



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 33 763 T2** 2009.06.25

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 338 442 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 33 763.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP01/09831**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 981 054.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/043975**

(86) PCT-Anmeldetag: **09.11.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **06.06.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.08.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.04.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.06.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60C 17/01** (2006.01)

B60C 5/08 (2006.01)

B60C 5/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000365025 **30.11.2000** **JP**

2000396842 **27.12.2000** **JP**

2001156368 **25.05.2001** **JP**

(73) Patentinhaber:

Bridgestone Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Marks & Clerk, Luxembourg, LU

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

YAMAGUCHI, Yuji, Kodaira-shi, Tokyo 187-0031, JP; YAMAMOTO, Masahiko, Kodaira-shi, Tokyo 187-0031, JP; ZUIGYO, Yugo, Kodaira-shi, Tokyo 187-0031, JP; SAITO, Osamu, Kodaira-shi, Tokyo 187-0031, JP; TSUKAGOSHI, Tetsuhito, Kodaira-shi, Tokyo 187-0031, JP

(54) Bezeichnung: **LUFTSCHLAUCH FÜR SICHERHEITSREIFEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft einen torischen Luftschauch für einen Sicherheitsreifen, der in einem Sicherheitsreifen verwendet wird, der in der Lage ist, über eine gegebene Strecke eine sichere Fahrt fortzusetzen, selbst wenn auf Grund eines Durchstechens des Reifens oder dergleichen ein Reifeninnendruck abfällt oder verschwindet, und der durch einen Abfall des Reifeninnendrucks oder dergleichen expansionsverformt wird, um eine Belastungsabstützung von dem Reifen zu übernehmen.

[0002] Bisher sind verschiedene Reifen als ein Sicherheitsreifen vorgeschlagen worden, der in der Lage ist, ununterbrochen und sicher zu einem mit der Ausrüstung zum Wechseln oder Reparieren des Reifens versehenen Platz zu fahren, selbst wenn auf Grund des Durchstechens des Reifens, einer Beschädigung eines Luftventils oder dergleichen der Reifeninnendruck abfällt oder verschwindet.

[0003] Unter diesen offenbaren zum Beispiel WO 98/23457 und WO 99/32308 Sicherheitsreifen, die jeweils aus einer Verbindung eines Reifens, der einen Laufflächenabschnitt, ein Paar von Seitenwandabschnitten und Wulstabschnitte umfasst, mit einem torischen Luftelement, das in dem Reifen platziert und unter einem Innendruck aufgeblasen und durch einen Abfall eines Reifeninnendrucks expansionsverformt wird, um eine Belastungsabstützung von dem Reifen zu übernehmen, bestehen.

[0004] Bei dem ersteren Sicherheitsreifen sind zwei Kreuzkordlagen, ähnlich einem Gürtel eines Reifens, an einem Außenumfangsabschnitt des torischen Luftelements als ein Verstärkungselement zum Einspannen angeordnet, und ein Druck, der um 50 bis 500 kPa höher ist als der Innendruck des Reifens, wird in das torische Luftelement gefüllt, das bei Anwendung in dem Reifen platziert wird, und falls ein Durchstechen des Reifens verursacht wird, werden die Kords des Verstärkungselements zum Einspannen durch eine Expansionskraft des torischen Luftelements zerrissen, und daher wird die Belastungsabstützung durch das expandierte torische Luftelement von dem Reifen übernommen. Der letztere ist ein Sicherheitsreifen aus einem Doppelreifensystem, geformt durch Zusammenbauen eines äußeren Reifens und einer Torusfolie (eines torischen Luftelements), die in demselben platziert wird und einer Radialreifenstruktur auf einer Felge ähnelt, wobei das mit einer umgeschlagenen Verstärkungsschicht versehene torische Luftelement an seinem Außenumfangsabschnitt mit mehreren ringförmigen Verstärkungselementen (Kords) versehen ist, die in gegebenen Abständen in einer Breitenrichtung angeordnet sind, und falls der Reifen durchstochen wird, werden die Kords der umgeschlagenen Verstärkungsschicht und die ringförmigen Verstärkungselemente Einspannen durch eine Expansionskraft des torischen Luftelements zerrissen, und daher übernimmt das torische Luftelement die Belastungsabstützung von dem Reifen.

[0005] Unter diesen Sicherheitsreifen hat die Art, bei der die Kords im Inneren des torischen Luftelements zerreißen, das Problem, dass das torische Luftelement selbst durch die zerrissenen Kordenden beschädigt und zerrissen wird und seine Funktion als Sicherheitsreifen verliert, während die Art, bei der die Kords auf der Außenseite des torischen Luftelements zerreißen, das Problem hat, dass die zerrissenen Kords einen Außenflächenabschnitt des torischen Luftelements und einen Innenflächenabschnitt des Reifens, einschließlich einer Karkasse, beschädigen. Bei beiden Arten ist es daher schwierig, eine sichere fahrbare Strecke nach einem Durchstechen dieser Art von Sicherheitsreifen ausreichend sicherzustellen.

[0006] Andererseits offenbart WO 00/30877 einen Sicherheitsreifen, bei dem die in dem torischen Luftelement angeordnete umgeschlagene Verstärkungsschicht aus Kords hergestellt ist, die jeweils aus einem Kerndraht und Windungsdrähten, die spiralförmig um den Kerndraht gewunden sind, bestehen, und der Kord ist haltbar gegenüber einem Druckunterschied beim üblichen Fahren und eine Zentrifugalkraft und hat eine solche Struktur, dass beim Auftreten eines Luftverlustes auf Grund eines Durchstechens und dergleichen der Kerndraht zerrissen wird, aber die Windungsdrähte ohne Zerreißen gestreckt werden, und dem Windungsdraht wird ein Umfang gegeben, der für eine Expansionsverformung des torischen Luftelements ausreicht, wodurch das Auftreten des zuvor erwähnten Problems, wenn die Kords als Ganzes zerrissen werden, vermieden werden kann.

[0007] Bei diesem Sicherheitsreifen ist jedoch nicht garantiert, dass bei der Expansionsverformung des torischen Luftelements der Kerndraht in dem Kord als ein zugbeständiges Element rechtzeitig über einen vollen Umfang und eine volle Breite des torischen Luftelements zerrissen wird. Bis zu einem Zeitpunkt, an dem die Windungsdrähte des Kords die Expansionskraft des torischen Luftelements nach dem Zerreißen des Kerndrahtes in dem Kord tragen, wird das torische Luftelement unter einer Einwirkung einer kleinen Zugkraft oder einer kleinen Zugbeanspruchung gewaltsam expansionsverformt, so dass es das Problem gibt, dass das torische Luftelement gleichmäßig mit der vollen Innenfläche des Reifens in Berührung gebracht wird.

[0008] Die Aufmerksamkeit wird ebenfalls auf die Offenbarung von US-A-3724521 gelenkt.

[0009] Die vorliegende Erfindung zielt darauf, die obigen Probleme der herkömmlichen Technik zu lösen und einen torischen Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen bereitzustellen, der in der Lage ist, eine ausreichende und gleichmäßige Berührung mit einer vollen Innenfläche des Reifens herzustellen, ohne Probleme der Haltbarkeit und dergleichen zu verursachen, die sich am einem Zerreißen des Kords selbst ergeben, wenn der torische Luftschlauch, begleitet von dem Abfall eines Reifeninnendrucks oder dergleichen, expansionsverformt wird.

[0010] Ein torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen wird innerhalb eines Reifens angeordnet und unter einem bestimmten Innendruck aufgeblasen und durch einen Abfall eines Reifeninnendrucks expansionsverformt, um eine Belastungsabstützung von dem Reifen zu übernehmen, wobei wenigstens ein Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs, der eine hohle Torusform hat, aus einem Zugspannungsabstützelement hergestellt ist und der Expansionsverformungsabschnitt eine solche Kennlinie von Dehnungsverhältnis-Zugkraft hat, dass eine Zugkraft pro Breitereinheit allmählich gesteigert wird, wenn durch die Expansionsverformung eine Dehnung gesteigert wird, und wobei dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs eine anfängliche Steifigkeit in einer biaxialen Richtung gegeben ist.

[0011] Das Zugspannungsabstützelement ist vorzugsweise aus einer oder mehreren Polymerfolien oder einer oder mehreren Lagen eines Verbundwerkstoffs aus einer Polymerfolie oder einem Faserelement und Gummi aufgebaut.

[0012] Der Sicherheitsreifen, der aus einem solchen torischen Luftschlauch und einem Reifen, der den torischen Luftschlauch aufnimmt, besteht, wird auf eine Standardfelge montiert, um eine Baugruppe aus Sicherheitsreifen und Felge zu bilden, die dadurch in Benutzung genommen wird, dass ein gegebener Luftdruck oder Druck eines anderen Gases als Luft in das Innere des Reifens gefüllt wird und ein Innendruck, der höher ist als der Reifeninnendruck, in das Innere des torischen Luftschlauchs gefüllt wird.

[0013] Der hierin verwendete Begriff „Standardfelge“ bedeutet eine in dem JATMA YEAR BOOK (2000), dem ETRTO STANDARD MANUAL 2000, dem TRA (THE TIRE and RIM ASSOCIATION INC.) 2000 YEAR BOOK und so weiter definierte Felge. Im JATMA YEAR BOOK bedeutet eine Standardfelge eine in allgemeinen Informationen beschriebene zugelassene Felge. Ein gegebener Luftdruck bedeutet einen entsprechend einer Tragfähigkeit spezifizierten Luftdruck, der in dem gleichen JATMA YEAR BOOK, ETRTO STANDARD MANUAL, TRA YEAR BOOK und so weiter definiert ist.

[0014] Bei einem solchen auf die Felge montierten Sicherheitsreifen kann das Reiben des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs mit einer Innenumfangsfläche eines Laufflächenabschnitts oder dergleichen durch eine Einwirkung der Zentrifugalkraft oder Ähnliches, wenn er unter Belastung beim Vorhandensein eines gegebenen in den Reifen gefüllten Luftdrucks gefahren wird, in einer Bodenberührungszone des Laufflächenabschnitts wirksam verhindert werden durch ein Einwirken des Zugspannungsabstützelements, das als ein das Größenwachstum einschränkendes Element in dem torischen Luftschlauch, und daher der Polymerfolie oder dem Verbundwerkstoff, dient.

[0015] Andererseits wird, wenn der Druckunterschied zwischen dem Inneren und dem Äußeren des torischen Luftschlauchs auf Grund des Abfalls oder des Verschwindens des Reifeninnendrucks einen gegebenen Wert überschreitet, der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs einer Expansionsverformung unter einer Dehnungsverformung der Polymerfolie oder des Verbundwerkstoffs ausgesetzt und annähernd gleichmäßig über eine volle Innenfläche des Reifens geschlossen, so dass der torische Luftschlauch die Belastungsunterstützung von dem Reifen übernimmt, während der Innendruck aufrechterhalten und die Steigerung der Biegeverformung des Reifens unterdrückt wird und also eine ununterbrochene sichere Fahrt selbst bei einem Durchstechen des Reifens oder dergleichen erreicht werden kann.

[0016] Bei der Expansionsverformung des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs, der aus der Polymerfolie oder dem Verbundwerkstoff als Zugspannungsabstützungselement hergestellt ist, auf Grund des Durchstechens des Reifens oder dergleichen wird, da der Expansionsverformungsabschnitt eine solche Kennlinie von Dehnungsverhältnis-Zugkraft hat, dass sich die Zugkraft pro Breitereinheit allmählich steigert, wenn sich die Dehnung steigert, der Expansionsverformungsabschnitt und daher der torische Luftschlauch in den beiden Richtungen des vollen Umfangs und der vollen Breite ohne eine Konzentration der örtlichen Verformung expansionsverformt, und im Ergebnis dessen wird der torische Luftschlauch allmählich und gleichmäßig zur Innenfläche des Reifens hin expansionsverformt, um sicher zur vollen Innenfläche des Rei-

fens zu schließen.

[0017] Daher kann er wirksam die Verschlechterung der Haltbarkeit in dem Reifen und dem torischen Luftschlauch verhindern, die sich aus einer vorgespannten Berührung oder einer unausgeglichenen Berührung des torischen Luftschlauchs mit der Innenseite des Reifens oder dergleichen ergibt.

[0018] Darüber hinaus ist es vorzuziehen, dass ein Bereich des torischen Luftschlauchs, der eine Berührung mit einer Radfelge herstellt oder derselben gegenüberliegt, im Wesentlichen ein sich nicht durch Expansion verformender Abschnitt ist.

[0019] Nach dieser Konstruktion wird die Eigenschaft des torischen Luftschlauchs, an die Felge zu passen, ausreichend durch den nicht durch Expansion verformenden Abschnitt sichergestellt, und die Veränderung in der Berührungshaltung des torischen Luftschlauchs zu der Innenfläche des Reifens wird unter der Einwirkung des torischen Luftschlauchs ausreichend verhindert, selbst bei der Fahrt des Sicherheitsreifens unter Belastung oder der sogenannten Pannelauf-Fahrt, wodurch die Haltbarkeit weiter verbessert werden kann.

[0020] Ferner ist dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs eine anfängliche Steifigkeit in einer biaxialen Richtung gegeben. Der hierin verwendete Begriff „anfängliche Steifigkeit“ bedeutet, dass ein Zugmodul, bestimmt von einer Steigung bis zu 5% Dehnung, bevor der Expansionsverformungsabschnitt oder des Zugspannungsabstützelement unmittelbar der Expansionsverformung ausgesetzt wird, nicht geringer als 10 Mpa ist, und der Begriff „biaxiale Richtung“ bedeutet zwei zueinander senkrechte axiale Linien in einer willkürlichen Richtung.

[0021] Eine solche anfängliche Steifigkeit in der biaxialen Richtung verbessert die Formbewahrungseigenschaft des torischen Luftschlauchs, bevor der torische Luftschlauch durch den Abfall des Reifeninnendruckes expansionsverformt wird, und dient dazu, die Dehnungen in den jeweiligen Richtungen ausreichend auszugleichen, während die Dehnung in nur einer Richtung wirksam eingeschränkt wird.

[0022] Wenn der Zugmodul geringer als 10 Mpa ist, ist die Formbewahrungseigenschaft des torischen Luftschlauchs mangelhaft, und ein Außendurchmesser desselben oder dergleichen wird groß, und daher könnte der torische Luftschlauch durch ein Berühren mit der Innenfläche des Reifens beschädigt werden.

[0023] Ferner ist es vorzuziehen, dass eine Kurve der Zugkraft zum Dehnungsverhältnis in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs innerhalb eines Dehnungsbereichs von bis zu 100% Dehnungsverhältnis im Wesentlichen in einer Hakenform verändert wird.

[0024] Im Einzelnen wird eine Durchschnittssteigung der Zugkraft zu einem Dehnungsverhältnis von 0 bis 5%, wenn sich der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs auf der Grundlage der Zufuhr eines Innendruckes zu dem torischen Luftschlauch ausdehnt, größer gemacht als eine Durchschnittssteigung der Zugkraft zu einem Dehnungsverhältnis von 5 bis 100%, wenn der Expansionsverformungsabschnitt, begleitet von dem Abfall des Reifeninnendruckes, expansionsverformt wird.

[0025] Nach dieser Konstruktion ist ein Steigerungsverhältnis der Zugkraft in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs zu dem Dehnungsverhältnis groß, wenn der Sicherheitsreifen normalerweise unter Belastung gefahren wird, so dass dem Expansionsverformungsabschnitt eine große, der Zentrifugalkraft oder dergleichen widerstehende, Kraft gegeben werden kann, während, wenn der Expansionsverformungsabschnitt 5% überschreitet und auf Grund des Durchstechens des Reifens oder dergleichen expansionsverformt wird, der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs glatt und sanft unter einem kleinen Steigerungsverhältnis der Zugkraft zu dem Dehnungsverhältnis verformt wird, wodurch der Expansionsverformungsabschnitt und daher der torische Luftschlauch ausreichend gleichmäßig in Berührung mit der vollen Innenfläche des Reifens gebracht werden können.

[0026] Im Gegensatz dazu wird, wenn der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs schnell verformt wird, örtlich ein Bereich des Expansionsverformungsabschnitts in dem torischen Luftschlauch erzeugt, der vorzeitig eine Berührung mit der Innenfläche des Reifens herstellt, und daher werden leicht ein vorgespanntes Berühren des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens, ein teilweises Biegen des torischen Luftschlauchs und so weiter verursacht. Sobald sie verursacht werden, kann durch die Reibungskraft zwischen dem torischen Luftschlauch und dem Reifen kein angemessener Berührungszustand erreicht werden.

[0027] Um, wie zuvor erwähnt, die angemessene Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs zu verwirklichen, wird ein Grad des Absenkens der Zugkraft zu dem Dehnungsverhältnis von 5 bis 100% von einem Maximalwert der Zugkraft zu dem Dehnungsverhältnis von 0 bis 5% in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs vorzugsweise auf nicht mehr als 50% des Maximalwertes, noch bevorzugter nicht mehr als 40%, am bevorzugtesten nicht mehr als 30% bei einer Lufttemperatur von 25°C, gebracht.

[0028] Mit anderen Worten kann, wenn der Absenkungsgrad der Zugkraft in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs 50% des Maximalwertes bei der Expansionsverformung überschreitet, eine gewaltsame Verformung des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs auftreten, und eine Möglichkeit, den torischen Luftschlauch örtlich und vorzeitig in Berührung mit der Innenfläche des Reifens zu bringen, wird größer.

[0029] Wenn ein Vliesstoff als Faserelement verwendet wird, beginnt, als eine Dehnungsform des Vliesstoffs, ein Abschnitt, der eine niedrigste Zugbeständigkeit hat, zuerst die Verformung, und anschließend beginnt ein Abschnitt, der eine niedrigere Zugbeständigkeit hat, die Verformung, bevor der erste Abschnitt eine Verformungsgrenze erreicht, und eine ähnliche Verformung wird wiederholt, bis die Dehnung über die Gesamtheit abgeschlossen ist, so dass während der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs die Zugkraft örtlich etwas geringer sein kann, aber unter Betrachtung des Vliesstoffs als Ganzes die Zugkraft allmählich mit der Zunahme der Expansionsverformung zunimmt und daher ein ausreichend gleichmäßiges Berühren des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens verwirklicht werden kann und die Zugspannungsverteilung des torischen Luftschlauchs selbst ausreichend gleichförmig gemacht werden kann.

[0030] Bei den obigen Verbundwerkstoffen, insbesondere dem Verbundwerkstoff aus Faserelement und Gummi, ist die Einheitsdicke des Faserelements vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von 0,05 bis 2,0 mm, weil eine homogene Durchdringung von Gummi über die Gesamtheit der Dicke des Faserelements oder eine gleichförmige Verteilung des Faserelements zu dem Gummi erzeugt wird, um eine dem Verbundwerkstoff inhärente Zugbeständigkeitsfunktion, d. h., eine Formbewahrungsfunktion für den torischen Luftschlauch bei einem normalen Zustand des Reifens und die Dehnungsfunktion beim Einstich in dem Verbundwerkstoff, richtig zu erzeugen.

[0031] Wenn das Faserelement in dem Verbundwerkstoff verwendet wird, ist das Faserelement vorzugsweise aus einem ungerichteten Fasermaterial aufgebaut.

[0032] Wenn das Faserelement aus einem Fasermaterial aufgebaut ist, in dem kurze Fasern zufällig angeordnet sind, oder aus einem ungerichteten Material, wie beispielsweise einem Vliesstoff oder dergleichen, kann die zuvor erwähnte Steifigkeit in der biaxialen Richtung vorteilhaft entwickelt werden. In diesem Fall kann, wenn der Reifen verhältnismäßig stark zerrissen ist, das Vorspringen des expansionsverformten torischen Luftschlauchs aus dem zerrissenen Abschnitt zur Außenseite des Reifens hin verhindert werden, um den torischen Luftschlauch wirksam gegen eine äußere Beschädigung zu schützen.

[0033] Mit anderen Worten springt, wenn der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs nur aus Gummi besteht und kein Faserelement hat oder wenn das Faserelement in dem Verbundwerkstoff nur in einer uniaxialen Richtung eine Steifigkeit hat, der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs stark aus dem zerrissenen Abschnitt des Reifens zur Außenseite hin vor, und daher wird eine Möglichkeit, den torischen Luftschlauch einer äußeren Beschädigung auszusetzen, größer.

[0034] Außerdem hat das Faserelement vorzugsweise eine solche Struktur, dass Enden von Fasern in dem Faserelement dispers wie in dem Vliesstoff angeordnet sind. Dies liegt daran, dass, wenn die Faserenden regelmäßig in dem Faserelement angeordnet sind, leicht bei der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs Probleme verursacht werden, die sich aus einer Spannungskonzentration in Positionen der Faserenden ergeben.

[0035] Als ein in dem Vliesstoff verwendetes Fasermaterial können synthetische Materialien, wie beispielsweise Polyester, Polyamid und Polyvinylalkohol, und Naturfasern, wie beispielsweise Reyon, Cellulose und dergleichen, allein oder in einer Verbindung von zwei oder mehr derselben, Erwähnung finden. Es kann ebenfalls anderes Fasermaterial als die zuvor erwähnten verwendet werden. Ferner kann eine Faser mit einer zweilagigen Struktur, wobei eine innere Lage und eine äußere Lage der Faser selbst aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, als Material für den Vliesstoff verwendet werden.

[0036] Da Gummi durch Hitze und Druck bei einem Vulkanisationsschritt in den Vliesstoff-Verbundwerkstoff-

fen eindringt oder zwischen die Fasern dringt, ist es im Allgemeinen nicht notwendig, eine Behandlung, wie beispielsweise ein Aufbringen eines bestimmten Klebstoffs auf den Vliesstoff oder dergleichen, anzuwenden, aber das Aufbringen des Klebstoffs oder dergleichen kann ausgeführt werden, falls es erforderlich ist, um ein höheres Haftvermögen zu erzielen.

[0037] Es ist ebenfalls vorzuziehen, dass die Menge von Faser zu Gummi in dem Vliesstoff zum Verbessern der gleichförmigen Dispersion der Fasern in Gummi innerhalb eines Bereichs von 4 bis 50 Masseprozent liegt. Ferner liegt das Gewicht des Vliesstoffs vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von 100 bis 3000 mN/m² (10 bis 300 g/m²).

[0038] Wenn das Gewicht geringer als 100 mN/m² ist, wird die Ungleichmäßigkeit der Faserverteilung groß, und es ist schwierig, die Gleichförmigkeit des Verbundwerkstoffs sicherzustellen, und daher wird die Streuung in der Festigkeit, Steifigkeit und Bruchdehnung des Verbundwerkstoffs groß, während, wenn das Gewicht 3000 mN/m² überschreitet, eine Neigung besteht, dass leicht ein Ablösen zwischen Faser und Gummi in dem Verbundwerkstoff verursacht wird.

[0039] Es ist ebenfalls vorzuziehen, dass der durchschnittliche Durchmesser der Faser in dem Vliesstoff innerhalb eines Bereichs von 0,01 bis 0,2 mm liegt. Wenn der Faserdurchmesser geringer als 0,01 mm ist, ist die Verflechtung der Fasern ausreichend, aber das Durchdringungsvermögen von Gummi ist schlecht, und eine Möglichkeit, ein interlaminares Ablösen oder dergleichen zu verursachen, wird groß, während, wenn er 0,2 mm überschreitet, das Durchdringungsvermögen von Gummi hoch ist, aber die Verflechtung der Fasern geringer ist und die Möglichkeit einer unzureichenden Steifigkeit des Verbundwerkstoffs oder dergleichen weiter besteht.

[0040] Darüber hinaus kann das Faserelement aus mehreren Faserlagen hergestellt sein, zum Beispiel mehreren Faserkordlagen, wobei die nebeneinander angeordneten Lagen von Fasermaterialien miteinander überkreuzt sind. In diesem Fall ist die Ausrichtung der Fasermaterialien unvermeidlich, aber es ist möglich, die Steifigkeiten in biaxialen Richtungen sicherzustellen, und das Vorspringen des expansionsverformten torischen Luftschauchs aus einem großen zerrissenen Abschnitt eines Reifens oder dergleichen kann wirksam verhindert werden.

[0041] Bei dem zuvor erwähnten torischen Luftschauch kann, wenn ferner zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen an einem Abschnitt gegenüber der Innenumfangsfläche des Reifen-Laufflächenabschnitts angeordnet sind, die bevorstehende Verformung des torischen Luftschauchs zu der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts, die sich aus dem Einwirken der Zentrifugalkraft oder dergleichen ergibt, unmittelbar eingeschränkt werden. In diesem Fall beträgt die Breite des Verbundwerkstoffs vorzugsweise das 0,2-Fache oder mehr einer maximalen Breite einer Innenfläche eines Seitenwandabschnitts in einem auf eine Felge montierten Sicherheitsreifen, wie zuvor erwähnt, um ein Kriechen des Verbundwerkstoffs, das sich aus dem Einwirken der Zentrifugalkraft ergibt, zu steuern. Darüber hinaus können sich die Konstruktionen der Verbundwerkstoffe zwischen zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen, zum Beispiel die Arten der Faserelemente, voneinander unterscheiden.

[0042] Ferner können zwei oder mehr Lagen eines Verbundwerkstoffs über gemeinsamen Punkten angeordnet sein, die einer Position einer maximalen Breite des torischen Luftschauchs entsprechen. In diesem Fall dient der Verbundwerkstoff unmittelbar als ein Element, das der Zentrifugalkraft während der Fahrt des Sicherheitsreifens unter einer Belastung im normalen Zustand des Reifens entgegenwirkt.

[0043] Darüber hinaus können zwei oder mehr Lagen eines Verbundwerkstoffs an einem Abschnitt angeordnet sein, der einer Wulstbasis des Reifens entspricht. In diesem Fall wird eine Kraft zum Beschränken des torischen Luftschauchs auf eine gegebene Position gesteigert, und insbesondere eine zufällige Positionsverschiebung des torischen Luftschauchs bei der Expansionsverformung und nach der Expansionsverformung kann wirksam verhindert werden.

[0044] In dem Fall, dass der Verbundwerkstoff, wie oben erwähnt, an jedem Abschnitt des torischen Luftschauchs angeordnet ist, ist es vorzuziehen, dass in Berg auf die Steifigkeiten von Strukturabschnitten sowohl die Steifigkeit an einem Scheitelbereich als auch die Steifigkeit an einem Bereich, der in dem torischen Luftschauch bei einer Stellung unter einem Aufblasen eines Innendrucks der Wulstbasis des Reifens entspricht, größer gemacht ist als eine Steifigkeit an jedem an den Scheitelabschnitt angrenzenden Seitenbereich, um, wie oben erwähnt, die Positionsverschiebung des torischen Luftschauchs wirksam zu verhindern und um eine flache Form des torischen Luftschauchs während der normalen Fahrt mit einer hohen Geschwindigkeit aus-

reichend sicherzustellen und um das Aufrechterhalten der flachen Form des torischen Luftschlauchs beim Anwenden auf einen Reifen, der einen hohen Flachheitsgrad hat, sicherzustellen.

[0045] Die Polymerfolie in dem Verbundwerkstoff hat vorzugsweise einen anfänglichen Modul von 0,1 bis 1,3 GPa, eine Streckspannung von 10 bis 33 Mpa und eine Bruchdehnung von nicht weniger als 20%, wodurch eine hervorragende Formbewahrungseigenschaft des torischen Luftschlauchs und die Expansionsverformung desselben erzielt werden können. Das heißt, wenn die Eigenschaften geringer sind als die unteren Grenzen der oberen numerischen Werte, ist es schwierig, eine ausreichende Formbewahrungseigenschaft sicherzustellen, während es, wenn sie die oberen Grenzen überschreiten, schwierig ist, die ausreichende Expansionsverformung zu erzielen.

[0046] Außerdem ist es, wenn dem Verbundwerkstoff eine Eigenschaft gegeben ist, dass das Berühren des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens in einer plastischen Verformungszone des Verbundwerkstoffs ausgeführt wird, möglich, den torischen Luftschlauch nach dem schlagartigen Entwickeln seiner Funktion auf Grund eines Durchstechens des Reifens oder dergleichen leicht und sicher durch visuelle Beobachtung zu identifizieren, und folglich kann ein versehentliches Wiederverwenden des torischen Luftschlauchs wirksam verhindert werden.

[0047] Es ist vorzuziehen, dass in einem solchen mit dem Verbundwerkstoff versehenen torischen Luftschlauch ein Verhältnis E_p/E_w einer Zugbeanspruchung E_p bei 3% Dehnung in einer Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_w bei 3% Dehnung in einer Breitenrichtung an einem Abschnitt, der zu der Innenumfangsfläche des Reifen-Laufflächenabschnitts zeigt, nicht geringer als 1 ist.

[0048] Insbesondere erfüllen ein Verhältnis E_{CP}/E_{CW} einer Zugbeanspruchung E_{CP} bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{CW} bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung an einem Abschnitt des mit dem Verbundwerkstoff versehenen torischen Luftschlauchs, der zu einer Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts zeigt, und ein Verhältnis E_{SP}/E_{SW} einer Zugbeanspruchung E_{SP} bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{SW} bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung an einem an den Abschnitt, der zu der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts zeigt, angrenzenden Seitenabschnitt eine Beziehung von $E_{CP}/E_{CW} \geq E_{SP}/E_{SW}$.

[0049] Bei einem solchen mit dem Verbundwerkstoff versehenen torischen Luftschlauch bedeutet der Begriff „Zugbeanspruchung bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung“ einen Wert, erhalten durch Dividieren einer Kraft, die erforderlich ist, um 3% Dehnung zu gewährleisten, durch eine anfängliche Schnittoberfläche, wenn ein Prüfstück von 200 mm Länge und 25 mm Breite in der Umfangsrichtung aus dem torischen Luftschlauch geschnitten und an einer Zugfestigkeitsprüfmaschine befestigt und mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/min in einer Längsrichtung des Prüfstücks unter Zugspannung gesetzt wird, und der Begriff „Zugbeanspruchung bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung“ bedeutet einen Wert, erhalten durch Dividieren einer Kraft, die erforderlich ist, um 3% Dehnung zu gewährleisten, durch eine anfängliche Schnittoberfläche, wenn ein Prüfstück von 200 mm Länge und 25 mm Breite in der Breitenrichtung aus dem torischen Luftschlauch geschnitten und an einer Zugfestigkeitsprüfmaschine befestigt und mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/min in einer Längsrichtung des Prüfstücks unter Zugspannung gesetzt wird. Das gleiche gilt ebenfalls in Bezug auf die Zugbeanspruchung der anderen Abschnitte des torischen Luftschlauchs.

[0050] Wenn der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs innerhalb des Reifens expansionsverformt wird, ist es erforderlich, dass der Verbundwerkstoff um nicht weniger als 15% ohne Reißen oder Brechen gedehnt wird, vorzugsweise längs der Umfangsrichtung des torischen Luftschlauchs, um die Expansion des Expansionsverformungsabschnitts aufzunehmen. Zu diesem Zweck ist das Verhältnis E_p/E_w einer Zugbeanspruchung E_p bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_w bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung vorzugsweise nicht geringer als 1.

[0051] Wenn das Verhältnis E_p/E_w geringer ist als 1, ist die Verstärkungswirkung in der Umfangsrichtung des torischen Luftschlauchs nicht ausreichend, und es ist schwierig, die Dehnung des torischen Luftschlauchs ausreichend zu steuern, was einer durch das Drehen während einer normalen Fahrt bei etwa 100 km/h erzeugten Zentrifugalkraft und einer durch einen Unterschied des Innendrucks zwischen dem torischen Luftschlauch und dem Reifen erzeugten Zugspannung entgegenwirkt. Mit anderen Worten, selbst wenn das Verhältnis E_p/E_w geringer ist als 1, ist es möglich, die erforderliche Festigkeit in der Umfangsrichtung durch Steigern der Zahl der Verbundwerkstofflagen sicherzustellen, aber es ist notwendig, das Gewicht des torischen Luftschlauchs, und daher das Gewicht des Sicherheitsreifens, zu steigern.

[0052] Ferner wird, wenn die Verhältnisse der Zugbeanspruchungen bei 3% Dehnung in dem torischen Luftschlauch selbst $E_{CP}/E_{CW} \geq E_{SP}/E_{SW}$ erfüllen, das Verhältnis der Steifigkeit in der Umfangsrichtung an dem Abschnitt, der zu der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts zeigt, höher, und die Formbewahrungseigenschaft, die einem Reifen mit einem hohen Flachheitsgrad entspricht, kann gewährleistet werden.

[0053] Darüber hinaus sind auf wenigstens einer Lage unter den zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen, die wenigstens über einem vollen Umfang des Abschnitts, der zu der Innenumfangsfläche des Reifen-Laufflächenabschnitts zeigt, angeordnet sind, an einer oder mehreren symmetrischen Positionen in Bezug auf die Äquatorialebene des Reifens, ringförmig Teile geringer Steifigkeit, zum Beispiel Elemente mit niedriger Elastizität, angeordnet.

[0054] Nach diesem torischen Luftschlauch dienen, wenn die Reifen-Felge-Baugruppe unter Belastung gedreht wird, in einem Zustand des Füllens eines gegebenen Luftdrucks, z. B. eines maximalen Luftdrucks, definiert in einem Standard nach dem JATMA YEAR BOOK, dem ETRTO STANDARD MANUAL, dem TRA YEAR BOOK oder dergleichen, in den Reifen und des Füllens eines Luftdrucks, der höher ist als der obige Luftdruck, in den torischen Luftschlauch, die zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen dazu, das Größenwachstum des torischen Luftschlauchs, das sich aus der Zentrifugalkraft oder dergleichen ergibt, wirksamer zu steuern, und insbesondere dazu, das Reiben des torischen Luftschlauchs mit der Innenumfangsfläche der Lauffläche an einem Bodenberührungsbereich der Lauffläche zu verhindern.

[0055] Als Gas zum Einfüllen in den Reifen und den torischen Luftschlauch kann an Stelle von Luft Stickstoffgas oder ein anderes inertes Gas verwendet werden.

[0056] Andererseits wird, wenn der Druckunterschied zwischen der Innenseite und der Außenseite des torischen Luftschlauchs auf Grund des Abfalls des Reifeninnendrucks oder dergleichen einen gegebenen Wert überschreitet, der Verbundwerkstoff in dem elastischen Bereich oder von dem elastischen Bereich zu dem plastischen Bereich bis zu nicht weniger als 15% dehnungsverformt, und der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs wird begleitend dazu ausgedehnt.

[0057] Bei einer solchen Dehnungsverformung des Verbundwerkstoffs beginnt, da der Verbundwerkstoff mit dem Teil niedriger Steifigkeit an einer Position, symmetrisch in Bezug auf die Äquatorialebene des Reifens, zum Beispiel an einem in Breitenrichtung mittigen Abschnitt des Verbundwerkstoffs, versehen ist, die Dehnungsverformung vom Mittelabschnitt des Verbundwerkstoffs, welcher der Teil niedriger Steifigkeit ist, und folglich wird der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs an dem Abschnitt, der dem Mittelabschnitt des Verbundwerkstoffs entspricht, gleichförmig über den gesamten Umfang vergrößert und verformt.

[0058] Eine solche Vergrößerungsverformung des torischen Luftschlauchs, die von einer gegebenen Position in der Breitenrichtung begann, pflanzt sich symmetrisch in Bezug auf die Äquatorialebene allmählich zu in Breitenrichtung angrenzenden Abschnitten des Verbundwerkstoffs und schließlich über die volle Breite des Verbundwerkstoffs fort, und folglich wird der torische Luftschlauch über die Gesamtheit des Verbundwerkstoffs in der Breitenrichtung annähernd gleichmäßig vergrößert und verformt.

[0059] Daher kann, selbst wenn es eine Streuung bei der Steifigkeit an den Seitenabschnitten des Verbundwerkstoffs gibt, ausreichend verhindert werden, dass sich die Expansionsverformung des Expansionsverformungsabschnitts in dem torischen Luftschlauch zu einer Seite in Breitenrichtung des Verbundwerkstoffs hin vorspannt, und im Ergebnis dessen werden keine Probleme, wie beispielsweise ein örtliches Verdünnen des torischen Luftschlauchs, ein Absenken der Belastungstragfähigkeit und der Haltbarkeit auf Grund einer örtlichen Berührung mit der Innenfläche des Reifens und so weiter, verursacht.

[0060] Falls der Teil geringer Steifigkeit an mehreren Stellen in dem Verbundwerkstoff angeordnet ist, kann die Gesamtheit des torischen Luftschlauchs schneller expansionsverformt werden, während die Funktion und die Wirkungen wie oben beibehalten werden.

[0061] Außerdem können, wenn die Steifigkeit in einem Teil geringer Steifigkeit allmählich verändert wird, der Beginn der Dehnungsverformung des Verbundwerkstoffs und daher der Beginn der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs vorzeitiger und glatter ausgeführt werden, und auch das Fortpflanzen der Expansionsverformung in der Breitenrichtung kann glatter ausgeführt werden.

[0062] Darüber hinaus kann der Teil geringer Steifigkeit auf jeder Seite in Breitenrichtung des Verbundwerkstoffs angeordnet sein, wodurch die Steifigkeiten dieser Seitenabschnitte, verglichen mit denen der anderen

Abschnitte, ausreichend verringert werden können, um das Fortpflanzen der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs von diesen Seitenabschnitten zu beginnen. Unter Berücksichtigung dessen, dass das Fortpflanzen der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs stark beeinflusst wird durch die Streuung in der Steifigkeit, die leicht in den Seitenabschnitten der Verstärkungslage erzeugt wird, ist es vorzuziehen, dass der Teil geringer Steifigkeit an einer Position angeordnet ist, die von einer Seitenkante des Verbundwerkstoffs gesondert ist.

[0063] In diesem Fall kann der Teil geringer Steifigkeit mit einem dünner gemachten Abschnitt des Verbundwerkstoffs, zum Beispiel einem Abschnitt, der eine Stärke des Verbundwerkstoffs selbst verringert, oder mit einem in dem Verbundwerkstoff geformten, ringförmigen gekerbten Abschnitt aufgebaut sein.

[0064] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform des torischen Luftschlauchs ist wenigstens eine Schutzlage, die mehrere Verstärkungselemente umfasst, die sich in einer Umfangsrichtung im Wesentlichen in einer Wellenform erstrecken, vorzugsweise gummierte Verstärkungselemente, wenigstens auf einem Abschnitt, der zu der Innenumfangsfläche des Reifen-Laufflächenabschnitts zeigt, und häufig an einer Außenumfangsseite des Verbundwerkstoffs längs eines vollen Umfangs desselben angeordnet, wobei die Wellenteilung und -amplitude des Verstärkungselements so gewählt sind, dass die Wellenform in dem Verstärkungselement bei einer Stellung des Schließens des torischen Luftschlauchs zur Innenfläche des Reifens noch beibehalten wird.

[0065] In diesem Fall ist es vorzuziehen, dass diese Verstärkungselemente nebeneinander in der gleichen Phase der Wellenform oder in einer regelmäßigen Phasenverschiebung derselben angeordnet sind.

[0066] Nach diesem torischen Luftschlauch können sich, wenn der torische Luftschlauch bei einer Expansionsstellung zum Tragen einer Belastung zur Innenfläche des Reifens geschlossen ist, falls der Reifen-Laufflächenabschnitt durch einen scharfen Stein oder einen anderen Fremdkörper, der den torischen Luftschlauch erreicht, einer äußeren Beschädigung ausgesetzt ist, da die Verstärkungselemente der Schutzlage, die in dem Abschnitt des torischen Luftschlauchs, der zu der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts zeigt, oder auf einer Außenumfangsfläche des torischen Luftschlauchs oder in einer Nachbarschaft derselben angeordnet sind und Kords oder Filamente umfassen, die sich in einer Wellenform erstrecken, unter der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs noch die Wellenform beibehalten, um einen ausreichenden Dehnungsspielraum zu behalten, und auch eine Zugkraft im Wesentlichen nicht auf dieselben ausgeübt wird, die Schutzlage und daher der torische Luftschlauch flexibel verformen, um so den Fremdkörper darin einzuhüllen, und im Ergebnis dessen kann die Beschädigung, die sich aus dem Zusammentreffen des torischen Luftschlauchs mit dem Fremdkörper ergibt, wirksam verhindert werden.

[0067] Darüber hinaus ist das Verstärkungselement vorzugsweise aus einem Chemiefaserkord hergestellt, um, verglichen mit einem Stahlkord, eine Gewichtsverringerung des torischen Luftschlauchs zu erzielen. Insbesondere, wenn er aus einem Aramidfaserkord hergestellt ist, kann die Festigkeit des Kords stark gesteigert werden.

[0068] Wenn als Teil des Zugspannungsabstützelements ein wellenförmiger Gürtel verwendet wird, der aus Stahlkords besteht, die sich in einer Umfangsrichtung erstrecken, kann die Festigkeit des torischen Luftschlauchs weiter gesteigert werden. Es kann ebenfalls als Einstellmittel für die Steifigkeit in der biaxialen Richtung verwendet werden.

[0069] Die Erfindung wird weiter beschrieben unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, in denen:

[0070] [Fig. 1](#) eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines torischen Luftschlauchs für einen Sicherheitsreifen nach der Erfindung ist, die einen Zustand des Montierens des Sicherheitsreifens auf eine Felge illustriert,

[0071] [Fig. 2](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Veränderung des Verhältnisses von Zugkraft zu Dehnung in einem Verbundwerkstoff, der ein Zugspannungsabstützelement darstellt, zeigt,

[0072] [Fig. 3](#) eine graphische Darstellung ist, die eine Kurve einer Kennlinie von Dehnungsverhältnis-Zugkraft einer herkömmlichen Technik zeigt,

[0073] [Fig. 4](#) eine schematische Schnittansicht einer anderen Ausführungsform des torischen Luftschlauchs, ähnlich [Fig. 1](#), ist,

- [0074] **Fig. 5** eine schematische Schnittansicht ist, die eine andere Ausführungsform des torischen Luftschlauchs illustriert,
- [0075] **Fig. 6** eine schematische Schnittansicht ist, die eine Expansionsverformungsausführungsform des torischen Luftschlauchs illustriert,
- [0076] **Fig. 7** eine schematische Schnittansicht ist, die eine unvorteilhafte Expansionsverformungsausführungsform des torischen Luftschlauchs illustriert,
- [0077] **Fig. 8** eine schematische Schnittansicht ist, die eine Ausführungsform eines Teils niedriger Steifigkeit illustriert,
- [0078] **Fig. 9** eine schematische Schnittansicht ist, die eine Steifigkeitsveränderung in dem Teil niedriger Steifigkeit illustriert,
- [0079] **Fig. 10** eine schematische Schnittansicht ist, die eine weitere Ausführungsform des torischen Luftschlauchs illustriert,
- [0080] **Fig. 11** eine Draufsicht einer Schutzlage in dem torischen Luftschlauch ist,
- [0081] **Fig. 12** eine schematische Schnittansicht ist, die einen Zustand des Abstützens einer Belastung durch den torischen Luftschlauch illustriert,
- [0082] **Fig. 13** eine Ansicht ist, die einen anfänglich vorhandenen Zustand eines Verstärkungselements illustriert,
- [0083] **Fig. 14** eine schematische Schnittansicht eines torischen Luftschlauchs in einem Vergleichsreifen ist,
- [0084] **Fig. 15** eine schematische Schnittansicht eines torischen Luftschlauchs in einem Beispielreifen ist,
- [0085] **Fig. 16** eine schematische Schnittansicht eines torischen Luftschlauchs in einem anderen Beispielreifen ist.
- [0086] In **Fig. 1** wird eine Schnittansicht eines torischen Luftschlauchs nach der Erfindung in einem montierten Zustand eines Sicherheitsreifens und einer Felge gezeigt, wobei die Zahl **1** der gesamte Sicherheitsreifen ist und der Sicherheitsreifen **1** eine Verbindung eines Reifens **2** und eines in demselben angeordneten torischen Luftschlauchs **3** ist.
- [0087] Der Reifen **2** ist der gleiche wie ein allgemeiner Luftreifen und umfasst einen Laufflächenabschnitt **4**, Seitenwandabschnitte **5**, die mit beiden Seiten desselben verbunden sind, und einen Wulstabschnitt, der auf einer Innenumfangsseite des Seitenwandabschnitts **5** angeordnet ist.
- [0088] Außerdem umfasst der torische Luftschlauch **3**, der einen hohlen Torus als Ganzes hat, an seinem Umfang einen Expansionsverformungsabschnitt, der dazu beiträgt, eine Belastung abzustützen, durch eine Expansionsverformung, begleitet von einem Abfallen oder Verschwinden eines Innendrucks in dem Reifen **2**, und einen sich nicht durch Expansion verformenden Abschnitt, der gegenüber oder nahe einer an den Reifen montierten Felge angeordnet ist und im Wesentlichen keine Expansionsverformung ausführt.
- [0089] Bei einem solchen torischen Luftschlauch **3** ist wenigstens ein Expansionsverformungsabschnitt, der sich von einer Position, die den beiden Wulstbasen **7** des Reifens in einer Radialrichtung entspricht, einschließlich eines daran angrenzenden Abschnitts als Ganzes bei der illustrierten Ausführungsform, nach außen erstreckt, mit einem Zugspannungsabstützelement aufgebaut, und das Zugspannungsabstützelement ist durch eine oder mehrere Polymerfolien oder durch einen Verbundwerkstoff aus einer Polymerfolie und Gummi oder durch wenigstens eine Lage eines Verbundwerkstoffs aus einem Faserelement **8** und Gummi **9** bei der illustrierten Ausführungsform geformt.
- [0090] In dem torischen Luftschlauch **3** ist es daher möglich, den sich nicht durch Expansion verformenden Abschnitt mit dem Zugspannungsabstützelement aufzubauen.
- [0091] Der Sicherheitsreifen **1** kann durch Montieren des Reifens **2** auf eine zuvor erwähnte zugelassene Fel-

ge R und Einfüllen eines gegebenen Innendrucks P_1 , zum Beispiel eines maximalen Luftdrucks, definiert zum Beispiel nach dem JATMA YEAR BOOK oder dergleichen, in das Innere des Reifens durch ein daran befestigtes Ventil und ebenfalls Einfüllen eines gegebenen Innendrucks P_2 in das Innere des torischen Luftschlauchs **3**, als eine Felgenbaugruppe verwendet werden. Darüber hinaus kann für das Einfüllen des Innendrucks ein inertes Gas oder ein anderes Gas zusätzlich zu Luft verwendet werden.

[0092] In diesem Fall wird der Außendurchmesser des torischen Luftschlauchs **3** so festgesetzt, dass er kleiner ist als der Außendurchmesser der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts. Außerdem ist der Innendruck P_2 des torischen Luftschlauchs üblicherweise ein höherer Wert als der Reifeninnendruck P_1 .

[0093] Ein Verbundwerkstoff **10**, insbesondere eine Polymerfolie oder ein Faserelement **8**, als Zugspannungsabstützelement ist in einem von der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts getrennten Abstand als ein das Größenwachstum steuerndes Element angeordnet, das einer Kraft entgegenwirkt, die durch eine Zentrifugalkraft und einen Unterschied des Innendrucks in einem Abschnitt des torischen Luftschlauchs **3** oder einem Scheitelbereich desselben, gegenüber der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts **4**, erzeugt wird, wenn der Reifen in einer solchen Felgenbaugruppe unter Belastung beim Vorhandensein des gegebenen Innendrucks P_1 gefahren wird.

[0094] Wenn andererseits der Druckunterschied zwischen der Innenseite und der Außenseite des torischen Luftschlauchs **3** auf Grund eines Abfalls des Reifeninnendrucks, zum Beispiel auf einen atmosphärischen Druck, einen gegebenen Wert überschreitet, wird der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs **3** durch die Dehnungsverformung des Verbundwerkstoffs **19** (der Polymerfolie oder des Faserelements **8**) expansionsverformt, um sich über die Gesamtheit desselben ausreichend und gleichmäßig zu der Innenfläche des Reifens zu schließen, und im Ergebnis dessen wird das Abstützen der Belastung von dem Reifen **2** zu dem torischen Luftschlauch **3** übertragen.

[0095] Daher kann, selbst wenn der Reifen durchstochen ist oder dergleichen, eine ausreichend sichere Fahrt unter der Einwirkung des torischen Luftschlauchs **3** fortgesetzt werden.

[0096] Bei der, wie oben erwähnt, von dem Abfall des Reifeninnendrucks begleiteten Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs **3** hat der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs **3** eine solche Dehnungsverhältnis-Zugkraft-Kennlinie, dass, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, unter Verwendung von zwei Arten von Verbundwerkstoffen **1** und **2** eine Zugkraft pro Breitereinheit, zum Beispiel eine Breite von 25 mm, im Wesentlichen als eine Dehnung durch die Expansionsverformung, allmählich zunimmt, d. h., eine Dehnung bei einem Dehnungsverhältnis, das in der [Fig. 5](#) übersteigt, zunimmt.

[0097] Darüber hinaus wird eine Dehnung von bis zu 5% des in [Fig. 2](#) gezeigten Werkstoffs, d. h., des Expansionsverformungsabschnitts desselben oder eines größeren Teils desselben, erzeugt durch Einfüllen des Innendrucks P_2 in den torischen Luftschlauch **3**, um den Sicherheitsreifen **1**, wie zuvor erwähnt, auf die Felgenbaugruppe zu bringen.

[0098] Der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs **3**, der eine solche Dehnungsverhältnis-Zugkraft-Kennlinie zeigt, wird als Ganzes gleichförmig und allmählich sowohl in der Umfangsrichtung als auch in der Breitenrichtung des Expansionsverformungsabschnitts gedehnt, auf der Grundlage des Einwirkens zum Beispiel eines Verbundwerkstoffs **10**, der über die Gesamtheit des Expansionsverformungsabschnitts angeordnet ist, bei der zuvor erwähnten Expansionsverformung, die sich aus einem Durchstechen des Reifens oder dergleichen ergibt, und im Ergebnis dessen wird der Expansionsverformungsabschnitt gleichmäßig und sicher an die volle Innenfläche des Reifens geschlossen.

[0099] In diesem Fall ist es vorzuziehen, dass eine Kurve der Zugkraft zum Dehnungsverhältnis innerhalb eines Dehnungsbereichs des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs der 100% Dehnungsverhältnis erreicht, im Wesentlichen in einer Hakenform verändert wird. Zu diesem Zweck ist es vorzuziehen, dass eine Durchschnittssteigung der Zugkraft zu einem Dehnungsverhältnis von 0 bis 5% in dem Expansionsverformungsabschnitt größer gemacht wird als eine Durchschnittssteigung der Zugkraft zu einem Dehnungsverhältnis von 5 bis 100%.

[0100] Nach dem Obigen widersteht der Verbundwerkstoff einer Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs **3** unter einer großen Steigung der Zugkraft stark und kann das Größenwachstum desselben während des Fahrens des Sicherheitsreifens unter Belastung wirksam steuern, bevor der Reifen **2** in der Felgenbaugruppe ein Durchstechen oder dergleichen erfährt, während der torische Luftschlauch **3** bei der Expansi-

onsverformung des torischen Luftschlauchs **3** durch das Durchstechen des Reifens oder dergleichen unter einer kleinen Steigung der Zugkraft allmählich expansionsverformt werden kann, um den Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs **3** gleichmäßiger an die volle Innenumfangsfläche des Reifens zu schließen.

[0101] Dies wird besonders beachtlich, wenn die Verformungsgeschwindigkeit des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs **3** stärker gesteuert wird, wenn ein Absenkungsgrad der Zugkraft zum Dehnungsverhältnis von 5 bis 100% von einem Maximalwert der Zugkraft zu dem Dehnungsverhältnis von 0 bis 5% in dem torischen Luftschlauch auf nicht mehr als 50% des Maximalwertes, vorzugsweise nicht mehr als 30% desselben, gebracht wird.

[0102] Im Gegensatz dazu schreitet, wenn die Zugkraft des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs zu dem Dehnungsverhältnis auf die Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs hin schnell absinkt und danach die Zugkraft mit dem Zunehmen der Dehnung, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, kaum zunimmt, die Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs durch den Abfall des Reifeninnendrucks schnell voran, und daher wird eine örtliche vorzeitige Berührung des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens verursacht, wenn nicht die Fortschrittsgeschwindigkeit der Expansionsverformung in jedem Abschnitt des torischen Luftschlauchs konstant mit einer höheren Genauigkeit reguliert wird, was zu einer vorgespannten Berührung des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens, einem teilweisen Biegen des torischen Luftschlauchs und dergleichen führt. Es gibt das Problem, dass das Auftreten einer solchen Erscheinung die Verschlechterung der sogenannten Pannenlauf-Haltbarkeit des torischen Luftschlauchs mit sich bringt.

[0103] Darüber hinaus wird, wenn dem zuvor erwähnten Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs eine anfängliche Steifigkeit in einer biaxialen Richtung gegeben wird, die Formbewahrungseigenschaft des torischen Luftschlauchs **3** in der Baugruppe aus dem Sicherheitsreifen **1** und der Felge ausreichend verbessert, und auch die Gerichtetheit bei der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs wird gesteuert, wodurch die Gleichmäßigkeit der Expansionsverformung weiter verbessert werden kann.

[0104] Wenn der Verbundwerkstoff **10** aus einem Faserelement **8** und Gummi **9** aufgebaut ist, ist es vorzuziehen, dass eine Einheitsdicke des Faserelements **8** innerhalb eines Bereichs von 0,05 bis 2,0 mm liegt, um eine verhältnismäßig gleichförmige Verteilung des Faserelements **8** und des Gummis **9** sicherzustellen, um die Funktionen des Verbundwerkstoffs ausreichend, wie erwartet, zu entwickeln.

[0105] In diesem Fall ist es vorzuziehen, dass das Faserelement **8** aus nicht ausgerichtetem Material aufgebaut ist, weil der Verbundwerkstoff mit dem Entfernen der Gerichtetheit in der Dehnung ausreichend gleichmäßig in einer beliebigen Richtung gedehnt wird, obwohl das Dehnungsverhältnis des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs nicht weniger als 5% oder nicht mehr als 5% beträgt, und ferner, falls der Reifen verhältnismäßig zerrissen ist, das Vorspringen des torischen Luftschlauchs **3** aus dem zerrissenen Abschnitt zur Außenseite des Reifens hin unter der Einschränkung durch das Faserelement **8** wirksamer verhindert wird, um die Beständigkeit gegenüber äußerer Beschädigung zu verbessern.

[0106] Ferner ist es vorzuziehen, die Faserenden in dem Faserelement **8** dispers anzuordnen, um die Konzentration von Beanspruchung oder Spannung in den Faserenden während der Verformung des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs zu verhindern. Zu diesem Zweck ist es wünschenswert, einen Vliesstoff als ein Faserelement zu verwenden, das eine Nichtgerichtetheit einschließt.

[0107] Darüber hinaus ist es, wenn ein Vliesstoff als das Faserelement **8** verwendet wird, vorzuziehen, dass eine Menge der Faser zu dem Gummi **9** in dem Verbundwerkstoff **10** 4 bis 50 Masseprozent beträgt und ein Gewicht innerhalb eines Bereichs von 100 bis 3000 mN/m² liegt, um die relative Verteilung von Gummi **9** und Fasern ausreichend gleichförmig zu machen, um die erforderliche Funktion des Verbundwerkstoffs **10** ausreichend zu entwickeln.

[0108] Das heißt, wenn die Fasermenge weniger als 4% beträgt oder das Gewicht geringer ist als 100 mN/m², ist das Durchdringungsvermögen des Gummis gut, aber die Verflechtung der Fasern ist mangelhaft, und es ist schwierig, die Steifigkeit, Zugfestigkeit und dergleichen sicherzustellen, die für den Verbundwerkstoff **10** erforderlich sind, während, wenn die Fasermenge 50% überschreitet oder das Gewicht 3000 mN/m² überschreitet, die Verflechtung der Fasern ausreichend ist, aber das Durchdringungsvermögen des Gummis schlecht ist und leicht ein interlaminares Ablösen in dem Vliesstoff oder dergleichen verursacht wird und ebenfalls die Streuung der Faserverteilung zu dem Gummi **9** groß wird, so dass die Festigkeit, Steifigkeit und dergleichen in dem ei-

nen Verbundwerkstoff ungleichförmig gemacht werden und es folglich schwierig ist, die Leistungen zu stabilisieren.

[0109] Im Einzelnen haben die Fasern in dem Vliesstoff einen durchschnittlichen Durchmesser von 0,01 bis 0,2 mm und eine Länge von nicht weniger als 8 mm. Das heißt, wenn der Faserdurchmesser geringer als 0,01 mm ist, ist die Verflechtung der Fasern ausreichend, aber das Durchdringungsvermögen von Gummi ist schlecht, und eine Möglichkeit, ein interlaminares Ablösen in dem Vliesstoff zu verursachen, wird groß, während, wenn er 0,2 mm überschreitet, das Durchdringungsvermögen von Gummi hoch ist, aber die Verflechtung der Fasern geringer wird und eine Möglichkeit, die Steifigkeit des Verbundwerkstoffs **10** oder dergleichen zu verringern, weiter besteht. Außerdem ist, wenn die Faserlänge geringer ist als 8 mm, die Verflechtung der Fasern geringer, und die Steifigkeit oder dergleichen des Verbundwerkstoffs neigt dazu, mangelhaft zu sein.

[0110] Auf den Verbundwerkstoff **10** kann ein Faserelement aufgebracht werden, das, an Stelle des zuvor erwähnten Faserelements, aus mehreren Faserlagen besteht, Fasermaterialien, die nebeneinander angeordnet sind, wobei diese Lage derselben miteinander überkreuzt sind. Selbst bei einem solchen Faserelement sind die Formbewahrungseigenschaft, die Gleichmäßigkeit der Expansionsverformung und dergleichen auf der Grundlage der Steifigkeit in biaxialer Richtung ausreichend sichergestellt, und das Vorspringen des torischen Luftschlauchs aus einem zerrissenen Abschnitt des Reifens nach außen kann wirksam verhindert werden.

[0111] Bei der Erfindung sind, wenn das Zugspannungsabstützelement des torischen Luftschlauchs **3** mit zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen aufgebaut ist, Verbundwerkstoffe, welche die gleiche Art von Faserelementen haben, in Schichtung angeordnet, oder es ist möglich, Verbundwerkstoffe, die unterschiedliche Arten von Faserelementen haben, in Schichtung anzuordnen.

[0112] Außerdem ist das Zugspannungsabstützelement, das den Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs ausmacht, nicht unbedingt gleichförmig über die Gesamtheit des Expansionsverformungsabschnitts hergestellt. Zum Beispiel ist es möglich, die Schichtungszahl der Verbundwerkstoffe, falls notwendig, teilweise zu verändern.

[0113] [Fig. 4](#) zeigt ein Beispiel des Obigen, wobei zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen einschließlich des Zugspannungsabstützelements als ein Substrat in Schichtung auf einem Scheitelabschnitt oder einem Abschnitt **11**, welcher der Innumfangsfläche des Reifen-Laufflächenabschnitts **4** entspricht, angeordnet sind und ebenfalls zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen in Schichtung auf einem Abschnitt **12**, welcher der Wulstbasis **7** des Reifens entspricht, und daran angrenzend angeordnet sind und alle diese Lagen miteinander vereinigt sind.

[0114] Bei der illustrierten Ausführungsform sind in dem Abschnitt **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, drei Lagen des Verbundwerkstoffs **13** dem Zugspannungsabstützelement als Substrat hinzugefügt, während dem Abschnitt **12**, welcher der Wulstbasis entspricht, zwei Lagen des Verbundwerkstoffs **14** hinzugefügt sind, wodurch das Verschieben des Expansionsverformungsabschnitts des torischen Luftschlauchs **3**, insbesondere des Abschnitts **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, das Annähern an den Laufflächenabschnitt durch die Zentrifugalkraft oder dergleichen wirksam verhindert werden und die Kraft zur Beschränkung des torischen Luftschlauchs **3** auf eine gegebene Position weiter gesteigert wird.

[0115] In dieser Figur ist der als innerste Lage in dem Abschnitt **11** angeordnete Verbundwerkstoff aufgebaut durch Teilen des Zugspannungsabstützelements als Substrat, um einen Teil des Zugspannungsabstützelement zu bilden, so dass, wenn das Zugspannungsabstützelement, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, als Substrat integral geformt ist, die innerste Lage des Verbundwerkstoffs aus der in [Fig. 4](#) gezeigten Struktur weggelassen werden kann.

[0116] Der in dem Abschnitt **11** angeordnete Verbundwerkstoff **13** hat vorzugsweise eine Breite w , die nicht weniger als dem 0,2-Fachen einer maximalen Breite W zwischen den Innenflächen der Seitenwandabschnitte **5** in der Baugruppe aus dem Sicherheitsreifen **1** und der Felge entspricht. Daher kann der Verbundwerkstoff **13** über gemeinsamen Positionen einer maximalen Breite des torischen Luftschlauchs selbst angeordnet sein. Nach dieser Anordnung kann ein Kriechen des Verbundwerkstoffs **13**, das sich aus dem Einwirken der Zentrifugalkraft oder dergleichen ergibt, wirksam verhindert werden, und die Funktion des Verbundwerkstoffs, der Zentrifugalkraft oder dergleichen entgegenzuwirken, kann weiter verbessert werden.

[0117] Im letzteren Fall kann eine nicht gleichförmige Verformung des Abschnitts **11**, welcher der Lauffläche entspricht, in der Breitenrichtung bei der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs **3** wirksamer ge-

steuert werden.

[0118] In dem Fall, dass das Zugspannungsabstützelement eine solche Struktur hat, ist es vorzuziehen, dass sowohl die Steifigkeit des Abschnitts **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, als auch die Steifigkeit des Abschnitts **12**, welcher der Wulstbasis entspricht, größer gemacht wird als die Steifigkeit eines Seitenbereichs zwischen denselben bei einer Stellung des Einfüllens des Innendrucks in den torischen Luftschlauch **3**, wie in der Figur gezeigt, wodurch der torische Luftschlauch selbst in eine stabile flache Form gebracht wird, um eine unerwünschte Berührung des Abschnitts **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, mit der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts durch die Zentrifugalkraft oder dergleichen zu verhindern. Dies ist ebenfalls bei der Anwendung des torischen Luftschlauchs auf einen Reifen mit einem hohen Flachheitsverhältnis vorzuziehen.

[0119] Wenn der Verbundwerkstoff, wie oben erwähnt, durch die Polymerfolie und Gummi gebildet wird, ist es vorzuziehen, dass die Polymerfolie einen anfänglichen Modul von 0,1 bis 1,3 GPa, eine Streckspannung von 10 bis 33 Mpa und eine Bruchdehnung von nicht weniger als 20% hat, um eine hervorragende Formbewahrungseigenschaft und eine glatte Expansionsverformbarkeit in dem torischen Luftschlauch sicherzustellen. Ferner ist es vorzuziehen, dass dem Polymerfolien-Verbundwerkstoff, hauptsächlich der Polymerfolie, eine Eigenschaft gegeben ist, das Berühren des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens in seiner plastischen Verformungszone auszuführen, um eine visuelle Unterscheidung zwischen dem einmal zum Entwickeln seiner Funktion expansionsverformten torischen Luftschlauch und einem anderen torischen Luftschlauch einfach und sicher auszuführen.

[0120] Außerdem sind die Verbundwerkstoffe **13**, **14**, wie in der Figur gezeigt, integral miteinander verbunden, oder sie können so angeordnet sein, dass sie voneinander gesondert sind.

[0121] Bei einem solchen, mit den Verbundwerkstoffen **10**, **13** versehenen, torischen Luftschlauch **3**, ist es vorzuziehen, dass ein Verhältnis E_P/E_W einer Zugbeanspruchung E_P bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_W bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung an dem Abschnitt **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, nicht geringer ist als 1, um das Größenwachstum des torischen Luftschlauchs **3** durch die Zentrifugalkraft oder dergleichen zu steuern und zu einem glatten Fortpflanzen der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs **3** in der Breitenrichtung zu führen.

[0122] Bei Betrachtung des mit den Verbundwerkstoffen versehenen torischen Luftschlauchs als Ganzes ist es vorzuziehen, dass ein Verhältnis E_{CP}/E_{CW} einer Zugbeanspruchung E_{CP} bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{CW} bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung an dem Abschnitt **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, und ein Verhältnis E_{SP}/E_{SW} einer Zugbeanspruchung E_{SP} bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{SW} bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung an einem an den Abschnitt **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, angrenzenden Seitenabschnitt die Beziehung von $E_{CP}/E_{CW} \geq E_{SP}/E_{SW}$ erfüllen. In diesem Fall kann die Funktion, die äußere Größe zu steuern, ausreichender entwickelt werden, durch Verbessern der Steifigkeit des Abschnitts **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, in der Umfangsrichtung, und daher kann eine Gewichtsverringerung erzielt werden, während die Funktion, die äußere Größe zu steuern, sichergestellt wird.

[0123] In [Fig. 5](#) wird schematisch eine andere Ausführungsform des torischen Luftschlauchs gezeigt, wobei zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen, einschließlich des Zugspannungsabstützelements als Substrat, vier Verbundwerkstofflagen insgesamt, einschließlich dreier zusätzlicher Verbundwerkstofflagen **13** bei der gezeigten Ausführungsform, wenigstens an einem dem Laufflächenabschnitt entsprechenden Abschnitt **11** eines torischen Luftschlauchs **3** über den gesamten Umfang desselben angeordnet sind, und wenigstens eine Lage dieser Verbundwerkstoffe **10**, **13**, zum Beispiel eine äußerste Lage, mit einem Teil **15** niedriger Steifigkeit versehen ist, angeordnet an einer oder mehreren Positionen in Symmetrie mit einer Äquatorialebene C des Reifens, insbesondere einem Teil **15** niedriger Steifigkeit, der geformt ist durch Ausschneiden der äußersten Lage in einer Ringform über die Äquatorialebene C des Reifens. Bei der Erfindung kann der Teil niedriger Steifigkeit durch Vermindern der Dicke eines der Verbundwerkstoffe **10** oder **13** geformt sein.

[0124] Wenn das Zugspannungsabstützelement des torischen Luftschlauchs **3** eine solche Struktur hat, beginnt, falls der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs **3** durch einen Abfall des Reifenninnendrucks oder dergleichen expansionsverformt wird, der Teil **15** niedriger Steifigkeit des Verbundwerkstoffs **10**, **13**, der den kleinsten Widerstand gegen eine Zugkraft hat, zuerst die Expansionsverformung durch den Innendruck P_2 des torischen Luftschlauchs, ungeachtet des integral vereinten Körpers des Verbundwerkstoffs **13** und des Zugspannungsabstützelements als Substrat oder des gesonderten Körpers derselben, und

der Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs beginnt, davon begleitet, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, die Expansionsverformung von dem Teil **15** niedriger Steifigkeit aus.

[0125] Die so erzeugte Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs **3** vergrößert sich allmählich in der Breitenrichtung nach außen, im Wesentlichen symmetrisch in Bezug auf die Äquatorialebene C des Reifens, auf der Grundlage eines allmählichen Fortpflanzens der Expansionsverformung des Verbundwerkstoffs **10**, **13** von einem an den Teil **15** niedriger Steifigkeit angrenzenden Abschnitt in der Breitenrichtung des Verbundwerkstoffs nach außen, und schließlich wird der torische Luftschlauch **3** im Wesentlichen gleichmäßig über die Gesamtheit der in der Figur gezeigten Querschnittsfläche expansionsverformt.

[0126] Im Gegensatz dazu werden, wenn der obige Teil niedriger Steifigkeit nicht geformt wird, die Steifigkeiten des linken und des rechten Seitenabschnitts des in der Figur gezeigten Verbundwerkstoffs **10**, **13** ungleichförmig. Wenn der Steifigkeitsunterschied groß wird, beginnt der torische Luftschlauch die vorgespannte Expansionsverformung, wie in [Fig. 7](#) gezeigt, nur an einer Seite, die eine niedrigere Steifigkeit hat, und danach schreitet die Verformung nur auf dieser Seite fort, und in einem Extremfall kann der Werkstoff **13**, wie in der Figur gezeigt, stark zu der anderen Seite hin stoßverschoben werden.

[0127] Wenn eine solche vorgespannte Expansionsverformung in dem torischen Luftschlauch erzeugt wird, besteht eine Möglichkeit, ungeachtet der Stoßverschiebung des Verbundwerkstoffs **13**, eine Verdünnung oder dergleichen auf Grund der örtlichen Expansionsverformung eines Teils des torischen Luftschlauchs zu verursachen, so dass eine Besorgnis in Bezug auf die Belastungstragfähigkeit, die Haltbarkeit und dergleichen des torischen Luftschlauchs bestehen bleibt.

[0128] Bei der Erfindung kann daher, selbst wenn es eine große Streuung bei den Steifigkeiten der Seitenabschnitte des Verbundwerkstoffs gibt, ausreichend verhindert werden, dass die Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs sich zu einer Seite des Verbundwerkstoffs in der Breitenrichtung hin vorspannt, und daher werden keine Probleme erzeugt wie beispielsweise ein Absenken der Belastungstragfähigkeit, ein Absenken der Haltbarkeit und so weiter auf Grund eines örtlichen Verdünnens des torischen Luftschlauchs, einer örtlichen Berührung mit der Innenfläche des Reifens und dergleichen.

[0129] Wie in [Fig. 8a](#) gezeigt, kann ein Teil niedriger Steifigkeit in jedem Seitenabschnitt des Verbundwerkstoffs **13** in der Breitenrichtung angeordnet sein. In diesem Fall kann die Steifigkeit solcher Seitenabschnitte, verglichen mit dem anderen Abschnitt, ausreichend vermindert werden, um das Fortpflanzen der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs von diesen Seitenabschnitten aus zu beginnen. Unter Berücksichtigung dessen, dass das Fortpflanzen der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs stark durch die Streuung der Steifigkeit beeinflusst wird, die besonders dazu neigt, in den jeweiligen Seitenabschnitten des Verbundwerkstoffs verursacht zu werden, ist es vorzuziehen, den Teil niedriger Steifigkeit in einer Position anzuordnen, die, wie in [Fig. 8b](#) gezeigt, von der Seitenkante des Verbundwerkstoffs getrennt ist.

[0130] Selbst in diesen Fällen beginnt die Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs von diesen Teilen niedriger Steifigkeit zur gleichen Zeit, und der Expansionsverformungsbereich wird symmetrisch in Bezug auf die Äquatorialebene C des Reifens vergrößert und erstreckt sich dann über die gesamte Breite des Verbundwerkstoffs, und daher kann das Auftreten einer vorgespannten Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs ausreichend verhindert werden, und es kann ebenfalls eine schnellere Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs als Ganzes erzeugt werden.

[0131] Außerdem kann der so geformte Teil niedriger Steifigkeit die Steifigkeit in seinem Inneren allmählich verändern. In diesem Fall kann eine Vergrößerung der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs **3**, zum Beispiel vom Mittelabschnitt des Teils niedriger Steifigkeit zur Seite desselben hin, glatt und sicher gefördert werden.

[0132] [Fig. 9](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel einer allmählichen Veränderung der Steifigkeit zeigt, wobei die Breiten von ausgeschnittenen Abschnitten der Verbundwerkstoffe in dem Teil **15** niedriger Steifigkeit schrittweise verändert werden, um die Steifigkeit allmählich von der Mittelposition des Teils **15** niedriger Steifigkeit zur Seite desselben hin zu steigern.

[0133] [Fig. 10](#) ist eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform des torischen Luftschlauchs, wobei eine Schutzlage **17** für den torischen Luftschlauch auf einer Außenumfangsseite des Zugspannungsabstützelements in dem Abschnitt **11**, welcher dem Laufflächenabschnitt entspricht, angeordnet ist.

[0134] Das heißt, eine oder mehrere Schutzlagen **17**, die aus mehreren Verstärkungselementen, wie beispielsweise Kords oder Filamenten, vorzugsweise Chemiefaserkords, die sich in der Umfangsrichtung im Wesentlichen in Wellenform erstrecken, vorzugsweise gummierten Verstärkungselementen **16**, bestehen, sind auf der Außenumfangsseite des Zugspannungsabstützelements angeordnet.

[0135] [Fig. 11](#) ist eine Draufsicht, die übertrieben die Schutzlage **17** für den in [Fig. 10](#) gezeigten torischen Luftschauch zeigt. Die Verstärkungselemente **16** in der Schutzlage **17** haben eine in der Figur gezeigte Wellenform, selbst bei einem Zustand des Einfüllens eines gegebenen Innendrucks in den torischen Luftschauch **3**. In diesem Fall ist es vorzuziehen, dass die Verstärkungselemente **16** eine relative Anordnungsbeziehung haben derart, dass die Wellenform bei der gleichen Phase oder in einer regelmäßigen Phasenverschiebung ausgerichtet ist.

[0136] Daher haben diese Verstärkungselemente **16** eine Wellenform, die vor dem Einfüllen des Innendrucks in den torischen Luftschauch **3** eine kleinere Wellenteilung und eine größere Amplitude hat.

[0137] Wenn der Reifeninnendruck abfällt, wird der obige torische Luftschauch **3** unter der Einwirkung des zuvor in denselben eingefüllten Innendrucks aus dem in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigten Zustand bis zu etwa 15 bis 25% als Umfangslänge expansionsverformt, um die Abstützung der Belastung von dem Reifen **2** zu übernehmen, bei einer Stellung des Schließens zu der Innenfläche des Reifens, wie durch einen Querschnitt in [Fig. 12](#) gezeigt. In diesem Fall hat die Schutzlage **17** einen solchen Zustand, dass die Verstärkungselemente **16** die Wellenform selbst an dem Bodenberührungsbereich entsprechend der Auswahl der anfänglichen Wellenteilung und -amplitude in dem Verstärkungselement beibehalten, und daher hat das Verstärkungselement **16** noch einen ausreichenden Ausdehnungsspielraum, und es wird im Wesentlichen keine Zugspannung auf dasselbe ausgeübt.

[0138] Um selbst in diesem Zustand einen ausreichenden Ausdehnungsspielraum auf das Verstärkungselement **16** anzuwenden, ist es, falls die Zunahme der Umfangslänge des torischen Luftschauchs **3** von dem in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigten Zustand zu dem in [Fig. 12](#) gezeigten Zustand auf 20% gebracht wird, vorzuziehen, dass ein Verhältnis A/λ der Amplitude zu der Wellenteilung λ des Verstärkungselements **16**, wie in [Fig. 13](#) gezeigt, unter dem in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigten Zustand innerhalb eines Bereichs von 0,35 bis 0,50 liegt.

[0139] In dem sogenannten Pannenlauf-Zustand, wie er in [Fig. 12](#) gezeigt wird, wird, wenn ein Fremdkörper eine äußere Beschädigung des Laufflächenabschnitts **4** des Reifens **2** verursacht und an dem torischen Luftschauch **3** ankommt, dieser sich verformen, um so den Fremdkörper einzuhüllen, da der torische Luftschauch **3** auf der Grundlage des Ausdehnungsspielraums des Verstärkungselements **16** eine hervorragende Flexibilität hat, und folglich wird eine Beschädigung des torischen Luftschauchs **3** auf Grund des Fremdkörpers ausreichend verhindert.

[0140] Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die folgenden Beispiele weiter beschrieben.

BEISPIEL 1

[0141] In Bezug auf verschiedene Sicherheitsreifen, bei denen eine Struktur eines Zugspannungsabstützelements als Expansionsverformungsabschnitt eines in einem Reifen mit einer Größe von 315/60R22.5 platzierten torischen Luftschauchs variiert wird, werden die Laufleistung, die Beständigkeit gegenüber äußerer Beschädigung und der Widerstand gegen Einstechen eines Fremdkörpers in den Sicherheitsreifen gemessen, unter einem Zustand, in dem der torische Luftschauch durch Abfallen eines Reifeninnendrucks auf atmosphärischen Druck vollständig expansionsverformt ist, um die Ergebnisse, wie sie in Tabelle 1 gezeigt werden, zu erhalten. In dieser Tabelle ist das Ergebnis umso besser, je höher der Indexwert ist.

[0142] Die Laufleistung wird bestimmt durch Messen einer Fahrtstrecke, bis die Belastung durch den torischen Luftschauch nicht mehr getragen werden kann, wenn ein Trommeltest mit niedrigem Innendruck ausgeführt wird, bei einem Zustand (nach der Bestätigung des Pannenlauf-Zustandes), wobei der Reifeninnendruck von einem Zustand der normalen Fahrt des Sicherheitsreifens unter Belastung (Reifeninnendruck: 900 kPa, Innendruck des torischen Luftschauchs: 950 kPa) abfallen lassen wird.

[0143] Die Beständigkeit gegenüber äußerer Beschädigung wird bestimmt durch Messen einer Fahrtstrecke, bis die Belastung durch den torischen Luftschauch nicht mehr getragen werden kann, wenn ein Trommeltest mit niedrigem Innendruck ausgeführt wird, bei einem Zustand unter Annahme eines Durchstechens auf Grund eines Seitenschnitts, wobei zuvor in einem Seitenabschnitt des Reifens eine Schnittbeschädigung (ein Schnitt

von 60 mm in einer Radialrichtung) geformt wird und der Reifeninnendruck bei einem Verlustzustand ist und ein Innendruck von 400 kPa in den in dem Reifen platzierten torischen Luftschlauch eingefüllt ist.

[0144] Der Widerstand gegen Einstechen eines Fremdkörpers wird bestimmt durch Messen einer Fahrtstrecke auf die gleiche Art wie oben beschrieben, wenn ein Trommeltest mit niedrigem Innendruck ausgeführt wird, bei einem Zustand unter Annahme sehr harter Fahrtbedingungen, wie beispielsweise Fahrt auf schlechten Straßen oder dergleichen, und einem solchen Zustand, dass ein auf einer Straße verstreuter Fremdkörper durch den Reifen eingefahren wird und durch den Reifen hindurchgeht, um ein Durchstechen des Reifens zu verursachen, und an dem torischen Luftschlauch ankommt, um den torischen Luftschlauch durch eine scharfe Kante des Fremdkörpers zu beschädigen, wobei ein Bolzen von M10 bis zu einer Tiefe von 40 mm in einer Mitte einer Reifen-Lauffläche eingebettet wird und ein Innendruck von 400 kPa in den in dem Reifen platzierten torischen Luftschlauch eingefüllt ist.

[0145] Bei einem herkömmlichen Reifen besteht der torische Luftschlauch nur aus Gummi, wie durch den schematischen Schnitt in [Fig. 14a](#) gezeigt.

[0146] Bei einem Vergleichsreifen **1** sind, wie in [Fig. 14b](#) gezeigt, vier Lagen eines Vliesstoff-Verbundwerkstoffs auf einem Scheitelbereich des torischen Luftschlauchs angeordnet.

[0147] Bei einem Vergleichsreifen **2** ist, wie in [Fig. 14c](#) gezeigt, ein einziger Kord-Verbundwerkstoff, bestehend aus zwei Kordlagen, die darin nebeneinander angeordnete Kords enthalten, wobei die Kords der Lagen miteinander gekreuzt sind, zusätzlich zu der in [Fig. 15a](#) gezeigten Struktur, über einem Bereich angeordnet, der von einem Seitenabschnitt des torischen Luftschlauchs bis zu einem Abschnitt reicht, der einer Wulstbasis entspricht. In diesem Fall hat der Kord-Verbundwerkstoff eine in [Fig. 3](#) gezeigte Dehnungsverhältnis-Zugkraft-Kennlinie.

[0148] Bei einem Vergleichsreifen **3** ist der Kord-Verbundwerkstoff in dem torischen Luftschlauch des Vergleichsreifens **2** ersetzt durch einen Kord-Verbundwerkstoff aus einer Kordlage, die Kords enthält, die sich in nur einer Richtung und mit einem Kordwinkel von 30° in Bezug auf eine Meridionallinie des torischen Luftschlauchs erstrecken.

[0149] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **1** ist, wie in [Fig. 15a](#) gezeigt, eine Lage eines Vliesstoff-Verbundwerkstoffs auf einem Bereich angeordnet, der von einem Seitenabschnitt bis zu einem einer Wulstbasis entsprechenden Abschnitt reicht, und insgesamt vier Lagen eines Vliesstoff-Verbundwerkstoffs sind auf einem Scheitelbereich angeordnet.

[0150] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **2** ist eine Lage eines Vliesstoff-Verbundwerkstoffs über einer Gesamtheit eines Bereichs von einem einer Wulstbasis entsprechenden Abschnitt bis zu einem einer anderen Wulstbasis entsprechenden Abschnitt angeordnet.

[0151] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **3** sind, wie in [Fig. 15b](#) gezeigt, zwei Lagen eines Vliesstoff-Verbundwerkstoffs, zusätzlich zu der in [Fig. 15a](#) gezeigten Struktur, auf dem der Wulstbasis entsprechenden Abschnitt angeordnet.

[0152] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **4** ist der Vliesstoff-Verbundwerkstoff des Beispielreifens **3** durch eine Polyethylenfolie ersetzt.

[0153] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **5** ist, wie in [Fig. 15c](#) gezeigt, ein an einem Mittelabschnitt in einer Breitenrichtung angeordneter Abschnitt niedriger Steifigkeit in zwei äußeren Lagen des Vliesstoff-Verbundwerkstoffs auf einem Scheitelabschnitt in der gleichen Anordnung des Vliesstoff-Verbundwerkstoffs wie bei dem Beispielreifen **3** angeordnet.

[0154] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **6** ist, wie in [Fig. 16a](#) gezeigt, eine aus Aramidfaserkords, die sich in einer Umfangsrichtung im Wesentlichen in einer Wellenform erstrecken, bestehende Schutzlage auf einem Außenumfang des Scheitelabschnitts des in [Fig. 15b](#) gezeigten torischen Luftschlauchs angeordnet.

[0155] Bei einem torischen Luftschlauch eines Beispielreifens **7** ist, wie in [Fig. 16b](#) gezeigt, eine Lage des Vliesstoff-Verbundwerkstoffs, die in dem in [Fig. 15b](#) gezeigten torischen Luftschlauch über einem Bereich von einem Seitenabschnitt bis zu einem einer Wulstbasis entsprechenden Abschnitt angeordnet ist, durch eine

Lage eines Kord-Verbundwerkstoffs ersetzt, bestehend aus zwei Kordlagen, die darin nebeneinander angeordnete Kords enthalten, wobei die Kords der Lagen miteinander gekreuzt sind und ein Kordwinkel in Bezug auf eine Meridionallinie des torischen Luftschlauchs 45° beträgt.

TABELLE 1

		Herkömmlicher Reifen	Vergleichsreifen 1	Vergleichsreifen 2	Vergleichsreifen 3
Verbundwerkstoff	Scheitelbereich	kein	Vliesstoff: vier Lagen	Vliesstoff: vier Lagen	Vliesstoff vier Lagen
	Seitenbereich	kein	kein	Kreuzkord: eine Lage	Unidirektionaler Kord: eine Lage *1
	Der Wulstbasis entsprechender Abschnitt	kein	kein	Kreuzkord: eine Lage	Unidirektionaler Kord: eine Lage
	Teil niedriger Steifigkeit	kein	kein	kein	kein
Laufleistung (Index)		-	50	80	100
Widerstan gegenüber äußerer Beschädigung (Index)		Keine Pannenauf-Fahrt *3	Keine Pannenauf-Fahrt *3	90	100
Widerstand gegenüber Einstechen eines Fremdkörpers (Index)		-	-	-	-
Figur		Fig. 14a	Fig. 14b	Fig. 14c	Fig. 14c

		Beispielreifen 1	Beispielreifen 2	Beispielreifen 3	Beispielreifen 4
Verbundwerkstoff	Scheitelbereich	Vliesstoff: vier Lagen	Vliesstoff: eine Lage	Vliesstoff: vier Lagen	Kunstharz: vier Lagen *2
	Seitenbereich	Vliesstoff: eine Lage	Vliesstoff: eine Lage	Vliesstoff: eine Lage	Kunstharz: eine Lage
	Der Wulstbasis entsprechender Abschnitt	Vliesstoff eine Lage	Vliesstoff: eine Lage	Vliesstoff: drei Lagen	Kunstharz: drei Lagen
	Teil niedriger Steifigkeit	kein	kein	kein	kein
Laufleistung (Index)		140	130	180	180
Widerstand gegenüber äußerer Beschädigung (Index)		Nicht weniger als 200	Nicht weniger als 200	Nicht weniger als 200	Nicht weniger als 200
Widerstand gegenüber Einstechen eines Fremdkörpers (Index)		-	-	100	-
Figur		Fig. 15a	-	Fig. 15b	Fig. 15b

		Beispielreifen 5	Beispielreifen 6	Beispielreifen 7
Verbundwerkstoff	Scheitelbereich	Vliesstoff: vier Lagen	Vliesstoff: vier Lagen	Vliesstoff: vier Lagen
	Seitenbereich	Vliesstoff: eine Lage	Vliesstoff: eine Lage	Kreuzkord: eine Lage
	Der Wulstbasis entsprechender Abschnitt	Vliesstoff: drei Lagen	Vliesstoff: drei Lagen	Kreuzkord: eine Lage + Vliesstoff: zwei Lagen
	Teil niedriger Steifigkeit	kein	vorhanden	kein
Laufleistung (Index)		200	180	170
Widerstand gegenüber äußerer Beschädigung (Index)		Nicht weniger als 200	Nicht weniger als 200	Nicht weniger als 200
Widerstand gegenüber Einstechen eines Fremdkörpers (Index)		-	Nicht weniger als 200	-
Figur		Fig. 15c	Fig. 16a	Fig. 16b

Spezifikation des Vliesstoffs

Gewicht. 500 mN/m²

Dicke: 0,1 mm

Faserdurchmesser: 0,02 mm

Faserlänge: 44 mm

Fasermenge im Verbundwerkstoff: 28 Masseprozent

*1 Spezifikation des Kords

Kord: 66 Nr

Korddurchmesser: 0,61 mm

Fadenstärke: 1,2 mm

Endenzahl: 31 Kords/5 cm

*2 Spezifikation des Kunstharzes

Polyethylenfolie

Anfänglicher Modul: 1,1 GPa

Streckspannung: 30 MPa

Bruchdehnung: 650%

Stärke: 0,8 mm

*3 In dem Fall, dass eine Seitenstruktur bei einem Zustand des Einfüllens eines Innendrucks keinen Verbundwerkstoff hat, springt der torische Luftschlauch aus einer Seitenschnittbeschädigung des Reifens vor, und daher ist die Fahrt beim Pannenlauf unmöglich.

[0156] Wie aus dieser Tabelle zu ersehen ist, entwickeln alle Beispielreifen eine hervorragende Laufleistung und Beständigkeit gegen äußere Beschädigung, und der mit der Schutzlage versehene Beispielreifen **6** kann den Widerstand gegen Einstechen eines Fremdkörpers ausreichend entwickeln.

BEISPIEL 2

[0157] Bei torischen Luftschläuchen von Beispielreifen mit der gleichen Struktur wie bei dem torischen Luftschlauch des in [Fig. 15a](#) gezeigten Beispielreifen **1** gemessene Ergebnisse in Bezug auf die Pannenlauf-Haltbarkeit, wenn der Aufbau des Verbundwerkstoffs selbst in dem Vliesstoff-Verbundwerkstoff variiert wird, werden in Tabelle 2 gezeigt.

[0158] Die Pannenlauf-Haltbarkeit wird auf die gleiche Weise wie bei der Laufleistung in Beispiel 1 gemessen. Je größer der Indexwert ist, desto besser ist das Ergebnis.

TABELLE 2

	Beispiel- reifen 11 (Beispiel- reifen 1)	Beispiel- reifen 12	Beispiel- reifen 13	Beispiel- reifen 14	Beispiel- reifen 15	Beispiel- reifen 16	Beispiel- reifen 17	Vergleichs- reifen 11	Vergleichs- reifen 12	Vergleichs- reifen 13	Vergleichs- reifen 14
Gewicht des Vliesstoffs mN/m ²	500	200	1000	2000	3000	500	4000	50	500	500	500
Einheitsdicke des Vliesstoffs mm	0,1	0,05	0,2	0,4	0,7	0,15	2,1	0,02	0,2	0,06	0,1
Den Vliesstoff ausmachender Faserdurchmesser mm	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,3	0,005	0,02
Den Vliesstoff ausmachende Faserlänge mm	44	44	44	44	44	51	44	44	44	44	6
Fasermenge in einer Verbund- werkstofflage	28	18	32	39	50	20	78	8	17	50	50
Laufleistung (Index)	140	125	140	135	120	120	110	90	Keine Pannenlauf-Fahrt		

[0159] Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, kann, da in dem Vergleichsreifen 11 das Gewicht des Vliesstoffs zu klein ist und die Verflechtung der Fasern geringer ist, die allmähliche Steigerung der Zugkraft pro Breiteneinheit mit der Steigerung der Dehnung durch die Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs nicht erzeugt werden, so dass die Laufleistung niedriger ist als die des Vergleichsreifens 3 in Beispiel 1.

[0160] Bei dem Vergleichsreifen **12** ist der Faserdurchmesser in dem Vliesstoff zu groß, und die Verflechtung der Fasern ist geringer. Bei dem Vergleichsreifen **13** ist der Faserdurchmesser zu fein, und das Gummi-Eindringvermögen ist schlecht. Bei dem Vergleichsreifen **14** ist die Faserlänge in dem Vliesstoff zu kurz, und die Verflechtung der Fasern ist geringer. In jedem Fall kann die bei der Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs erforderliche Dehnungsverhältnis-Zugkraft-Kennlinie nicht verwirklicht werden, und daher ist das Fahren im Pannenlauf im Wesentlichen unmöglich.

[0161] Im Gegensatz dazu können alle Beispielreifen **11** bis **17** eine hervorragende Laufleistung entwickeln.

BEISPIEL 3

[0162] Bei torischen Luftschläuchen von Beispielreifen mit der gleichen Struktur wie bei dem torischen Luftschlauch des in [Fig. 15a](#) gezeigten Beispielreifens **1** gemessene Ergebnisse in Bezug auf die Pannenlauf-Haltbarkeit, wenn ein Verhältnis E_P/E_W einer Zugbeanspruchung E_P bei 3% Dehnung in einer Umfangsrichtung des torischen Luftschlauchs zu einer Zugbeanspruchung E_W bei 3% Dehnung in einer Breitenrichtung des torischen Luftschlauchs an einem Abschnitt, welcher der einer Innenfläche des Reifens entspricht, variiert wird, und wenn ein Verhältnis E_{CP}/E_{CW} einer Zugbeanspruchung E_{CP} bei 3% Dehnung in einer Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{CW} bei 3% Dehnung in einer Breitenrichtung an einem Abschnitt, der einer Innenfläche des Reifens entspricht, und ein Verhältnis E_{SP}/E_{SW} einer Zugbeanspruchung E_{SP} bei 3% Dehnung in einer Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{SW} bei 3% Dehnung in einer Breitenrichtung an einem an den Abschnitt, der einer Innenfläche des Reifens entspricht, angrenzenden Seitenabschnitt variiert werden, werden in Tabelle 3 gezeigt.

[0163] In diesem Fall sind $E_P = E_{CP}$ und $E_W = E_{CW}$, so dass sie in der gleichen Spalte von Tabelle 3 gezeigt werden.

[0164] Die Pannenlauf-Haltbarkeit wird ebenfalls auf die gleiche Weise wie bei der Laufleistung von Beispiel 1 gemessen, wobei das Ergebnis umso besser ist, je größer der Indexwert ist.

[0165] Die Zahl der Verbundwerkstofflagen in der Tabelle wird verändert, um die Spannung und das Spannungsverhältnis des torischen Luftschlauchs selbst einzustellen, wobei das Gewicht des torischen Luftschlauchs zunimmt, wenn die Lagenzahl zunimmt.

TABELLE 3

	Beispielreifen 21 (Beispielreifen 1)	Beispielreifen 22	Beispielreifen 23	Beispielreifen 24	Vergleichsreifen 21	Vergleichsreifen 22
Zahl der Verbundwerkstofflagen	4	4	6	3	8	10
E_{CP}/E_{CW} (E_P/E_W)	2	2	1	3	0,75	0,5
E_{SP}/E_{SW}	2	1	1	0,75	0,75	0,75
Gesamtgewicht des torischen Luftschlauchs (Index)	100	95	92	89	112	118
Laufleistung (Index)	140	140	130	135	140	135

Spezifikation des Vliesstoffs

Gewicht. 500 mN/m²
 Dicke: 0,1 mm
 Faserdurchmesser: 0,02 mm
 Faserlänge: 44 mm

Fasermenge im Verbundwerkstoff: 28 Masseprozent

[0166] Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, kann eine hervorragende Pannenlauf-Haltbarkeit erreicht werden, wenn die Spannungsbedingungen von $E_P/E_W \geq 1$ und $E_{CP}/E_{CW} \geq E_{SP}/E_{SW}$ erfüllt sind. Außerdem versteht es sich, dass es notwendig ist, das Gewicht des torischen Luftschlauchs (Steigerung des Indexwertes) bei den Vergleichsreifen **21** und **22**, durch Steigern der Zahl von Verbundwerkstofflagen, stark zu steigern, um eine gegebene Spannungsbedingung zu erfüllen.

[0167] Wie aus dem Obigen zu ersehen ist, kann eine hervorragende Pannenlauf-Haltbarkeit entwickelt werden durch allmähliches Expansionsverformen des torischen Luftschlauchs, ohne bei der von dem Reifeninnendruck begleiteten Expansionsverformung des torischen Luftschlauchs Kords zu zerreißen oder dergleichen, um den torischen Luftschlauch gleichmäßig in Berührung mit der Innenfläche des Reifens zu bringen.

Patentansprüche

1. Torischer Luftschlauch (**3**) für einen Sicherheitsreifen (**1**), der innerhalb eines Reifens (**2**) angeordnet und unter einem bestimmten Innendruck aufgeblasen und durch einen Abfall eines Reifeninnendruckes expansionsverformt wird, um eine Belastungsabstützung von dem Reifen zu übernehmen, wobei wenigstens ein Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs, der eine hohle Torusform hat, aus einem Zugspannungsabstützelement hergestellt ist und der Expansionsverformungsabschnitt eine Kennlinie von Dehnungsverhältnis-Zugkraft hat, dass eine Zugkraft pro Breitereinheit allmählich gesteigert wird, wenn durch die Expansionsverformung eine Dehnung gesteigert wird, und wobei dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs eine anfängliche Steifigkeit in einer biaxialen Richtung gegeben ist.

2. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 1, wobei das Zugspannungsabstützelement aus einer oder mehreren Polymerfolien oder einer oder mehreren Lagen eines Verbundwerkstoffs (**10**) aus einer Polymerfolie oder einem Faserelement (**8**) und Gummi (**9**) aufgebaut ist.

3. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Kurve der Zugkraft zum Dehnungsverhältnis in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs innerhalb eines Dehnungsbereichs von bis zu 100% Dehnungsverhältnis im Wesentlichen in einer Hakenform verändert wird.

4. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Durchschnittssteigung der Zugkraft zu einem Dehnungsverhältnis von 0 bis 5% in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs größer gemacht wird als eine Durchschnittssteigung der Zugkraft zu einem Dehnungsverhältnis von 5 bis 100%.

5. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Grad des Absenken der Zugkraft zu dem Dehnungsverhältnis von 5 bis 100% von einem Maximalwert der Zugkraft zu dem Dehnungsverhältnis von 0 bis 5% in dem Expansionsverformungsabschnitt des torischen Luftschlauchs auf nicht mehr als 50% des Maximalwertes gebracht wird.

6. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei das Faserelement (**8**) eine Dicke von 0,05 bis 2,0 mm hat.

7. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei das Faserelement (**8**) aus einem nicht gerichteten Fasermaterial aufgebaut ist.

8. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei Faserenden in dem Faserelement (**8**) dispers angeordnet sind.

9. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei das Faserelement (**8**) ein Vliesstoff ist.

10. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 9, wobei eine Menge von Faser zu Gummi (**9**) in dem Vliesstoff innerhalb eines Bereichs von 4 bis 50 Masseprozent liegt.

11. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Vliesstoff ein

Gewicht von 100 bis 3000 mN/m² hat.

12. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei ein Durchmesser der Faser in dem Vliesstoff innerhalb eines Bereichs von 0,01 bis 0,2 mm liegt.

13. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei das Faserelement (**8**) aus mehreren Faserlagen hergestellt ist, wobei die nebeneinander angeordneten Lagen von Fasermaterialien miteinander überkreuzt sind.

14. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 13, wobei zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen (**13**) an einem Abschnitt (**11**) angeordnet sind, der wenigstens einer Innenumfangsfläche eines Reifen-Laufflächenabschnitts (**4**) entspricht.

15. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 14, wobei zwei oder mehr Lagen eines Verbundwerkstoffs über wechselseitigen Punkten angeordnet sind, die eine Position einer maximalen Breite des torischen Luftschlauchs entsprechen.

16. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 15, wobei zwei oder mehr Lagen eines Verbundwerkstoffs (**14**) an einem Abschnitt (**12**) angeordnet sind, der einer Wulstbasis (**7**) des Reifens entspricht.

17. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 16, wobei sowohl eine Steifigkeit an einem Scheitelbereich als auch eine Steifigkeit an einem Bereich, der in dem torischen Luftschlauch bei einer Stellung unter einem Aufblasen eines Innendrucks der Wulstbasis (**7**) des Reifens entspricht, größer gemacht ist als eine Steifigkeit an jedem an den Scheitelabschnitt angrenzenden Seitenbereich.

18. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Polymerfolie in dem Verbundwerkstoff (**10**) einen anfänglichen Modul von 0,1 bis 1,3 GPa, eine Streckspannung von 10 bis 33 Mpa und eine Bruchdehnung von nicht weniger als 20% hat.

19. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 18, wobei dem in dem torischen Luftschlauch angeordneten Verbundwerkstoff eine Eigenschaft gegeben ist, dass das Berühren des torischen Luftschlauchs mit der Innenfläche des Reifens in einer plastischen Verformungszone des Verbundwerkstoffs (**10**) ausgeführt wird.

20. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 19, wobei in einem mit einem Verbundwerkstoff (**10**, **13**) versehenen torischen Luftschlauch ein Verhältnis E_p/E_w einer Zugbeanspruchung E_p bei 3% Dehnung in einer Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_w bei 3% Dehnung in einer Breitenrichtung an einem Abschnitt (**11**), der zu einer Innenumfangsfläche eines Laufflächenabschnitts (**4**) des Reifens zeigt, nicht geringer als 1 ist.

21. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 20, wobei in einem mit einem Verbundwerkstoff (**10**, **13**) versehenen torischen Luftschlauch ein Verhältnis E_{cp}/E_{cw} einer Zugbeanspruchung E_{cp} bei 3% Dehnung in einer Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{cw} bei 3% Dehnung in einer Breitenrichtung an einem Abschnitt (**11**), der zu einer Innenumfangsfläche eines Laufflächenabschnitts (**4**) zeigt, und ein Verhältnis E_{sp}/E_{sw} einer Zugbeanspruchung E_{sp} bei 3% Dehnung in der Umfangsrichtung zu einer Zugbeanspruchung E_{sw} bei 3% Dehnung in der Breitenrichtung an einem an den Abschnitt (**11**), der zu der Innenumfangsfläche des Laufflächenabschnitts zeigt, angrenzenden Seitenabschnitt eine Beziehung von $E_{cp}/E_{cw} \geq E_{sp}/E_{sw}$ erfüllen.

22. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 21, wobei auf wenigstens einer Lage unter den zwei oder mehr Verbundwerkstofflagen (**13**), die wenigstens über einem vollen Umfang des Abschnitts (**11**), der zu der Innenumfangsfläche des Reifen-Laufflächenabschnitts (**4**) zeigt, angeordnet sind, an einer oder mehreren symmetrischen Positionen in Bezug auf die Äquatorialebene (C) des Reifens, ringförmig ein Teil (**15**) geringer Steifigkeit angeordnet ist.

23. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 22, wobei der Teil (**15**) geringer Steifigkeit an mehreren Stellen angeordnet ist.

24. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 22 oder 23, wobei eine Steifigkeit in

dem Teil (15) geringer Steifigkeit allmählich verändert wird.

25. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 22 bis 24, wobei der Teil (15) geringer Steifigkeit so angeordnet ist, dass er weg von einer Seitenkante des Verbundwerkstoffs (13) gesondert ist.

26. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 22 bis 25, wobei der Teil (15) geringer Steifigkeit mit einem dünner gemachten Abschnitt des Verbundwerkstoffs (13) oder mit einem in dem Verbundwerkstoff geformten gekerbten Abschnitt aufgebaut ist.

27. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach einem der Ansprüche 2 bis 26, wobei wenigstens eine Schutzlage (17), die mehrere Verstärkungselemente (16) umfasst, die sich in einer Umfangsrichtung im Wesentlichen in einer Wellenform erstrecken, wenigstens auf einem Abschnitt (11), der zu einer Innenumfangsfläche eines Laufflächenabschnitts (4) des Reifens zeigt, längs eines vollen Umfangs desselben angeordnet ist und die Wellenteilung und -amplitude des Verstärkungselements so gewählt sind, dass die Wellenform in dem Verstärkungselement bei einer Stellung des Schließens des torischen Luftschlauchs zur Innenfläche des Reifens noch beibehalten wird.

28. Torischer Luftschlauch für einen Sicherheitsreifen nach Anspruch 27, wobei das Verstärkungselement (16) ein Chemiefaserkord ist.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

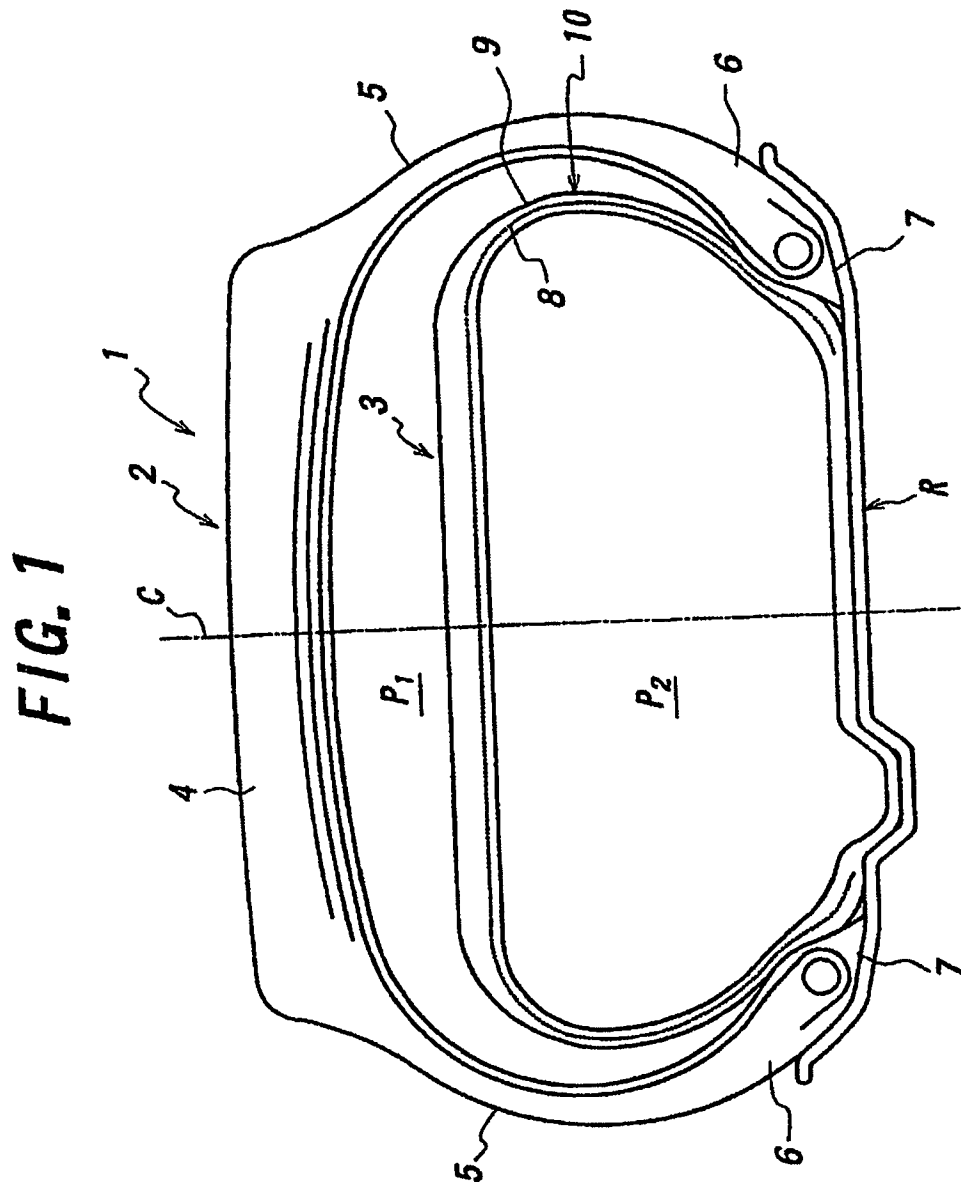


FIG. 2

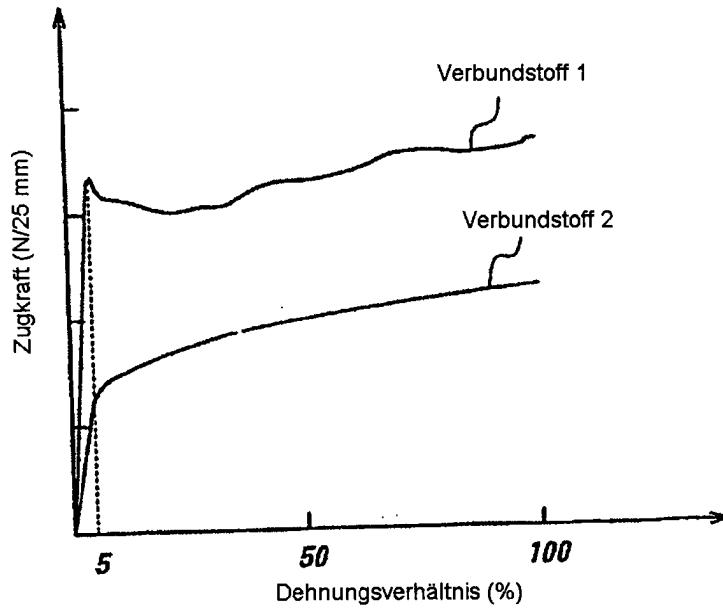


FIG. 3

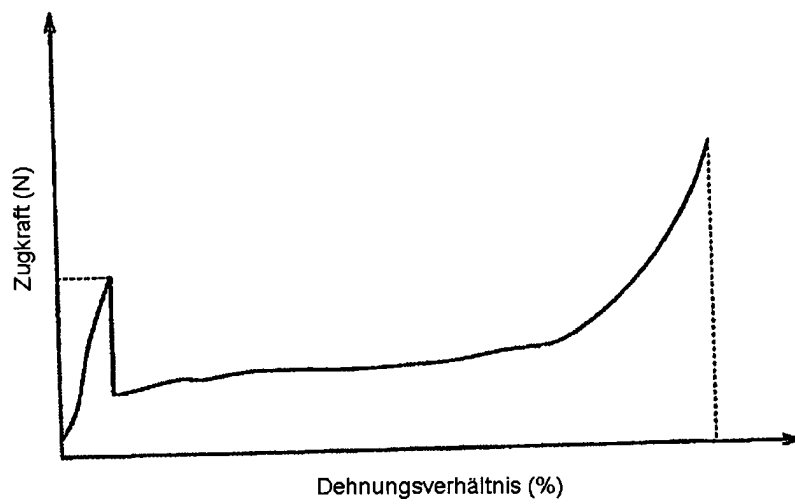


FIG. 4

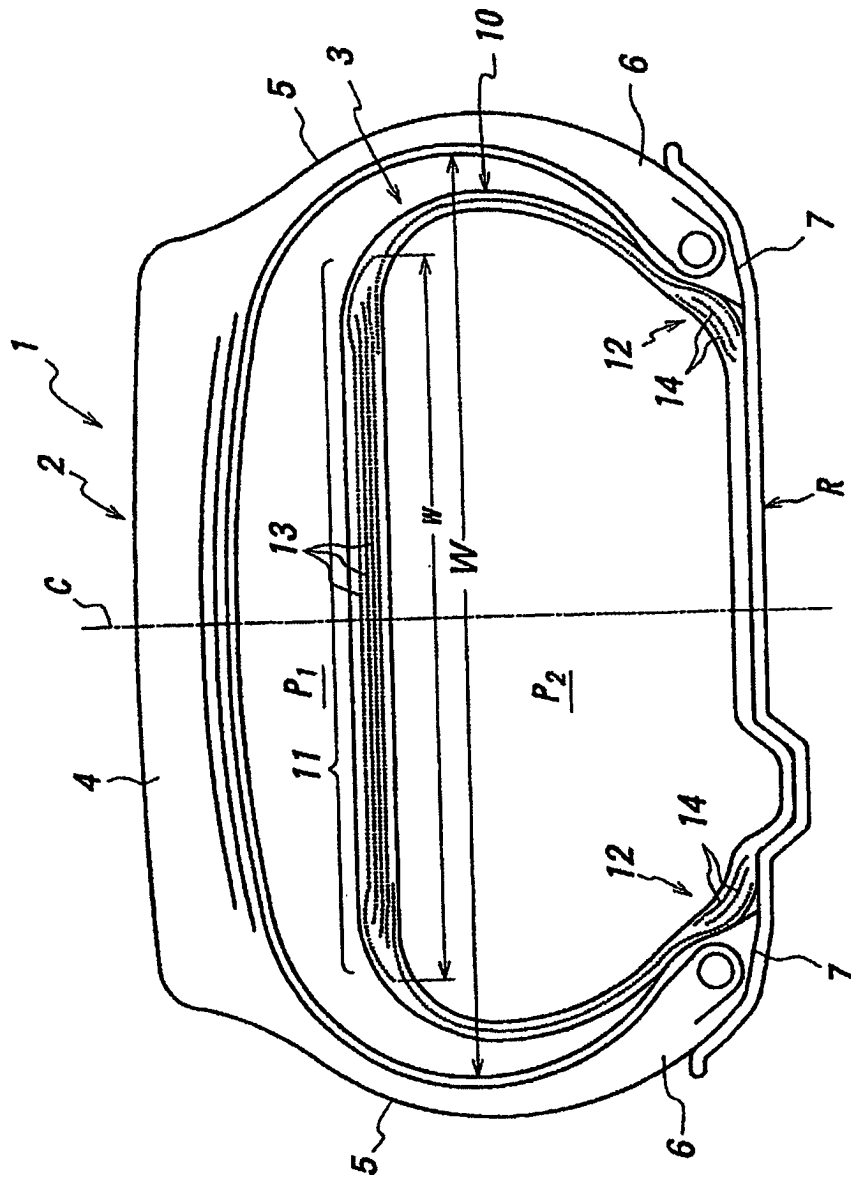


FIG. 5

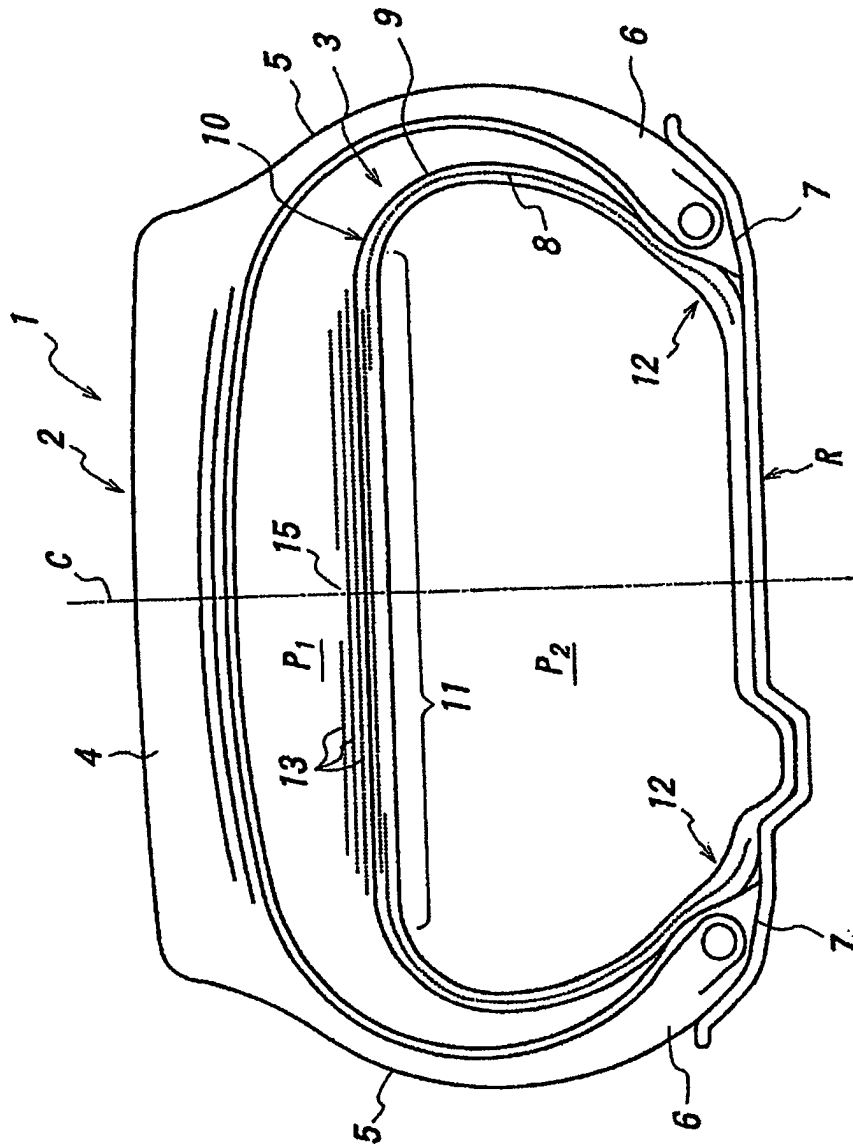


FIG. 6

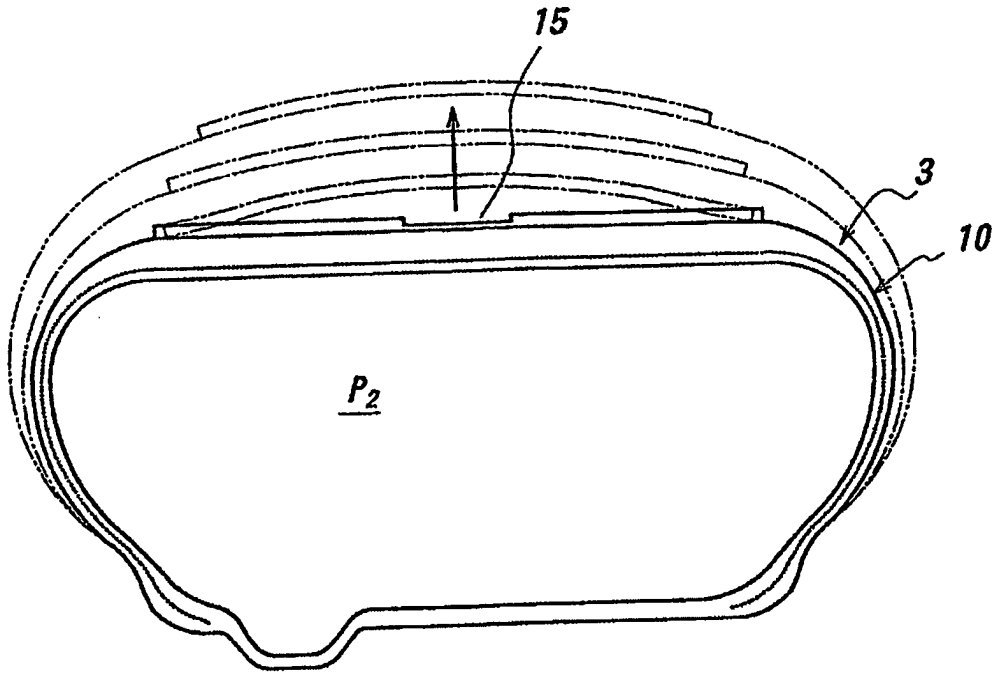


FIG. 7

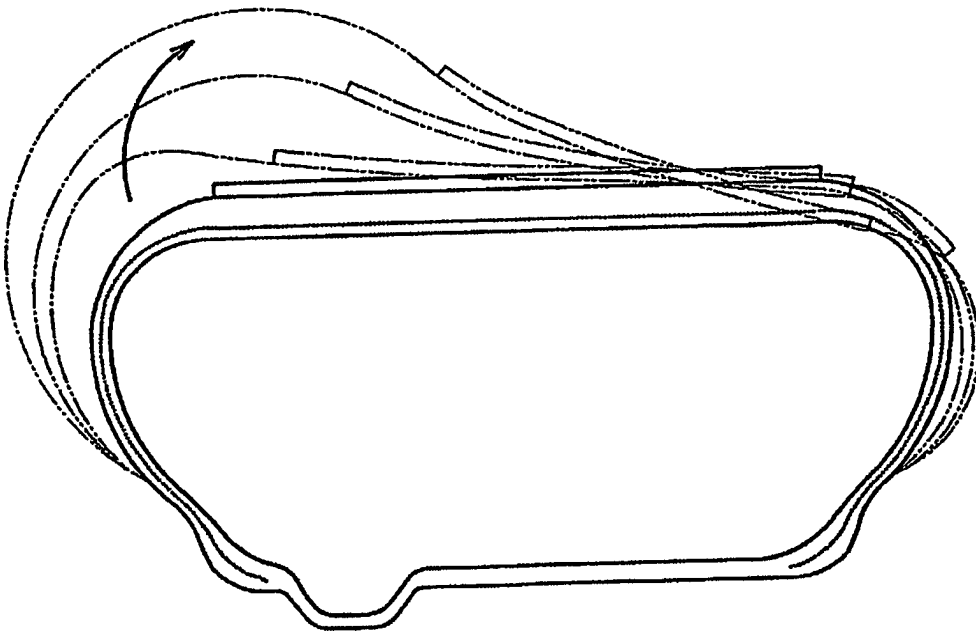


FIG. 8a

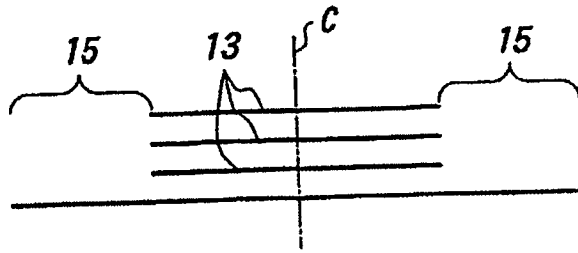


FIG. 8b

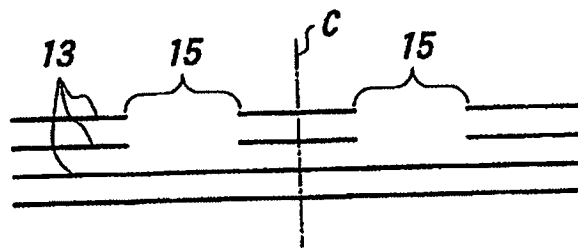
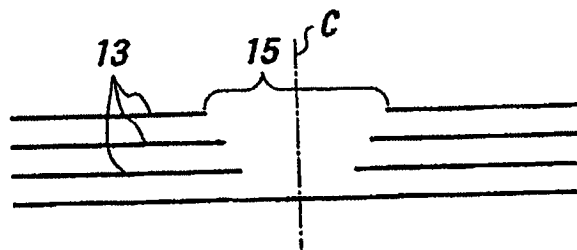


FIG. 9



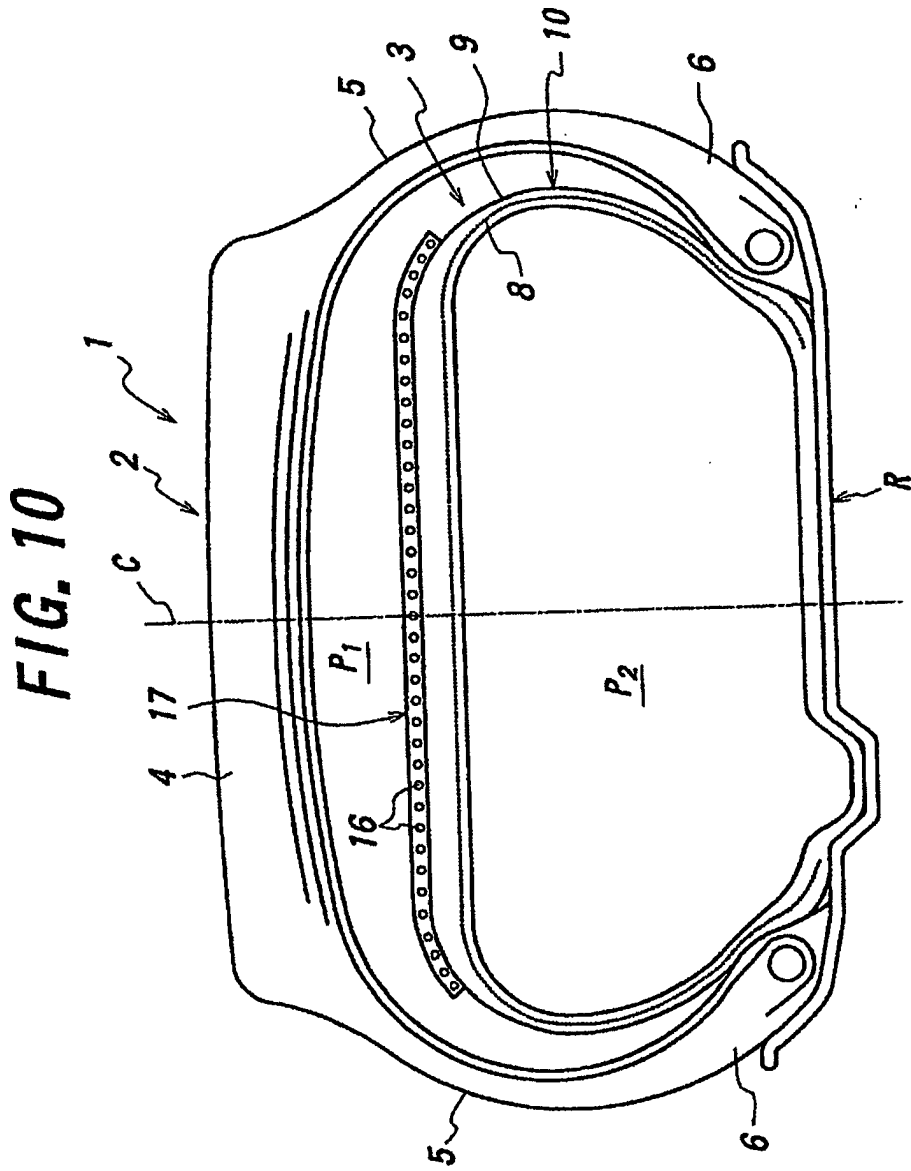


FIG. 11

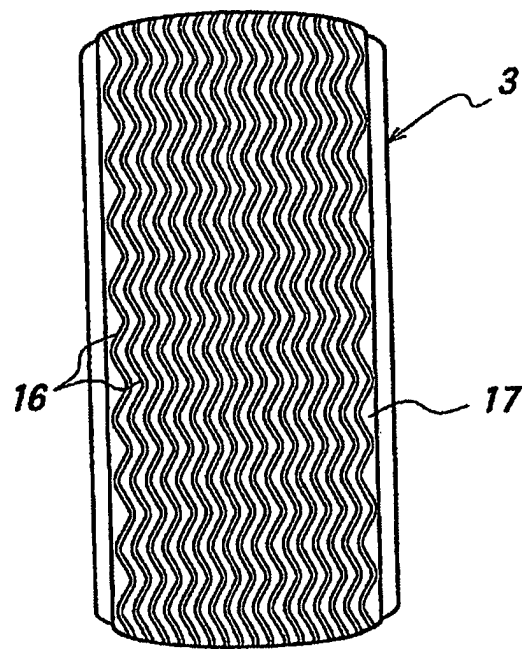


FIG. 12

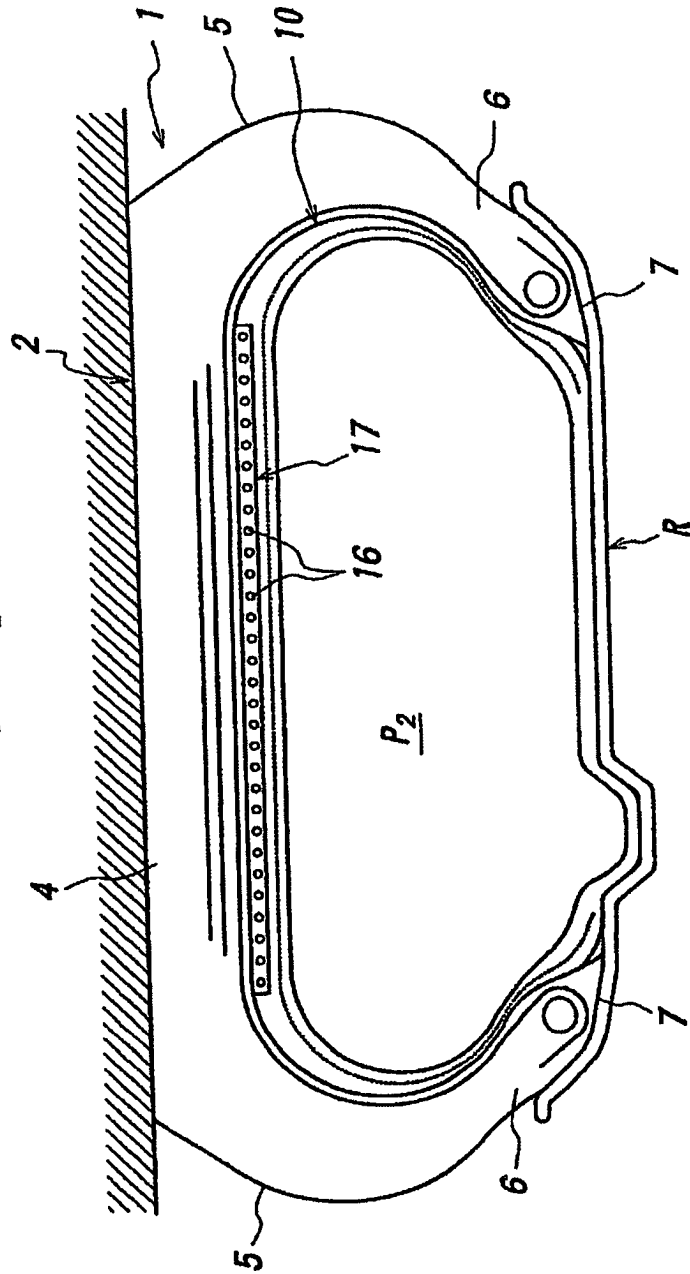


FIG. 13

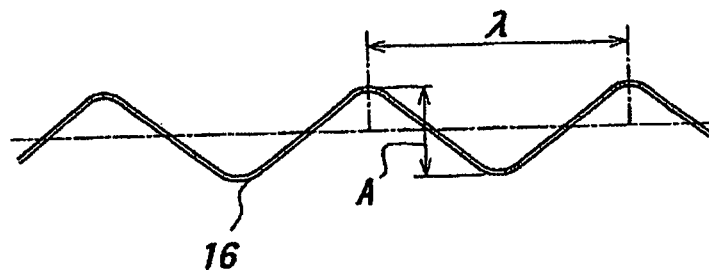


FIG. 14a

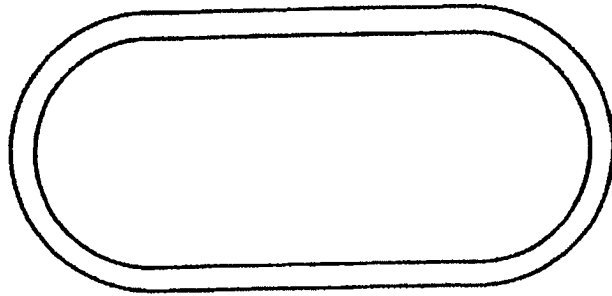


FIG. 14b

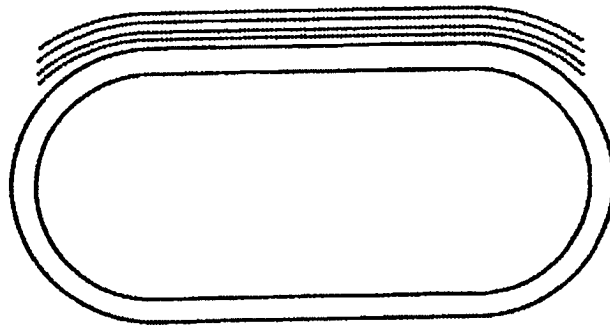


FIG. 14c

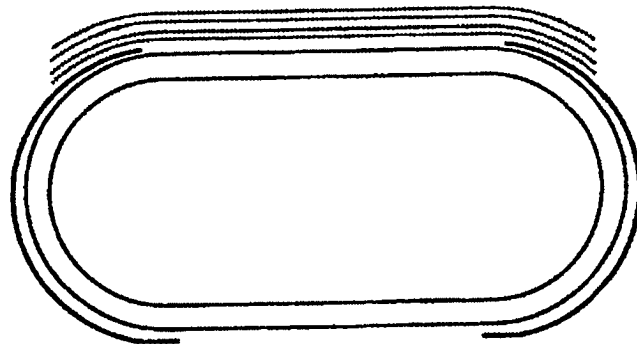


FIG. 15a

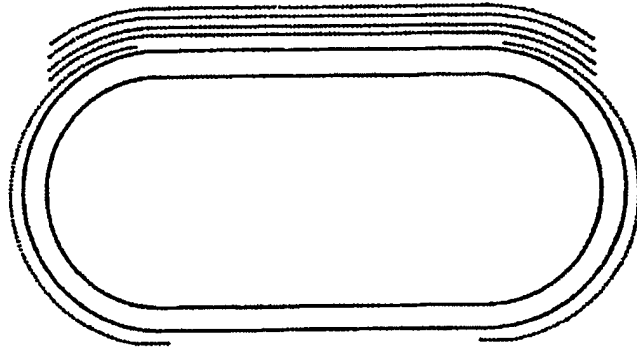


FIG. 15b

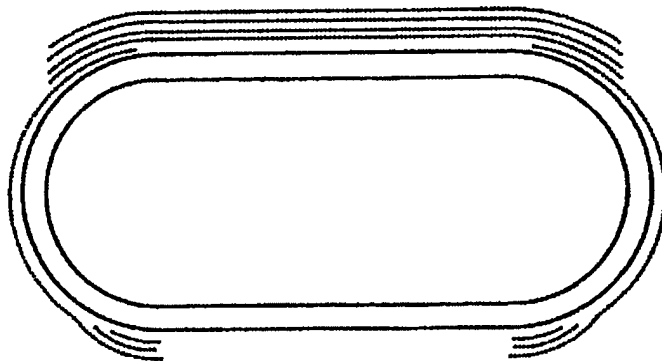


FIG. 15c

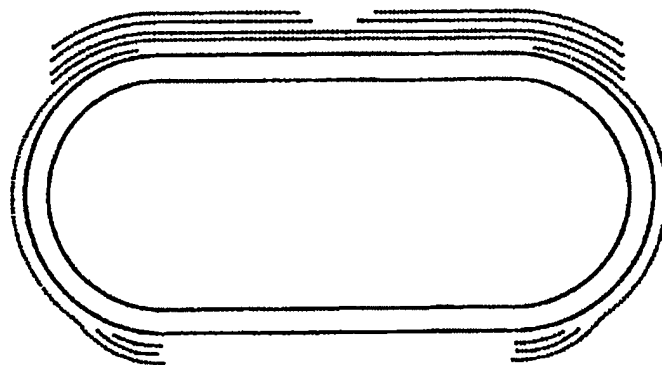


FIG. 16a

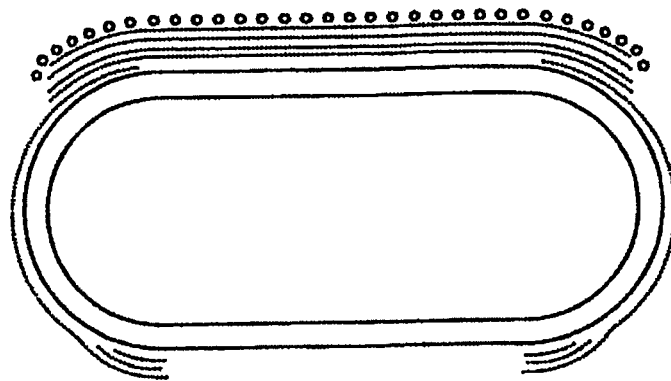


FIG. 16b

