die durch Anordnen der Drahtquerschnitte der Wulstdrähte 111 gebildet werden (siehe Fig. 4). Darüber hinaus wird Folgendes in der Drahtanordnungsstruktur bestimmt: die Tangentenlinie L_1 , die von der Seite der Felgenpassfläche die innerste Schicht in Reifenradialrichtung und die Drahtquerschnitte auf der innersten Seite und der äußersten Seite in Reifenquerrichtung berührt; die Kontaktpunkte C_1 , C_2 der Tangentenlinie L_1 in Bezug auf die Drahtquerschnitte auf der innersten Seite und der äußersten Seite; der Mittelpunkt C_m des Kontaktpunkte C_1 , C_2 ; und jeweils die Dicken G_1 , G_2 und G_m der Kontaktpunkte C_1 , C_2 und des Mittelpunkts C_m bis zur Felgenpassfläche in Reifenradialrichtung (siehe Fig. 3). In diesem Fall liegen die Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m der Dicken G_1 , G_2 und G_m vor und nach der Felgenmontage jeweils in dem Bereich von 10 (%) bis 60 (%).

[0136] In einer solchen Konfiguration werden die Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m des Felgenpassabschnitts des Wulstabschnitts geeignet gemacht. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt den Felgenpassdruck sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Dieser Effekt ist besonders vorteilhaft in der Struktur, die keinen Wulstfüller enthält (siehe Fig. 2). Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage aufgrund eines exzessiven Felgenpassdrucks.

[0137] Darüber hinaus berührt in dem Luftreifen 1 der umgeschlagene Bereich 132 der Karkassenschicht 13 den Körperteil 131 der Karkassenschicht 13 zur Bildung des geschlossenen Bereichs X, der den Wulstkerne 11 (siehe Fig. 2) umgibt. Außerdem liegt die Gummibelegungsdichte in dem geschlossenen Bereich X bei 15 (%) oder weniger in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung. In einer solchen Konfiguration ist das Gummibelegungsver-

hältnis in dem mit dem Körperteil 131 umgebenen geschlossenen Bereich X und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13, das heißt, das Gummivolumen um den Wulstkern 11, sehr gering. Demzufolge kann der Wulstfüller weggelassen werden, um das Gewicht des Reifens zu reduzieren.

[0138] In dem Luftreifen 1 besteht zwischen dem Abstand Dt in Reifenradialrichtung und dem Abstand Wt in der Reifenquerrichtung von dem Kontaktpunkt $C1$ zu der Wulstzehe Bt , und der Dicke $G1$ in von dem Kontaktpunkt $C1$ zu der Felgenpassfläche in Reifenradialrichtung ein Verhältnis γ (Grad) $\leq \arctan \{(Dt - G1)/Wt\} \leq 30$ (Grad) (siehe **Fig. 7**). Demzufolge ist es vorteilhaft, einen Gradienten der Felgenpassfläche mit Bezug auf die Reifenaxialrichtung von dem Wulstkern 11 zu der Wulstzehe Bt geeignet zu machen. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze stellt den Gradienten der Felgenpassfläche sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Abnahme der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage, welche durch einen starken Gradienten der Felgenpassfläche verursacht wird.

[0139] Darüber hinaus besteht in dem Luftreifen 1 zwischen der Dicke $G2$ des Kontaktpunkts $C2$ bis zur Felgenpassfläche in Reifenradialrichtung (siehe **Fig. 3**) und dem Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes 111 (siehe **Fig. 4**) eine Verhältnis $1,3 \leq G2/\phi \leq 9,5$. Dies kann in vorteilhafter Weise die Dicke $G2$ des Felgenpassabschnitts geeignet machen. Das heißt, die oben genannte untere Grenze stellt die Dicke $G2$ des Felgenpassabschnitts sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte Obergrenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage aufgrund einer zu großen Dicke $G2$ des Felgenpassabschnitts.

[0140] Darüber hinaus besteht in dem Luftreifen 1 zwischen der Dicke Wh in Reifenquerrichtung von dem Kontaktpunkt $C2$ bis zur Felgenpassfläche (siehe **Fig. 6**), und dem Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes 111 (siehe **Fig. 4**) ein Verhältnis $2,0 \leq Wh/\phi \leq 15,0$. Dies kann in vorteilhafter Weise die Dicke Wh des Felgenpassabschnitts geeignet machen. Das heißt, die oben genannte untere Grenze stellt die Dicke Wh des Felgenpassabschnitts sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen. Außerdem unterdrückt die oben genannte obere Grenze die Verschlechterung der Handhabbarkeit der Reifenfelge bei der Montage, die durch eine große Dicke Wh des Felgenpassabschnitts verursacht wird.

[0141] Außerdem erfüllen die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm in dem Luftreifen 1 die Bedingung

$|\Delta Gm - \Delta G2| < |\Delta G1 - \Delta Gm|$. Demzufolge wird vorteilhafterweise das Verhältnis zwischen den Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts geeignet gemacht, um die Felgenpassung des Reifens zu verbessern.

[0142] Außerdem weisen die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm in dem Luftreifen 1 ein Verhältnis $\Delta G2 < \Delta Gm < \Delta G1$ auf. In einer solchen Konfiguration nehmen die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm in Richtung der Wulstzehe Bt zu. Dies kann in vorteilhafter Weise die Felgenpassung des Reifens verbessern.

[0143] Außerdem ist der Luftreifen 1 mit der Polstergummischicht 20 ausgestattet, die eine geringere Gummihärte als das Radkranzpolstergummi 17 aufweist und die zwischen der innersten Schicht des Wulstkerns 11 und dem Radkranzpolstergummi 17 eingefügt ist (siehe **Fig. 2**). In einer solchen Konfiguration ist die Polstergummischicht 20 zwischen dem Wulstkern 11 und der Felgenpassfläche angeordnet, wodurch die Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm des Felgenpassabschnitts erhöht werden und der Anpressdruck der Felgenpassfläche gegen die Felge 10 gleichförmig gemacht wird, um die Felgenpassung zu verbessern.

[0144] Außerdem erstreckt sich in dem Luftreifen 1 die Polstergummischicht 20 zumindest von dem Kontaktpunkt $C1$ des Wulstkerns 11 zu dem Mittelpunkt Cm in Reifenquerrichtung (siehe **Fig. 3**). Demzufolge kann vorteilhafterweise die Wirkung der Verbesserung der Felgenpassung aufgrund der Polstergummischicht 20 wirksam erhalten werden.

[0145] Außerdem haben in dem Luftreifen 1 die Dicken $Tc1$, $Tc2$ der Polstergummischicht 20 zwischen den Messpunkten $C1$, $P1$; $C2$, $P2$ die Dicken $G1$, $G2$ des Felgenpassabschnitts das Verhältnis $Tc2 < Tc1$ (siehe **Fig. 6**). Demzufolge ist die Änderungsrate $\Delta G1$ des Felgenpassabschnitts auf der Seite der Wulstzehe Bt größer als die Änderungsrate $\Delta G2$ des Felgenpassabschnitts auf der Seite der Wulstferse Bh ($\Delta G2 < \Delta G1$), was in vorteilhafter Weise eine Verbesserung der Felgenpassung des Reifens bedingt.

[0146] Außerdem weisen in dem Luftreifen 1 die Dicke $G1$ des Felgenpassabschnitts und die Dicke $Tc1$ der Polstergummischicht 20 zwischen den Messpunkten der Dicke $G1$ das Verhältnis $0,03 \leq Tc1/G1 \leq 0,95$ auf (siehe **Fig. 6**). Demzufolge wird die durchschnittliche Dicke der Polstergummischicht 20 geeignet gestaltet. Das heißt, die oben erwähnte untere Grenze gewährleistet in geeigneter Weise die Wirkung der Polstergummischicht 20 und erhöht die Änderungsrate $\Delta G1$ des Felgenpassabschnitts. Außerdem stellt die oben genannte obere Grenze die Dicke $G1$ des Radkranzpolstergummis 17 sicher, um die Felgenpassung des Reifens sicherzustellen.

[0147] Außerdem weisen in dem Luftreifen 1 die Höhe Hc2 von der Tangentenlinie L1 zu der maximalen Breitenposition des Wulstkerns 11 und die maximale Höhe Hc1 des Wulstkerns 11 ein Verhältnis $1,10 \leq (Hc1 - Hc2)/Hc2 \leq 2,80$ auf (siehe **Fig. 4**). Demzufolge wird die Drahtanordnungsstruktur des Wulstkerns 11 vorteilhafterweise geeignet gemacht werden.

[0148] Außerdem liegt in dem Luftreifen 1 der Anordnungswinkel θ_2 des Drahtquerschnitts an einem Eckabschnitt auf der Innenseite in der Reifenradialrichtung und auf der Außenseite in Reifenquerichtung in der Drahtanordnungsstruktur in einem Bereich von $80 \text{ (Grad)} \leq \theta_2$ (**Fig. 4**). Demzufolge wird eine Unterbrechung der Drahtanordnungsstruktur während der Reifenvulkanisation unterdrückt, um die Felgenpassung des Reifens in vorteilhafter Weise zu verbessern.

[0149] Zusätzlich schließt der Luftreifen 1 ferner die äußeren Verstärkungsgummis 19 ein, die jeweils zwischen dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und dem Radkranzpolstergummi 17 angeordnet sind (siehe **Fig. 2**). In einer solchen Konfiguration werden insbesondere in der oben genannten Konfiguration ohne Wulstfüller die Federeigenschaften der Wulstabschnitte verstärkt durch die Außenverstärkungsgummis 19, wodurch die Lenkstabilität auf trockener Straße und die Beständigkeit der Wulstabschnitte verbessert werden.

[0150] Außerdem wird in dem Luftreifen 1 die Schicht mit der größten Anzahl von Drahtquerschnitten in der Drahtanordnungsstruktur (der zweiten Schicht von der innersten Schicht in **Fig. 4**) als die maximale Anordnungsschicht bestimmt. In diesem Fall ist die Anzahl von Schichten der Drahtquerschnitte auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung (3 in **Fig. 4**) größer als die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der inneren Seite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung (1 in **Fig. 4**). Außerdem verringert sich die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung monoton von der maximalen Anordnungsschicht in Richtung der Außenseite in der Reifenradialrichtung (siehe **Fig. 4**). Demzufolge wird der Spalt zwischen dem Vereinigungsabschnitt des Körperteils 131 und dem umgeschlagenen Abschnitt 132 der Karkassenschicht 13 und dem oberen Abschnitt (dem so genannten Wulstdach) auf der Außenseite des Wulstkerns 11 in Reifenradialrichtung kleiner, was vorteilhafterweise die Beständigkeit des Wulstabschnitts verbessert. Insbesondere kann die oben erwähnte Struktur, die keinen Wulstfüller enthält, vorteilhafterweise das Gummibeleungsverhältnis in dem geschlossenen

Bereich X verringern. Außerdem wird, da der umgeschlagene Abschnitt 132 sich mit einem stumpfen Winkel an dem Vereinigungsabschnitt mit dem Körperteil 131 biegen kann, das Ausmaß der Durchbiegung des umgeschlagenen Abschnitts 132 reduziert, was in vorteilhafter Weise eine Verbesserung der Beständigkeit des Wulstabschnittsvorteils darstellt.

Beispiel

[0151] **Fig. 18** ist eine Tabelle, welche Ergebnisse von Leistungstests von Luftreifen gemäß Ausführungsformen der Erfindung zeigt. **Fig. 19** ist eine Erläuterungsansicht, die einen Wulstkern eines Testreifens gemäß einem Beispiel des Standes der Technik darstellt.

[0152] Bei den Leistungstests wurde eine Vielzahl von Arten von Testreifen mit einer Reifengröße von 205/55R16 auf (1) Reifenmaße, und (2) Felgenpassung ausgewertet.

[0153] (1) Die Reifenmasse wird als Mittelwert der Masse von fünf Testreifen mit der gleichen Struktur berechnet. Die Messergebnisse sind als Indexwerte ausgedrückt und unter Bestimmung des Beispiels des Stands der Technik als Bezugswert (100) bewertet. Kleinere numerische Werte für diese Bewertung zeigen an, dass die Testreifen leichter sind, und wenn der Indexwert 99 oder weniger ist, kann das Gewicht des Reifens reduziert werden.

[0154] (2) Bei der Bewertung der Felgenpassung wurden die Testreifen auf Felgen mit einer Felgengröße von $16 \times 6,5$ J montiert, und ein Luftdruck von 230 (kPa) und eine vorgeschriebene Belastung von JATMA wurden auf die Testreifen aufgebracht. Die Testreifen wurden auf einem SUV (Sport Utility Vehicle) mit einem Hubraum von 2000 (cc) montiert, bei dem es sich um das Testfahrzeug handelte. Dann wurde, wenn das Testfahrzeug eine vorbestimmte Fahrtroute absolvierte, während allmählich der Luftdruck in dem Testreifen reduziert wurde und es zu einem Luftleck kam, der Luftdruck zu dem Zeitpunkt gemessen. Die Messergebnisse sind als Indexwerte ausgedrückt und unter Bestimmung des Beispiels des Stands der Technik als Bezugswert (100) bewertet. Bei dieser Bewertung sind höhere Zahlenwerte zu bevorzugen.

[0155] Die Testreifen in den Beispielen 1 bis 13 haben die Struktur, die keinen Wulstfüller enthält (siehe **Fig. 1** und **2**), wodurch das Gewicht des Reifens verringert wird. Zusätzlich haben die Dicken G1, Gm und G2 des Felgenpassabschnitts in dem Zustand vor der Felgenmontage ein Verhältnis von $G2 < Gm < G1$.

[0156] Bei der Prüfung der Reifen in dem Beispiel des Stands der Technik, hat der Wulstkern 11 in der

in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Konfiguration die in **Fig. 18** veranschaulichte Drahtanordnungsstruktur und das Außenverstärkungsgummi 19 ist aus dem gleichen Material wie das Material der Radkranzpolstergummi 17, das in das Radkranzpolstergummi 17 integriert werden soll. Bei den Teststreifen in den Vergleichsbeispielen 1 und 2 wird in der in den **Fig. 1** und **2** veranschaulichten Konfiguration das Isoliergummi des Wulstkerns 11 erhöht, um das Gummibelegerungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich X zu erhöhen.

[0157] Wie aus den Testergebnissen ersichtlich, kann die Felgenpassung des Reifens in der Teststreifen der Beispiele 1 bis 13 bei gleichzeitiger Reduzierung des Reifengewichts verbessert werden.

Liste der Bezugszeichen

1	Luftreifen
11	Wulstkern
111	Reifenwulstdraht
12	Wulstfüller
13	Karkassenschicht
131	Körperteil
132	Umgeschlagener Abschnitt
14	Gürtelschicht
141, 142	Kreuzgürtel
143	Gürtelabdeckung
144	Gürtelrandabdeckung
15	Laufflächengummi
16	Seitenwandgummi
17	Radkranzpolstergummi
18	Innenseele
19	Außenverstärkungsgummi
10	Felge
101	Wulstsitz
102	Flansch

Patentansprüche

1. Luftreifen (1), umfassend:
einen Wulstkern (11), der aus einem oder mehreren Reifenwulstdrähten (111) gebildet ist, die ringförmig und mehrfach gewickelt sind;
eine Karkassenschicht (13), die aus einer oder mehreren Karkassenlagen gebildet ist, wobei die Karkassenschicht (13) umgeschlagen ist, so dass sie den Wulstkern (11) umwickelt und sich über den Wulstkern (11) erstreckt;
ein Radkranzpolstergummi (17), das entlang eines

umgeschlagenen Abschnitts (132) der Karkassenschicht (13) angeordnet ist, um eine Felgenpassfläche eines Wulstabschnitts zu bilden, wobei der Wulstkern (11) eine vorbestimmte Drahtanordnungsstruktur aufweist, die durch Anordnen eines Drahtquerschnitts des Reifenwulstdrahts (111) in einer Querschnittsansicht in einer Reifenmeridianrichtung gebildet ist, folgendes in der Drahtanordnungsstruktur bestimmt ist: eine Tangentenlinie L1, die von einer Seite der Felgenpassfläche eine innerste Drahtlage in einer Reifenradialrichtung und die innersten und äußersten Drahtquerschnitte in einer Reifenquerrichtung berührt; Kontaktpunkte C1, C2 auf der Tangentenlinie L1; ein Mittelpunkt Cm der Kontaktpunkte C1, C2; und Dicken G1, G2 und Gm in Reifenradialrichtung zwischen den Kontaktpunkten C1, C2 und dem Mittelpunkt Cm und der Felgenpassfläche, Änderungsraten $\Delta G1$, $\Delta G2$ und ΔGm der Dicken G1, G2 und Gm vor und nach der Felgenmontage jeweils in einem Bereich von 10 (%) bis 60 (%) liegen; wobei eine Schicht mit einer größten Anzahl der Drahtquerschnitte in der Drahtanordnungsstruktur als eine maximale Anordnungsschicht bestimmt wird, die Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung größer ist als die PS:Sl:cc Anzahl von Schichten des Drahtquerschnitts auf der inneren Seite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung und die Anzahl der Drahtquerschnitte in jeder Schicht auf der Außenseite der maximalen Anordnungsschicht in Reifenradialrichtung monoton von der maximalen Anordnungsschicht in Richtung der Außenseite in der Reifenradialrichtung abnimmt.

2. Luftreifen (1) gemäß Anspruch 1, wobei der umgebogene Abschnitt der Karkassenschicht (13) einen Körperteil (131) der Karkassenschicht (13) berührt, um in einer Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung einen geschlossenen Bereich (X) um den Wulstkern (11) zu bilden, und ein Gummibelegerungsverhältnis in dem geschlossenen Bereich (X) 15 (%) oder weniger beträgt, wobei das Gummibelegerungsverhältnis in der Querschnittsansicht in Reifenmeridianrichtung als das Verhältnis der Querschnittsfläche des Gummimaterials in dem geschlossenen Bereich (X) zur gesamten Querschnittsfläche des geschlossenen Bereichs (X) berechnet ist.

3. Luftreifen (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei ein Abstand Dt in Reifenradialrichtung und ein Abstand Wt in der Reifenquerrichtung von dem Kontaktpunkt C1 zu einer Wulstzehe (Bt), und die Dicke G1 in der Reifenradialrichtung von dem Kontaktpunkt C1 zu der Felgenpassfläche eine Beziehung $7 \text{ (Grad)} \leq \arctan \{(Dt - G1)/Wt\} \leq 30 \text{ (Grad)}$ erfüllen.

4. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Dicke G_2 in der Reifenradialrichtung von dem Kontaktpunkt C2 zu der Felgenpassfläche und ein Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes (111) eine Verhältnis $1,3 \leq G_2/\phi \leq 9,5$ erfüllen.

5. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Dicke Wh in Reifenquerrichtung von dem Kontaktpunkt C2 zu der Felgenpassfläche und ein Außendurchmesser ϕ des Wulstdrahtes (111) eine Verhältnis $2,0 \leq Wh/\phi \leq 15,0$ erfüllen.

6. Luftreifen (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m eine Bedingung $|\Delta G_m - \Delta G_2| < |\Delta G_1 - \Delta G_m|$ erfüllen.

7. Luftreifen (1) nach Anspruch 6, wobei die Änderungsraten ΔG_1 , ΔG_2 und ΔG_m eine Beziehung $\Delta G_2 < \Delta G_m < \Delta G_1$ erfüllen.

8. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, weiterhin umfassend eine Polstergummischicht (20) mit einer geringeren Gummihärte als das Radkranzpolstergummi (17), wobei die Polstergummischicht (20) zwischen der in Reifenradialrichtung innersten Drahtlage des Wulstkerns (11) und dem Radkranzpolstergummi (17) eingefügt ist.

9. Luftreifen nach Anspruch 8, wobei sich die Polstergummischicht (20) zumindest von dem Kontaktpunkt C1 zu dem Mittelpunkt C_m des Wulstkerns (11) in der Reifenquerrichtung erstreckt.

10. Luftreifen (1) nach Anspruch 8 oder 9, wobei an den Kontaktpunkten C1, C2 die Dicken T_{c1} , T_{c2} der Polstergummischicht (20) zwischen den Messpunkten C1, P1; C2, P2 der Dicken G_1 , G_2 des Felgenpassabschnitts jeweils eine Beziehung $T_{c2} < T_{c1}$ erfüllen.

11. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei an dem Kontaktpunkt C1 die Dicke G_1 des Felgenpassabschnitts und eine Dicke T_{c1} der Polstergummischicht (20) zwischen Messpunkten der Dicke G_1 eine Verhältnis $0,03 \leq T_{c1}/G_1 \leq 0,95$ erfüllen.

12. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine Höhe H_{c2} von der Tangentenlinie L1 zu einer maximalen Breitenposition des Wulstkerns (11) und eine maximale Höhe H_{c1} des Wulstkerns (11) ein Verhältnis $1,10 \leq (H_{c1} - H_{c2})/H_{c2} \leq 2,80$ erfüllen.

13. Luftreifen (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei einen Anordnungswinkel θ_2 des Drahtquerschnitts an einem Eckabschnitt auf einer Innenseite in der Reifenradialrichtung und auf einer Außenseite in Reifenquerrichtung in der Drahtanord-

nungsstruktur in einem Bereich von $80 \text{ (Grad)} \leq \theta_2$ liegt.

14. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, ferner umfassend: ein äußeres Verstärkungsgummi (19) mit einer höheren Gummihärte als das Radkranzpolstergummi (17), wobei das äußere Verstärkungsgummi (19) zwischen der umgeschlagenen Schicht (132) der Karkassenschicht (13) und dem Radkranzpolstergummi (17) eingefügt ist.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

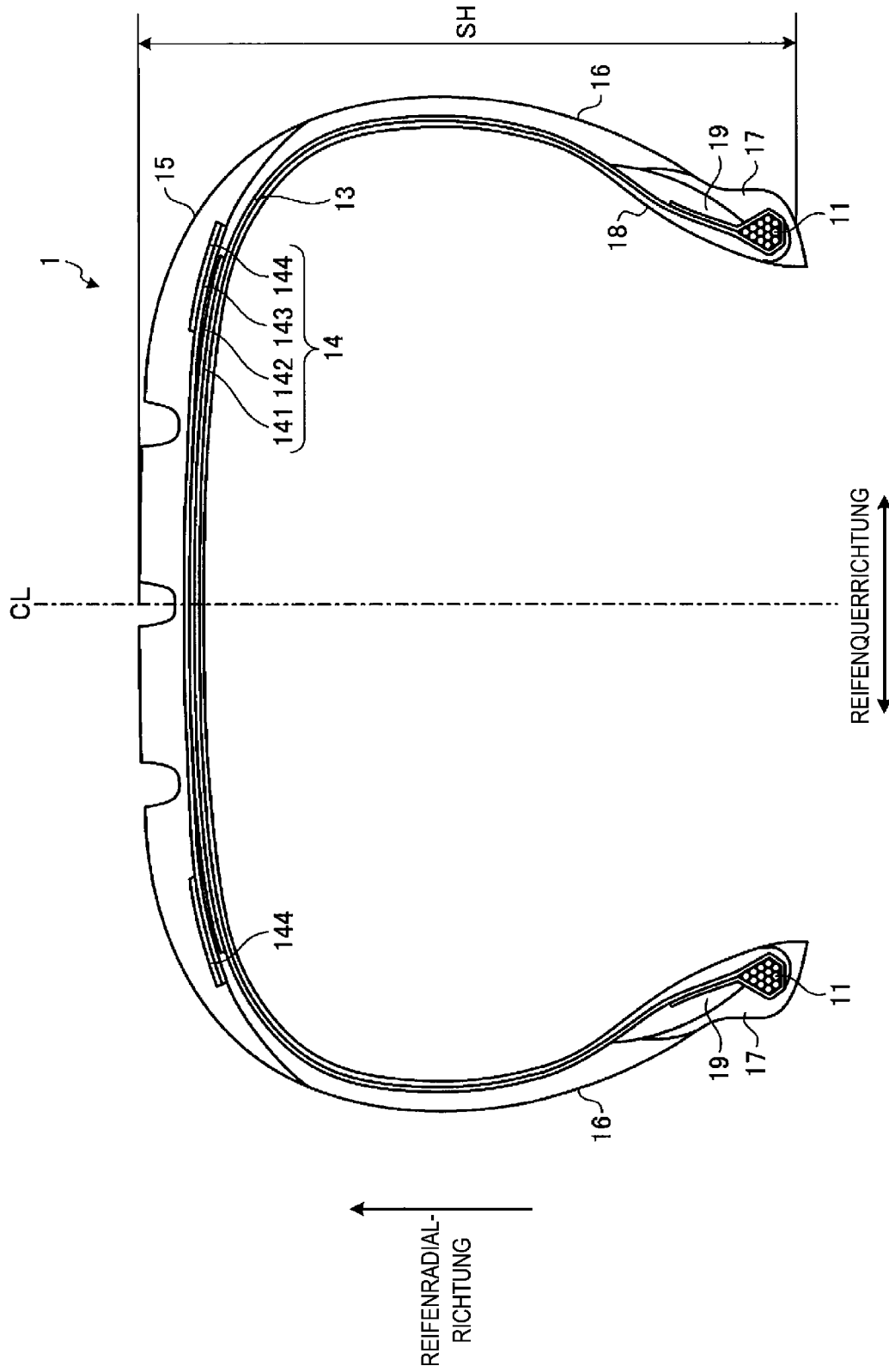


FIG. 1

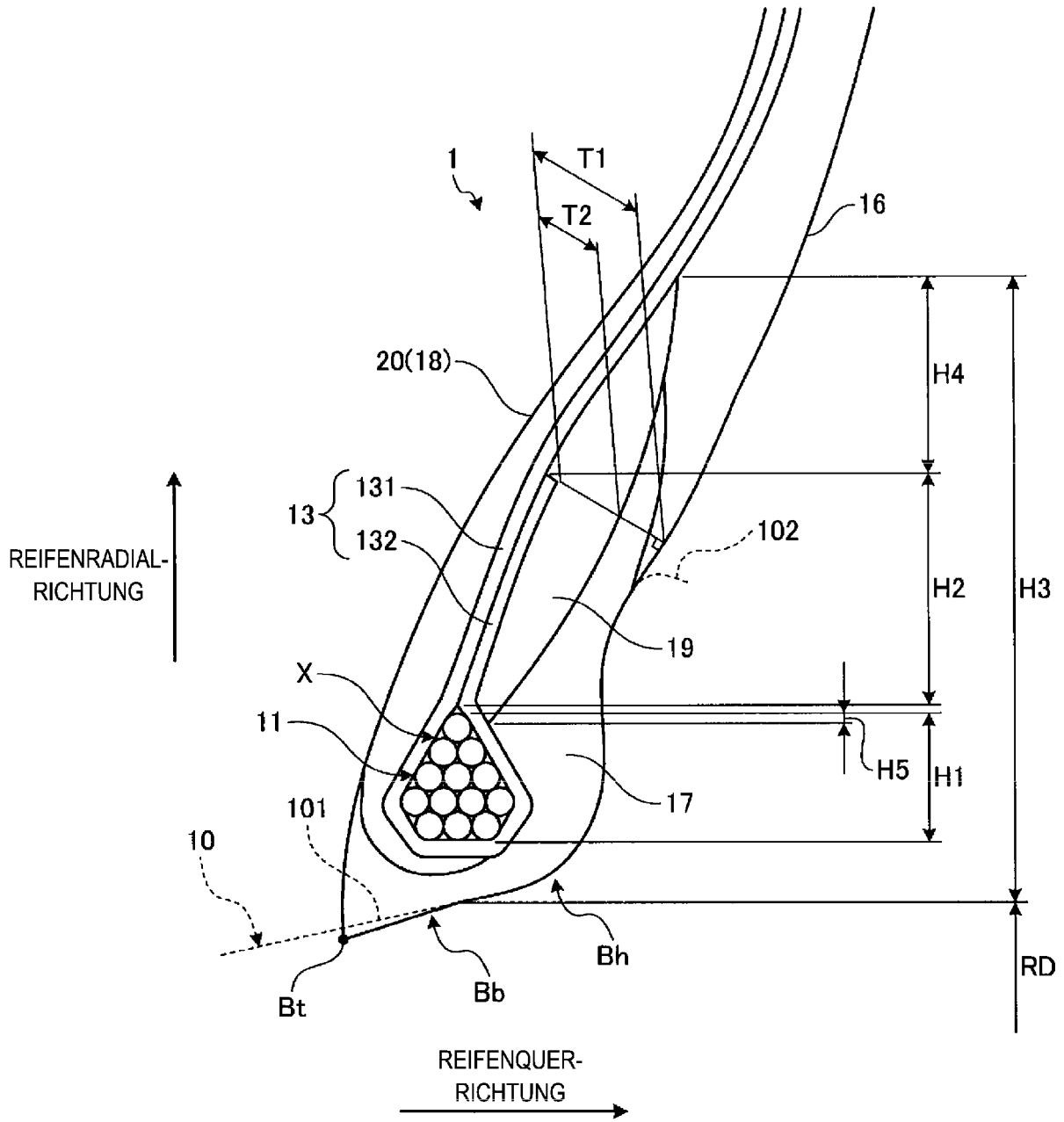


FIG. 2

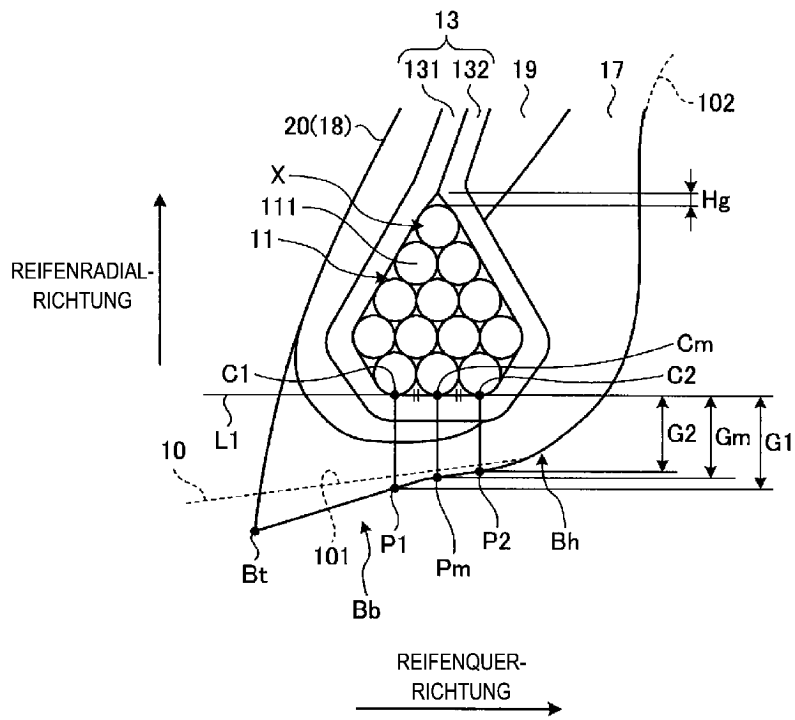


FIG. 3

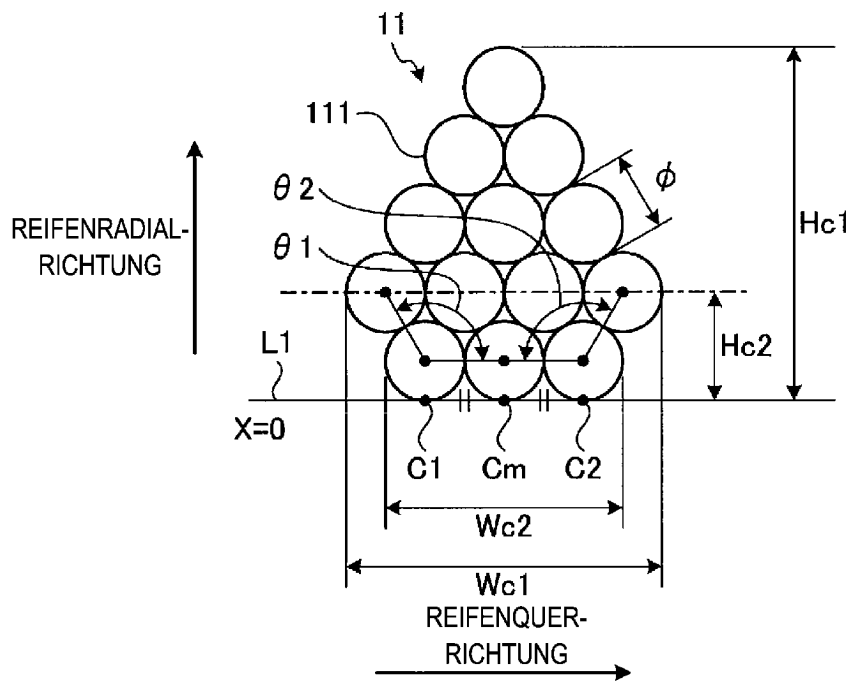


FIG. 4

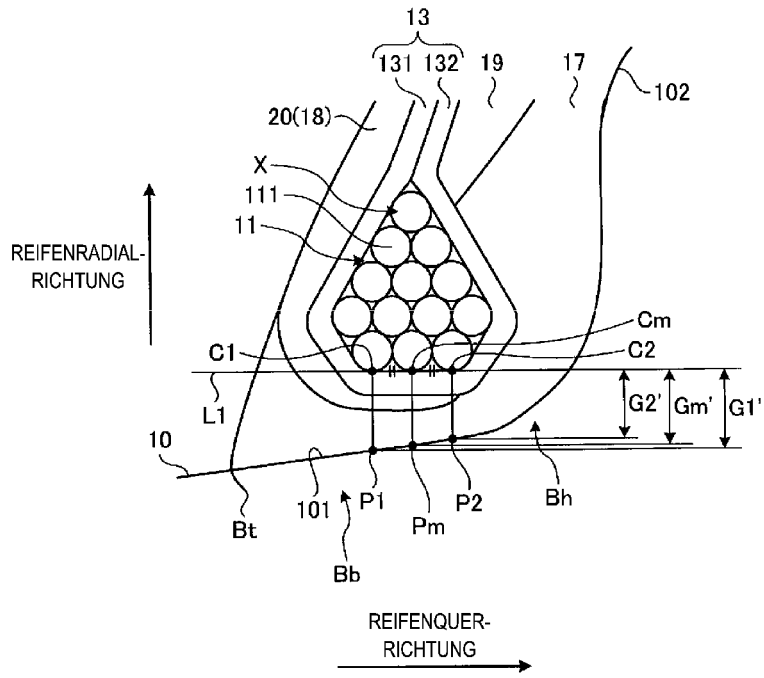


FIG. 5

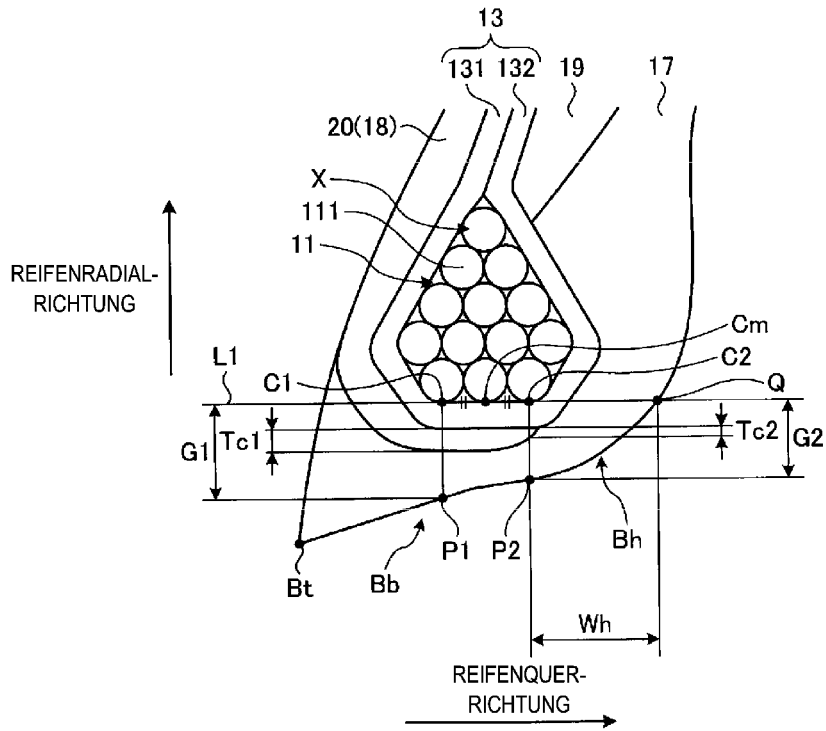


FIG. 6

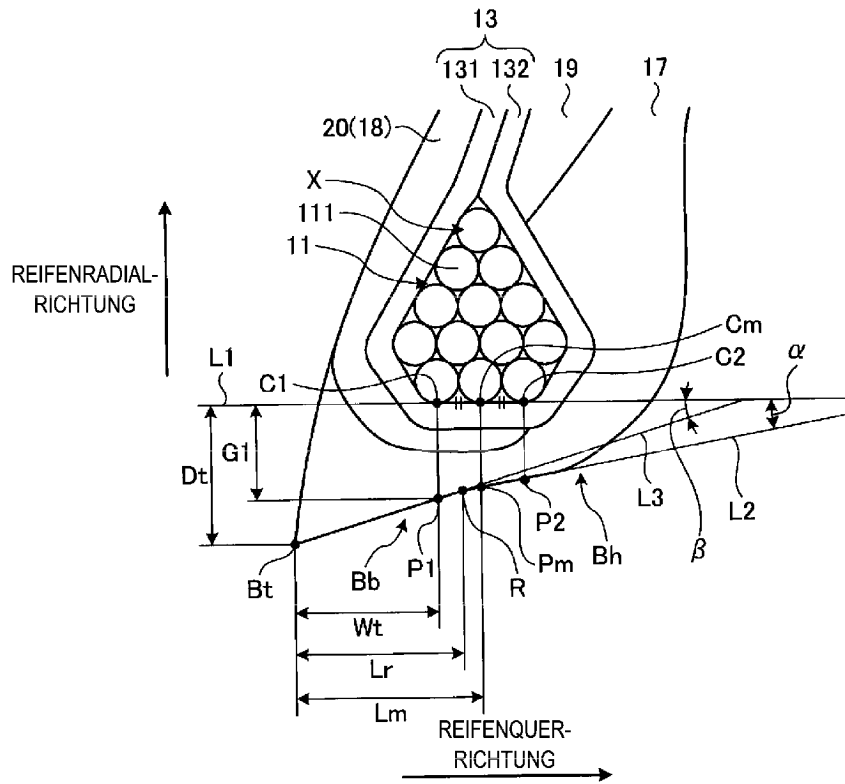


FIG. 7

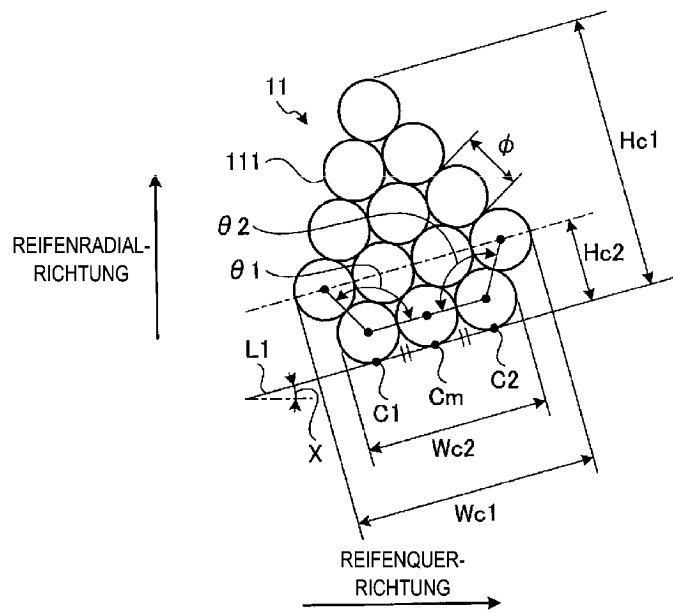


FIG. 8

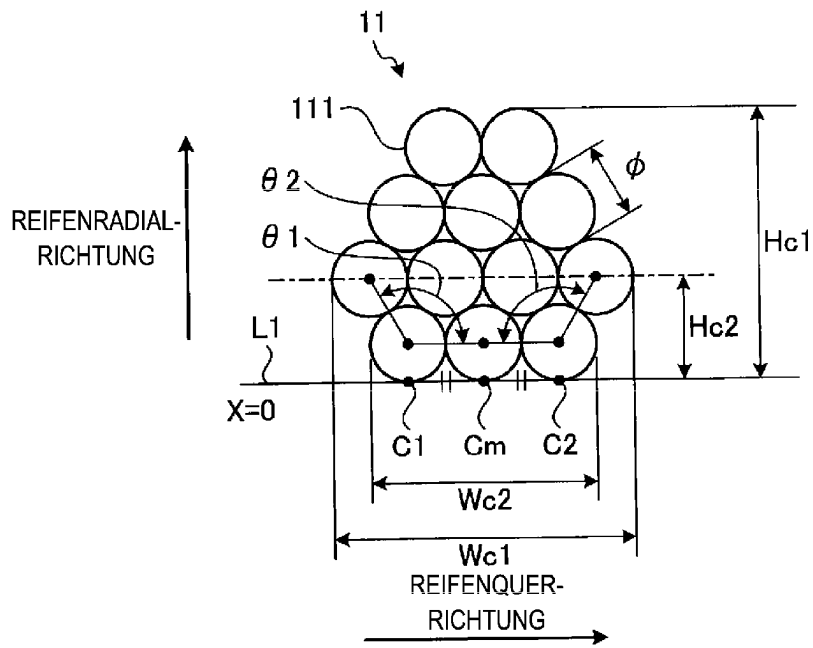


FIG. 9

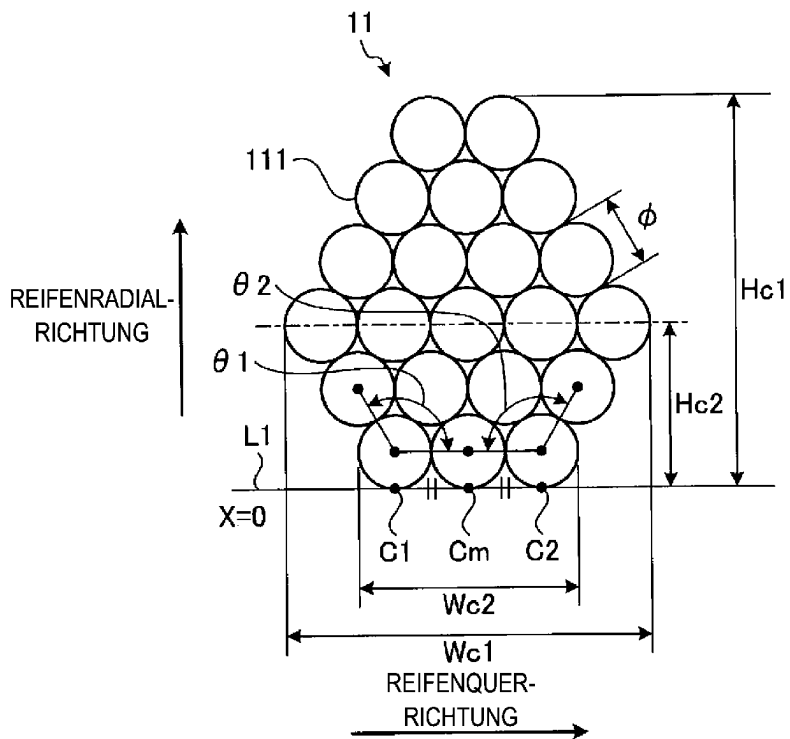


FIG. 10

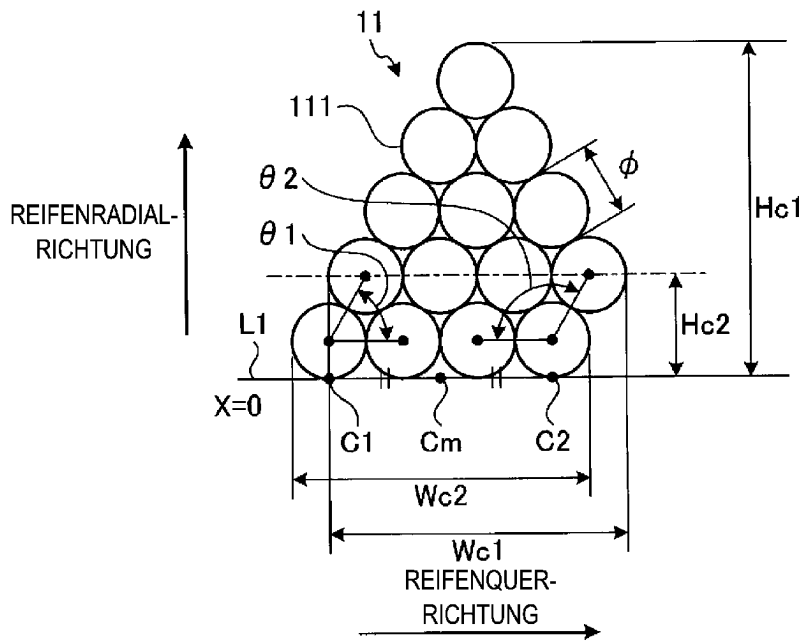


FIG. 11

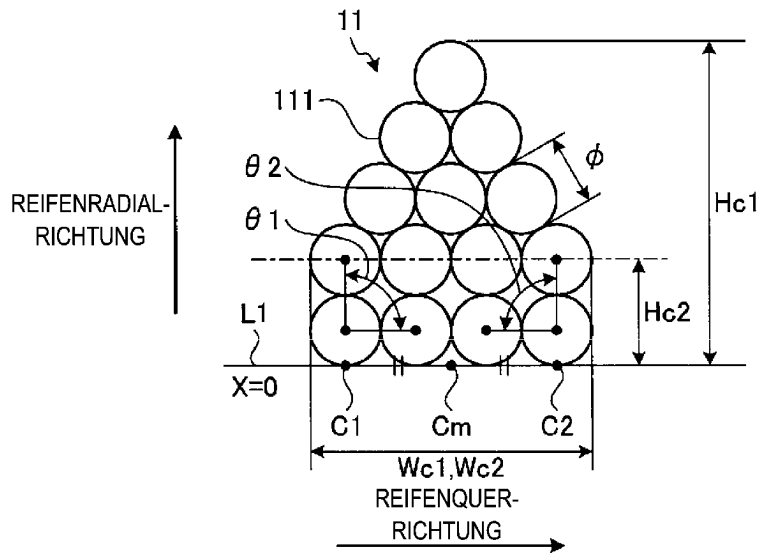


FIG. 12

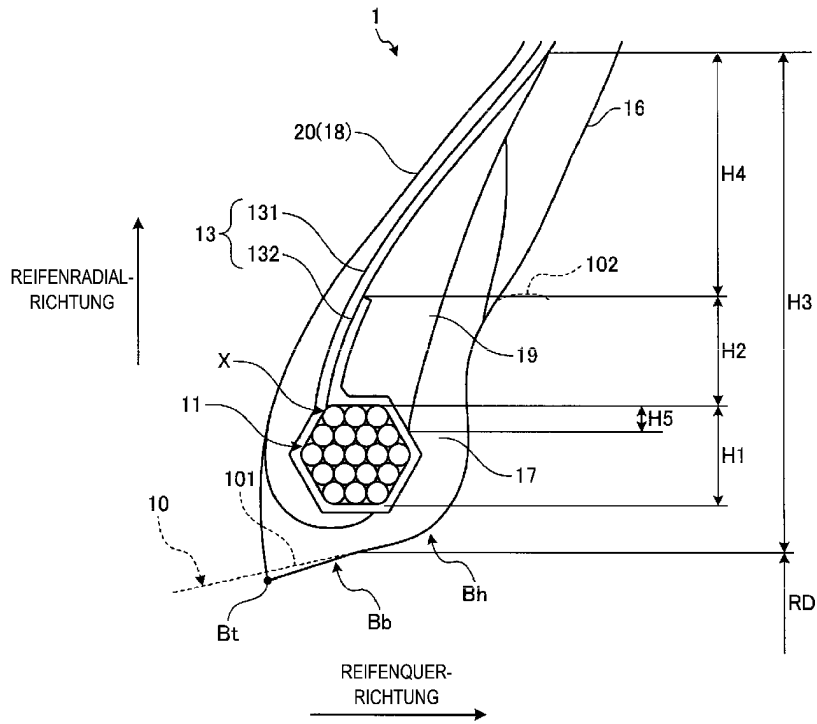


FIG. 13

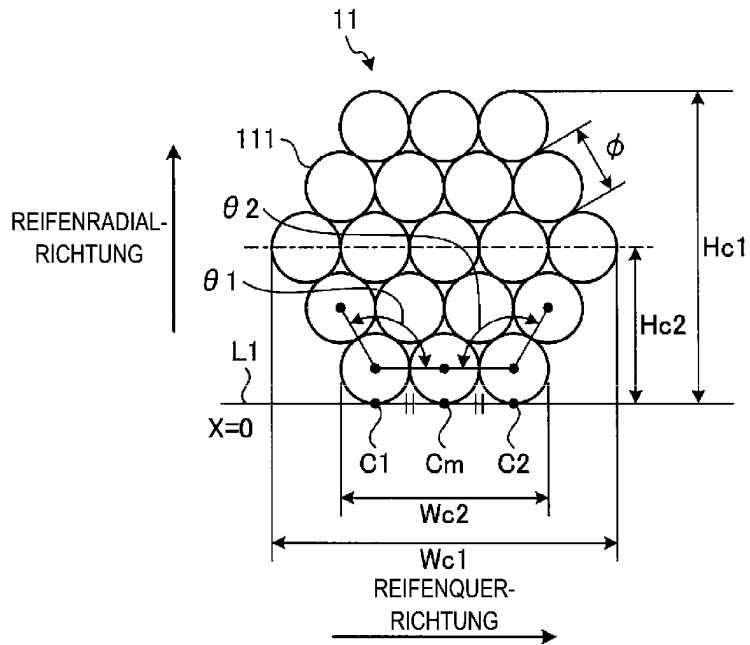


FIG. 14

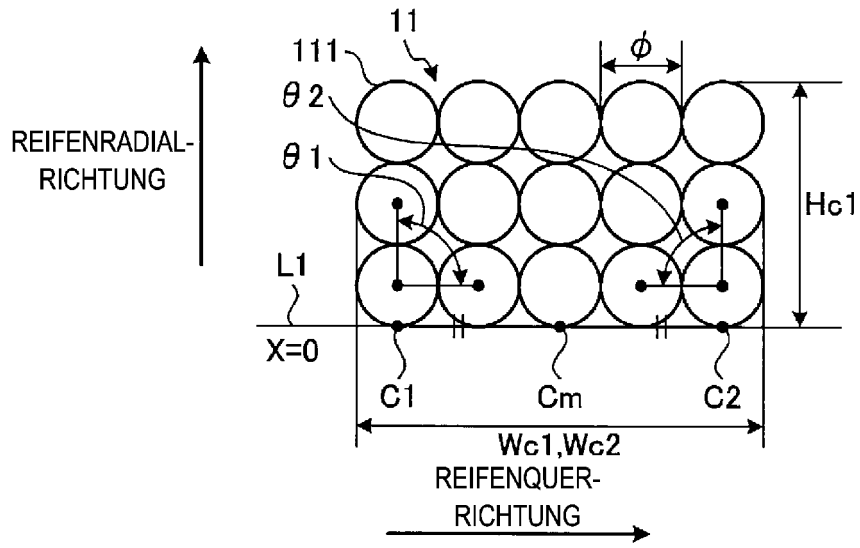


FIG. 15

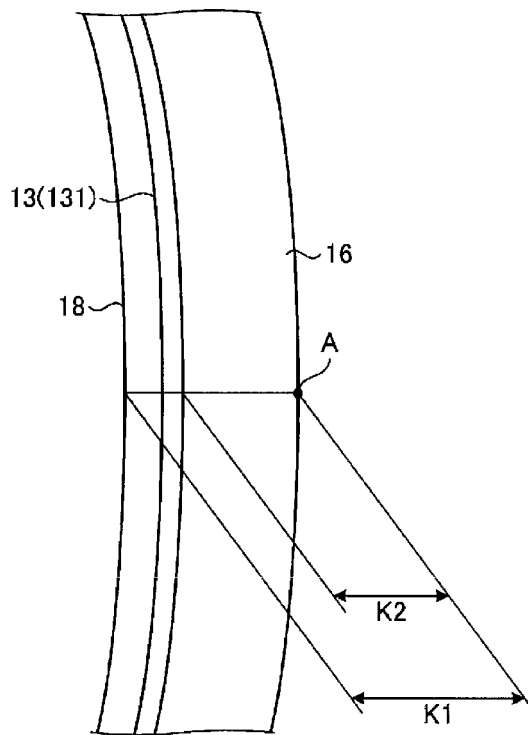


FIG. 16

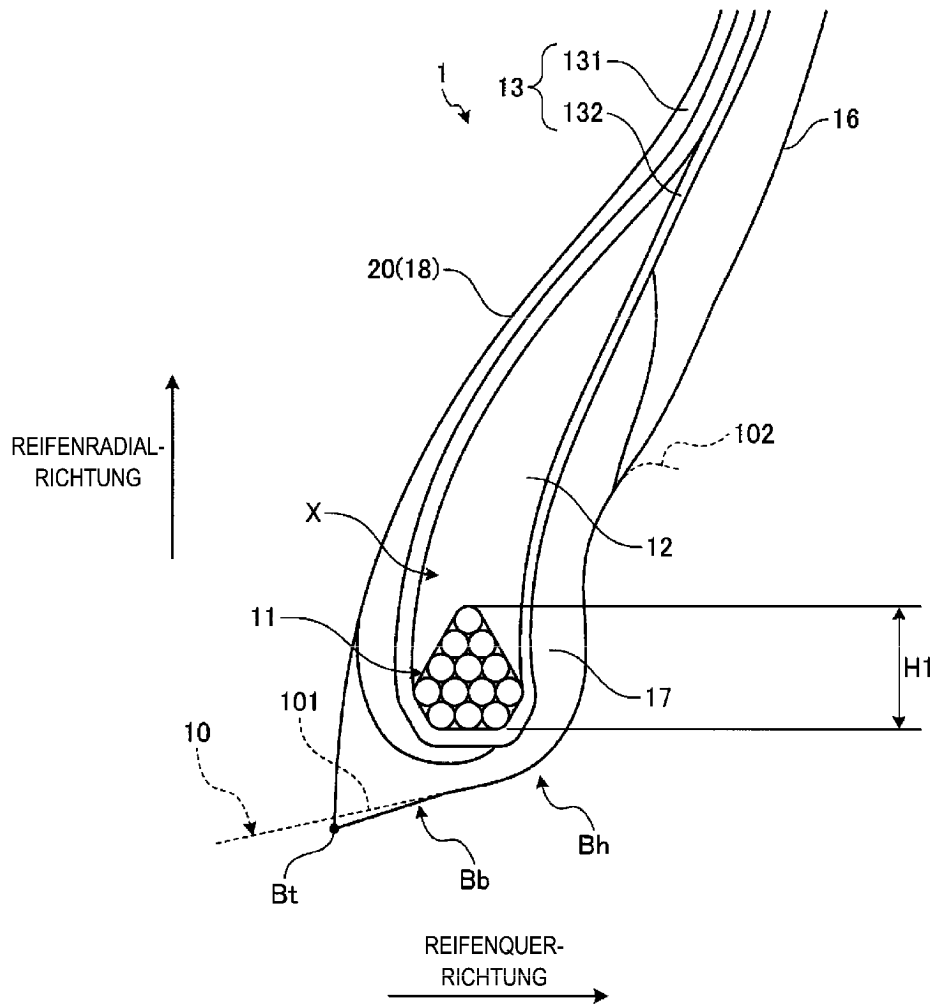
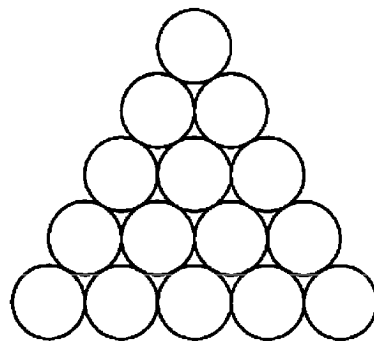


FIG. 17



BEISPIEL DES STANDS
DER TECHNIK

FIG. 19

[FIG 18-I]

	Beispiel des Standes der Technik	Ver- gleichs- beispiel 1	Ver- gleichs- beispiel 2	Bei- spiel 1	Bei- spiel 2	Bei- spiel 3	Bei- spiel 4	Bei- spiel 5	Bei- spiel 6
Wulstfüller	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
GUMMIBELE- GUNGSRATE IN GESCHLOS- SENEM BEREICH X (%)	2,0	18,0	20,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DRAHTAN- ORDNUNGS- STRUKTUR	FIG. 15	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4
G1 (mm)	3,5	3,4	3,6	3,0	3,2	3,4	4,7	3,2	3,4
Gm (mm)	3,2	3,2	3,2	2,6	2,7	3,0	3,7	2,7	3,0
G2 (mm)	2,9	2,9	2,9	2,4	2,6	2,7	2,8	2,6	2,7
G1' (mm)	3,2	3,2	3,2	2,6	2,6	2,2	2,6	2,6	2,2
Gm (mm)	3,0	2,9	2,8	2,3	2,3	2,1	2,4	2,2	2,1
G2' (mm)	2,8	2,8	2,7	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	2,0
$\Delta G1$ (%)	8,6	5,9	11,1	13,3	18,8	35,3	44,7	18,8	35,3
ΔGm (%)	6,3	9,4	12,5	11,5	14,8	30,0	35,1	18,5	30,0
$\Delta G2$ (%)	3,4	3,4	6,9	16,7	19,2	25,9	28,6	19,2	25,9
$\Delta G1 - \Delta Gm$ (%)	2,3	-3,5	-1,4	1,8	3,9	5,3	9,5	0,2	5,3
$\Delta Gm - \Delta G2$ (%)	2,8	5,9	5,6	-5,1	-4,4	4,1	6,6	-0,7	4,1
$ \Delta G1 - \Delta Gm / \Delta Gm - \Delta G2 $	82,9	58,9	24,8	35,0	89,1	129,9	145,4	32,5	129,9
Dt (mm)	4,0	4,1	4,0	3,5	3,8	3,8	5,0	4,8	4,7
Wt (mm)	4,3	4,4	3,6	4,2	4,5	4,5	4,6	4,4	3,7
$\arctan \{(Dt - G1) / Wt\}$ (Grad)	15,0	9,0	6,3	6,8	7,6	5,1	3,7	20,0	19,4
Wh (mm)	5,8	5,7	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	3,0
φ (mm)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$G2 / \varphi$	1,5	2,4	2,4	2,0	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3
Wh / φ	2,0	4,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	3,3	2,5
REIFENMASSE	100	101	102	99	99	98	99	98	98
FELGEN- PASSUNG	100	95	105	110	115	120	125	105	115

[FIG 18-II]

	Beispiel 7	Beispiel 8	Beispiel 9	Beispiel 10	Beispiel 11	Beispiel 12	Beispiel 13
Wulstfüller	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
GUMMIBELE- GUNGSRATE IN GESCHLOS- SENEM BEREICH X (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DRAHTAN- ORDNUNGS- STRUKTUR	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4
G1 (mm)	4,7	4,7	4,7	4,8	4,7	4,7	4,7
Gm (mm)	3,7	3,7	3,7	3,8	3,9	3,6	3,7
G2 (mm)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,7
G1' (mm)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Gm (mm)	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
G2' (mm)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
$\Delta G1$ (%)	44,7	44,7	44,7	45,8	44,7	44,7	44,7
ΔGm (%)	35,1	35,1	35,1	36,8	38,5	33,3	35,1
$\Delta G2$ (%)	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	31,0	25,9
$\Delta G1 - \Delta Gm$ (%)	9,5	9,5	9,5	9,0	6,2	11,3	9,5
$\Delta Gm - \Delta G2$ (%)	6,6	6,6	6,6	8,3	9,9	2,3	9,2
$ (\Delta G1 - \Delta Gm)/(\Delta Gm - \Delta G2) $	145,4	145,4	145,4	108,7	62,9	493,6	103,7
Dt (mm)	5,8	6,1	6,2	5,9	6,4	6,4	5,6
Wt (mm)	3,5	2,9	3,2	2,8	3,5	3,1	4,2
$\arctan \{(Dt - G1)/Wt\}$ (Grad)	17,4	25,8	25,1	21,4	25,9	28,7	12,1
Wh (mm)	3,0	3,0	3,0	2,8	2,9	2,8	2,7
φ (mm)	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
G2/ φ	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1
Wh/ φ	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2	2,1
REIFENMASSE	98	98	98	99	99	99	98
FELGEN- PASSUNG	115	120	120	115	115	115	115