



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2005 006 272 T2** 2009.07.16

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 750 954 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 006 272.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2005/004928**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 745 596.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/113258**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.05.2005**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **01.12.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.02.2007**

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

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.07.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60C 9/26** (2006.01)

**B60C 9/22** (2006.01)

**B60C 9/20** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**0405243**      **13.05.2004**      **FR**

(73) Patentinhaber:

**Société de Technologie Michelin,  
Clermont-Ferrand, FR; Michelin Recherche et  
Technique S.A., Granges-Paccot, CH**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,  
SE, SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**CLUZEL, Guy, F-63110 Beaumont, FR**

(54) Bezeichnung: **SCHWERFAHRZEUGREIFEN**

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**

0,7 S0 ist.

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Luftreifen mit radialem Karkassgürtel, der auf beiden Seiten an mindestens einem Draht des Laufdeckenwulsts verankert ist und einen Laufflächenkronengürtel hat, der aus mindestens zwei so genannten Arbeitslagen besteht, die übereinander gelagert und aus parallelen Drähten oder Kabeln in jeder Lage gebildet sind, und die von einer Lage zur nächsten gekreuzt sind, indem sie mit der Umfangsrichtung des Luftreifens Winkel maximal gleich  $45^\circ$  in Absolutwert bilden.

**[0002]** Sie betrifft insbesondere Luftreifen des Typs „Lkw“, deren Verhältnis der Höhe auf der Felge H zu seiner maximalen axialen Breite S maximal gleich 0,80 ist, und der dazu bestimmt ist, ein Fahrzeug mit mittlerer oder hoher Tonnage auszustatten, wie zum Beispiel einen Lkw, Autobus, Anhänger usw.

**[0003]** Bestimmte derzeitige Luftreifen, „Fernfahrreifen“ genannt, sind dazu bestimmt, mit großer Geschwindigkeit und aufgrund der Verbesserung des Verkehrsnetzes und des Wachstums des Autobahnnetzes weltweit auf immer länger werdenden Strecken zu fahren. Alle Bedingungen, unter welchen ein solcher Luftreifen zu fahren hat, erlauben zweifellos ein Steigern der Anzahl gefahrener Kilometer, wobei der Verschleiß des Luftreifens geringer ist; die Haltbarkeit dieses Letzteren und insbesondere des Gürtels der Laufflächenkrone werden jedoch beeinträchtigt.

**[0004]** Der Mangel an Haltbarkeit betrifft sowohl die Ermüdungsbeständigkeit der Laufflächenkronenlagen und insbesondere die Trennfestigkeit zwischen Enden von Lagen, als auch die Ermüdungsbeständigkeit der Kabel des Karkassgürtelabschnitts unter dem Laufflächenkronengürtel, wobei die erste Unzulänglichkeit stark von der Betriebstemperatur beeinflusst wird, die am Rand der Arbeitslagen herrscht, sei dies nun beim Fahren auf gerader Linie oder beim Fahren mit Drift.

**[0005]** Eine erste Lösung wurde in der Patentanmeldung WO-A-96/20095 beschrieben, und sie schlägt vor, einerseits zwischen dem Karkassgürtel und der Arbeitslage des Laufflächenkronengürtels, die radial der Drehachse am nächsten liegt, eine kontinuierliche axiale Lage gebildet aus nicht dehnbaren Metallkabeln anzuordnen, die mit der Umfangsrichtung einen Winkel von mindestens gleich  $60^\circ$  bilden und deren axiale Breite mindestens gleich der axialen Breite der kürzesten Laufflächenkronenarbeitslage ist, und andererseits zwischen den zwei Laufflächenkronenarbeitslagen eine zusätzliche Lage, die aus metallischen Elementen gebildet ist, die im Wesentlichen parallel zu der Umfangsrichtung ausgerichtet sind, wobei die axiale Breite der Lage mindestens gleich

**[0006]** Die Probleme, die das Trennen von Arbeitslagen und die Dauerfestigkeit der Karkassgürtelkabel betreffen, werden deutlich verringert, und die Betriebstemperaturen werden gesenkt; hingegen treten bei längerem Fahren der derart gebildeten Luftreifen Ermüdungsbrüche der Kabel der zusätzlichen Lage auf und insbesondere der Ränder der Lage, ob nun die so genannte Triangulationslage vorhanden ist oder nicht.

**[0007]** Um diesen neuen Nachteilen, die oben erwähnt sind, abzuwehren und die Haltbarkeit des Laufflächenkronengürtels des untersuchten Luftreifentyps zu verbessern, schlägt die Patentanmeldung WO-A-99/24269, bisher nicht veröffentlicht, zu beiden Seiten der Äquatorialebene und in der unmittelbaren axialen Verlängerung der zusätzlichen Lage von Verstärkungselementen, die im Wesentlichen parallel zu der Umfangsrichtung sind, vor, auf einer bestimmten axialen Entfernung die zwei Laufflächenkronenarbeitslagen aus von einer Lage zur nächsten gekreuzten Verstärkungselementen zu koppeln, um sie dann durch Kautschukgemischprofile zumindest auf dem Rest der gemeinsamen Breite der zwei Arbeitslagen zu entkoppeln.

**[0008]** Um die Haltbarkeit des Laufflächenkronengürtels des untersuchten Luftreifentyps zu verbessern, ohne mit Ermüdungsproblemen der Verstärkungselemente konfrontiert zu werden, modifiziert die Patentanmeldung WO99/58350 radikal die Ausrichtung der nicht dehnbaren Verstärkungselemente der zusätzlichen Lage, die radial zwischen den Arbeitslagen angeordnet ist, wobei die Elemente daher radial sind.

**[0009]** Die Scherbelastungen zwischen den zwei Laufflächenkronenarbeitslagen sind sehr groß und insbesondere in dem Fall des Koppelns der zwei Arbeitslagen, was mit der Ermüdung des Luftreifens zu Delaminierungen zwischen den Lagen führt.

**[0010]** Die Patentanmeldung WO-A-99/58351 schlägt daher verbunden mit einer zusätzlichen Lage, deren Ausrichtung der Verstärkungselemente radial ist, ein Koppeln der zwei Laufflächenkronenarbeitslagen in der unmittelbaren axialen Verlängerung der zusätzlichen Lage vor, die dann durch Kautschukgemischprofile mindestens auf dem Rest der gemeinsamen Breite der zwei Arbeitslagen entkoppelt werden.

**[0011]** Die Patentanmeldung WO-A-00/69659 schlägt zum Eliminieren der oben genannten Nachteile und weiteren Verbessern der Haltbarkeit des Laufflächenkronengürtels solcher Luftreifen vor, die Vorteile der radialen Ausrichtung mit denen der Umfangsausrichtung der Verstärkungselemente der zu-

sätzlichen Lage zu kombinieren, die radial zwischen den zwei Laufflächenkronenarbeitslagen liegt. Gemäß diesem Dokument besteht ein zusätzlicher Gürtel, der aus mindestens einer Lage Verstärkungselemente gebildet wird, die radial zwischen zwei Arbeitslagen angeordnet wird, axial aus drei Teilen, einem zentralen Teil in Form einer aus nicht dehnbaren metallischen Verstärkungselementen gebildeten Lage, die im Wesentlichen radial sind, und aus zwei seitlichen Teilen in Form von Bändern, die jeweils aus elastischen Umfangsmetallverstärkungselementen ausgebildet sind.

**[0012]** Das Patent US-A-4 237 953 beschreibt ferner Laufflächenkronenstrukturen, die aus zwei Arbeitslagen bestehen, wobei die axialen Enden jeder von ihnen umgedreht sind, um die axialen Enden der anderen Lage mit dem Ziel, die Längsstarrheit dieser Zonen zu erhöhen, abzudecken.

**[0013]** Das Patent US-A-5 277 239 beschreibt einen Automobilluftreifen, der zwei Arbeitslagen aus Verstärkungselementen mit hohem Elastizitätsmodul aufweist, bei dem die Enden einer ersten Arbeitslage umgedreht sind, um sich über die Enden der anderen Arbeitslage zu legen, wobei der Luftreifen noch Schulterlagen aus Umfangsverstärkungselementen aufweist.

**[0014]** Das Dokument US-A-4 237 953 beschreibt einen Luftreifen, der drei Arbeitslagen aufweist, wobei die Enden der ersten Lage umgedreht sind, um die äußerste radiale Lage abzudecken.

**[0015]** Das Dokument FR-A-1 228 241 beschreibt einen Luftreifen, der drei Lagen aufweisen kann, von welchen mindestens eine an ihren Enden umgefaltet ist, um das Abkühlen der Bestandteile des Gürtels zu begünstigen.

**[0016]** Das Dokument US-A-3 881 538 beschreibt einen Verstärkungsgürtel für Luftreifen, der aus einer Stapelung von Lagen besteht, wobei die Enden der ersten die anderen Lagen mit dem Ziel abdecken, dem Trennen von Lagen zu widerstehen.

**[0017]** Kabel werden als nicht dehnbar bezeichnet, wenn diese Kabel unter einer Zugkraft gleich 10% der Bruchkraft eine relative Dehnung maximal gleich 0,2% aufweisen.

**[0018]** Kabel werden elastisch genannt, wenn die Kabel unter einer Zugkraft gleich der Bruchlast eine relative Dehnung von mindestens gleich 4% aufweisen.

**[0019]** Die Umfangsrichtung des Luftreifens oder Längsrichtung ist die Richtung, die der Peripherie des Luftreifens entspricht und die von der Fahrriehtung des Reifens definiert wird. Umfangsverstärkungsele-

mente sind Elemente, die mit dieser Richtung Winkel bilden, die im Bereich von  $+2,5^\circ$ ,  $-2,5^\circ$  um  $0^\circ$  liegen.

**[0020]** Die Querrichtung oder axiale Richtung des Luftreifens ist parallel zu der Drehachse des Luftreifens.

**[0021]** Die radiale Richtung ist eine Richtung, die die Drehachse des Luftreifens schneidet und zu dieser senkrecht ist. Im Wesentlichen radiale Verstärkungselemente sind Elemente, die mit der Mittenrichtung Winkel bilden, die in einem Bereich von  $+5^\circ$ ,  $-5^\circ$  um  $0^\circ$  liegen.

**[0022]** Die Drehachse des Luftreifens ist die Achse, um die er beim normalen Gebrauch dreht.

**[0023]** Eine radiale oder Mittenebene ist eine Ebene, die die Drehachse des Luftreifens enthält.

**[0024]** Die Umfangsmittenebene oder Äquatorialebene ist eine Ebene senkrecht zu der Drehachse des Reifens, und teilt den Luftreifen in zwei Hälften.

**[0025]** Die Erfinder haben sich die Aufgabe gestellt, Luftreifen für Lkws zu liefern, deren Dauerleistungen im Vergleich zu den herkömmlichen Luftreifen noch verbessert sind.

**[0026]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Luftreifen für Fahrzeuge des Typs Lkw mit radialem Karkassgürtel erzielt, der einen Laufflächenkronengürtel aufweist, der aus mindestens zwei Laufflächenkronenarbeitslagen aus Verstärkungselementen besteht, die von einer Lage zur anderen gekreuzt sind, indem sie zu der Umfangsrichtung Winkel zwischen  $10^\circ$  und  $45^\circ$  bilden, auf der wiederum radial eine Lauffläche sitzt, wobei die Lauffläche mit zwei Wülsten über zwei Flanken verbunden ist, wobei der Laufflächenkronengürtel zwischen zwei Laufflächenkronenarbeitslagen mindestens eine zusätzliche Lage aus Verstärkungselementen aufweist, wobei die axialen Enden der Arbeitslage aus Verstärkungselementen, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, umgedreht sind, um die axialen Enden einer Laufflächenkronenarbeitslage radial außerhalb der zusätzlichen Lage abzudecken, wobei die Verstärkungselemente der Lage aus Verstärkungselementen, die radial dem Karkassgürtel am nächsten ist, elastisch sind.

**[0027]** Ein Luftreifen des Lkw-Typs, der so hergestellt wird, führt zu ganz und gar zufriedenstellenden Verschleißigenschaften und es scheint außerdem, dass die Haltbarkeit eines solchen Luftreifens noch verbessert wird; das Umdrehen der radial inneren Arbeitslage trägt zur Verbesserung der Haltbarkeit des Luftreifens bei, wobei der Einfluss der freien Enden der Arbeitslagen wesentlich verringert wird.

**[0028]** Die Umsetzung der Erfindung, bei der die Verstärkungselemente der Verstärkungselementlage, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, elastisch sind, führt insbesondere zu einem einfachen Herstellungsverfahren des Luftreifens und bietet weitere Vorteile, die unten besprochen werden, gemäß der Ausführungsform des Laufflächenkronengürtels.

**[0029]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung decken die axialen Enden der Verstärkungselementlage, die radial dem Karkassgürtel am nächsten ist, die axialen Enden der Laufflächenkronenarbeitslage, die radial am weitesten außen ist, ab. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung und ungeachtet der Anzahl Arbeitslagen, wird kein Ende der Lagen freigelassen.

**[0030]** Vorteilhaft und erfindungsgemäß besteht die zusätzliche Lage aus mindestens einem Teil der axialen Breite aus umfänglich ausgerichteten Verstärkungselementen. Die Gegenwart umfänglicher Verstärkungselemente gestattet insbesondere eine Verbesserung der Verschleißeigenschaften des Luftreifens.

**[0031]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die axialen Enden der Verstärkungselementlage, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, axial innerhalb der axialen Enden der zusätzlichen Verstärkungselementlage liegen. Gemäß dieser vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung decken die umgedrehten Enden der Verstärkungselementlage, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, radial die Enden der zusätzlichen Lage für eine bessere Haltbarkeit des Laufflächenkronengürtels und insbesondere der zusätzlichen Lage ab.

**[0032]** Gemäß einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist die Schicht aus umfänglichen Verstärkungselementen vorteilhafterweise eine auf ihrer ganzen axialen Breite ununterbrochene Schicht.

**[0033]** Die Gegenwart in dem erfindungsgemäßen Luftreifen einer Schicht aus umfänglichen Verstärkungselementen, deren Breite der oben genannten Beziehung entspricht, erlaubt insbesondere eine Verringerung der Scherbelastungen zwischen den Arbeitsschichten und verbessert daher noch die Haltbarkeitsleistungen des Luftreifens.

**[0034]** Ferner hat das Fahren, das mit derartigen Luftreifen, die die Kriterien der Erfindung erfüllen, gezeigt, dass die umfänglichen Verstärkungselemente keinen Bruch aufweisen, inklusive an den Enden der Schicht aus umfänglichen Verstärkungselementen.

**[0035]** Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung besteht die zusätzliche Lage aus min-

destens zwei seitlichen Teilen in Form von Bändern, die jeweils aus umfänglichen Verstärkungselementen ausgebildet sind.

**[0036]** Vorzugsweise weist die zusätzliche Lage gemäß dieser zweiten Variante ferner einen zentralen Teil auf, der aus einer Lage gebildet ist, die aus im Wesentlichen radialen Verstärkungselementen besteht. Eine solche Lage trägt auch zum Verringern der Scherbelastungen zwischen den Arbeitsschichten bei und verbessert daher noch die Haltbarkeitsleistungen des Luftreifens, indem sie insbesondere die Temperaturerhöhungen der Kautschukmasse einschränkt.

**[0037]** Gemäß der einen oder anderen dieser Ausführungsvarianten beobachtet man eine bessere Starrheit der Schultern des Luftreifens, was für eine Verringerung der Gefahren einer unregelmäßigen Abnutzung des Laufbands günstig ist, welche zunehmen, wenn das Formverhältnis der Luftreifen abnimmt.

**[0038]** Das Herstellen des Luftreifens, der ein Um-drehen der Enden der Arbeitslage, die radial am weitesten innen liegt, aufweist, erlaubt es ferner, zur Starrheit des Verstärkungsgürtels in den axial äußeren Zonen des Luftreifens beizutragen und daher die Dauerhaftigkeit der umfänglichen Verstärkungselemente, die in diesen Zonen insbesondere empfindlich sind, zu verbessern.

**[0039]** Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Verstärkungselemente der Lage umfänglicher Verstärkungselemente metallische Verstärkungselemente, die ein Sekantenmodul bei 0,7% Dehnung zwischen 10 und 120 GPa und ein maximales Tangentenmodul kleiner als 150 GPa aufweisen.

**[0040]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Sekantenmodul der Verstärkungselemente bei 0,7% Dehnung kleiner als 100 GPa, vorzugsweise größer als 50 GPa und vorzugsweise zwischen 60 und 90 GPa.

**[0041]** Vorzugsweise ist das maximale Tangentenmodul der Verstärkungselemente auch kleiner als 130 GPa.

**[0042]** Das Sekantenmodul wird auf einer Zugspannungskurve in Abhängigkeit von der Dehnung gemessen, die mit einer Vorlast kleiner als 5 kg bestimmt wird.

**[0043]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Verstärkungselemente der Lage umfänglicher Verstärkungselemente metallische Verstärkungselemente, die eine Zugspannungskurve in Abhängigkeit von der relativen Dehnung aufweisen, die

kleine Gefälle für kleine Dehnungen und ein im Wesentlichen konstantes und starkes Gefälle für die höheren Dehnungen hat. Derartige Verstärkungselemente der Lage umfänglicher Verstärkungselemente werden gewöhnlich „Bi-Modulelemente“ genannt.

**[0044]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung tritt das im Wesentlichen konstante und starke Gefälle ausgehend von einer relativen Dehnung zwischen 0,2% und 0,8% auf.

**[0045]** Die unterschiedlichen Merkmale der oben genannten Verstärkungselemente werden auf Verstärkungselementen gemessen, die von Luftreifen entnommen werden.

**[0046]** Besonders zur Herstellung der Lage umfänglicher Verstärkungselemente geeignete Verstärkungselemente gemäß der Erfindung sind zum Beispiel Zusammensetzungen der Formel 21.23; dieses Litzenseil besteht aus 21 Elementardrähten mit Durchmesser 23/100 mm und Formel  $3 \times (1 + 6)$ , mit 3 Litzen, bestehend aus 7 Drähten, von welchen einer eine zentrale Seele bildet, die gemeinsam verdreht werden. Ebenso ist ein weiteres Beispiel für Verstärkungselemente eine Zusammensetzung mit der Formel 21.28.

**[0047]** Der Gebrauch derartiger Verstärkungselemente in mindestens einer Lage umfänglicher Verstärkungselemente erlaubt es insbesondere, zufriedenstellende Starrheiten der Lage zu wahren, darunter nach den Formungs- und Brennschritten bei den herkömmlichen Herstellungsverfahren.

**[0048]** Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung können die umfänglichen Verstärkungselemente aus nicht dehnbaren Metallelementen gebildet werden, die derart zugeschnitten werden, dass sie Abschnitte mit einer Länge bilden, die viel kleiner ist als der Umfang der kürzesten Lage, aber vorzugsweise um 0,1 Mal größer als der Umfang, wobei die Schnitte zwischen Abschnitten axial voneinander versetzt sind. Vorzugsweise ist das Zugelastizitätsmodul pro Breitereinheit der zusätzlichen Lage auch kleiner als das Zugelastizitätsmodul, das unter den gleichen Bedingungen für die dehnbare Laufflächenkronenarbeitslage gemessen wird. Eine derartige Ausführungsform erlaubt es, der Lage umfänglicher Verstärkungselemente auf einfache Art ein Modul zu verleihen, das man leicht anpassen kann (durch die Auswahl der Intervalle zwischen den Abschnitten einer gleichen Reihe), das aber auf jeden Fall kleiner ist als das Modul der Lage, die aus den gleichen Metallelementen besteht, die aber ununterbrochen sind, wobei das Modul der zusätzlichen Lage auf einer vulkanisierten Lage geschnittener Elemente, die aus einem Reifen entnommen wird, gemessen wird.

**[0049]** Gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung sind die umfänglichen Verstärkungselemente wellige metallische Elemente mit dem Verhältnis  $a/\lambda$  der Welligkeitsamplitude auf der Wellenlänge, die maximal gleich 0,09 ist. Vorzugsweise ist das Zugelastizitätsmodul pro Breitereinheit der zusätzlichen Lage kleiner als das Zugelastizitätsmodul, das unter den gleichen Bedingungen an der dehnbaren Laufflächenkronenarbeitslage gemessen wird.

**[0050]** Die Metallelemente sind vorzugsweise Stahlkabel.

**[0051]** Vorteilhaft sind die axialen Breiten der Laufflächenkronenarbeitslagen, die radial neben einer zusätzlichen Lage umfänglicher Verstärkungselemente liegen, größer als die axiale Breite der zusätzlichen Lage und vorzugsweise liegen die Laufflächenkronenarbeitslagen, die mit der zusätzlichen Lage benachbart sind, zu beiden Seiten der Äquatorialebene und in der unmittelbaren axialen Verlängerung der zusätzlichen Lage auf einer axialen Breite gekoppelt, insbesondere wenn die an ihren Enden umgedrehte Arbeitslage nicht neben der zusätzlichen Lage liegt.

**[0052]** Die Gegenwart derartiger Kopplungen zwischen den Laufflächenkronenarbeitslagen, die neben der Lage umfänglicher Verstärkungselemente liegen, erlaubt noch das Verringern der Zugspannungen, die auf die Umfangselemente einwirken, die axial am weitesten außen liegen und der Kopplung am nächsten.

**[0053]** Unter gekoppelten Lagen versteht man Lagen, deren jeweilige Verstärkungselemente radial um maximal 1,5 mm getrennt sind, wobei die Kautschukstärke radial zwischen den jeweiligen oberen und unteren Mantellinien der Verstärkungselemente gemessen wird.

**[0054]** Die Erfindung sieht vorteilhafterweise zum Verringern der Zugspannungen, die auf die axial am weitesten außen liegenden Umfangselemente einwirken, auch vor, dass der Winkel, der mit der Umfangsrichtung von den Verstärkungselementen der Laufflächenkronenarbeitslagen gebildet wird, kleiner ist als  $30^\circ$  und vorzugsweise kleiner als  $25^\circ$ .

**[0055]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung weisen die Laufflächenkronenschichten Verstärkungselemente auf, die von einer Lage zur anderen gekreuzt werden, die mit der Umfangsrichtung Winkel bilden, die entlang der axialen Richtung variabel sind, wobei die Winkel an den axial äußeren Rändern der Verstärkungselementeschicht im Vergleich zu den Winkeln der Elemente, die auf dem Niveau der Umfangsmittenebene gemessen werden, größer sind. Eine derartige Ausführung der Erfindung erlaubt das Steigern der umfänglichen Starrheit in bestimmten Zonen und entgegengesetzt dazu ihr Ver-

ringern in anderen Zonen, insbesondere, um das Zusammendrücken des Karkassgürtels zu verringern.

**[0056]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht auch vor, dass der Laufflächenkronengürtel radial außerhalb durch mindestens eine zusätzliche Schicht ergänzt wird, die Schutzschicht genannt wird, aus elastisch genannten Verstärkungselementen, die in Bezug auf die Umfangsrichtung mit einem Winkel zwischen  $10^\circ$  und  $45^\circ$  ausgerichtet sind und mit der gleichen Richtung wie der Winkel, der von den nicht dehnbaren Elementen der Arbeitslage, die radial benachbart liegen, gebildet wird.

**[0057]** Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung sitzt die Schutzlage auf den umgedrehten Enden der radial inneren Arbeitslage, insbesondere wenn diese radial außerhalb der radial äußersten Arbeitslage liegen.

**[0058]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Schutzlage axial zwischen den umgedrehten Enden der radial inneren Arbeitslage positioniert und vorteilhafterweise sind ihre axialen Enden benachbart oder axial nebeneinander liegend an den umgedrehten Enden der radial inneren Arbeitslage, insbesondere wenn diese radial außerhalb der radial äußersten Arbeitslage liegen.

**[0059]** Gemäß einer letzten Ausführungsform der Erfindung liegen die umgedrehten Enden der radial inneren Arbeitslage radial außerhalb der Schutzlage und decken vorzugsweise die Enden der Schutzlage ab.

**[0060]** Eine Ausführungsvariante der Erfindung, gemäß welcher die Verstärkungselemente der radial inneren Arbeitslage elastisch sind, sieht vor, dass die umgedrehten Teile der radial inneren Arbeitslage eine ähnliche Funktion haben wie die einer Schutzlage, insbesondere wenn die umgedrehten Verstärkungselemente nicht mit den Elementen der Verstärkungslage gekreuzt werden, die mit ihnen radial benachbart ist. Vorzugsweise haben die Verstärkungselemente der radial inneren Arbeitslage und die Elemente der radial äußeren Arbeitslage entgegengesetzte Winkel mit gleichem Wert. Gemäß dieser Ausführungsvariante ist eine ergänzende Schutzschicht nicht nötig.

**[0061]** Gemäß einer beliebigen der oben genannten Ausführungsformen der Erfindung kann der Laufflächenkronengürtel radial innerhalb zwischen dem Karkassgürtel und der radial inneren Arbeitslage, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, noch von einer Triangulationsschicht nicht dehnbaren metallischer Verstärkungselemente aus Stahl vervollständigt werden, die mit der Umfangsrichtung einen Winkel größer als  $50^\circ$  in Absolutwert bildet.

**[0062]** Weitere Details und vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis 5, die Folgendes darstellen:

**[0063]** [Fig. 1](#) eine teilweise Mittenansicht einer Skizze eines Luftreifens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

**[0064]** [Fig. 2](#) eine teilweise Mittenansicht einer Skizze eines Luftreifens gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

**[0065]** [Fig. 3](#) eine teilweise Mittenansicht einer Skizze eines Luftreifens gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

**[0066]** [Fig. 4](#) eine teilweise Mittenansicht einer Skizze eines Luftreifens gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung.

**[0067]** Die Figuren sind nicht maßstabgerecht dargestellt, um ihr Verstehen zu vereinfachen. Die Figuren stellen nur eine halbe Ansicht eines Luftreifens dar, der sich symmetrisch in Bezug auf die Achse XX', die die Umfangsmittenebene oder Äquatorialebene eines Luftreifens darstellt, verlängert.

**[0068]** Auf [Fig. 1](#) hat der Luftreifen **1** mit den Maßen 385/55 R 22.5 X ein Formverhältnis H/S gleich 0,55, wobei H die Höhe des Luftreifens **1** auf seiner Montagefelge ist, und S seine maximale axiale Breite ist. Der Luftreifen **1** weist einen radialen Karkassgürtel **2** auf, der in zwei Wülsten, die auf den Figuren nicht dargestellt sind, verankert ist. Der Karkassgürtel besteht aus einer einzigen Schicht aus Metallkabeln. Dieser Karkassgürtel **2** wird durch einen Laufflächenkronengürtel **4** umschnürt, der radial von innen nach außen gebildet ist aus:

- einer ersten Arbeitslage **41**, die aus Metallkabeln aus Stahl  $21 \times 23$  gebildet ist, des „Bi-Modultyps“, ununterbrochen auf der ganzen Breite der Lage, mit einem Winkel gleich  $20^\circ$  ausgerichtet.
- einer Lage umfänglicher Verstärkungselemente **42**, die aus Metallkabeln aus Stahl  $21 \times 28$  des „Bi-Modultyps“ gebildet ist,
- einer zweiten Arbeitsschicht **43**, die aus nicht dehnbaren Metallkabeln  $11.35$  gebildet ist, die nicht eingeschnürt sind, die auf der ganzen Breite der Lage ununterbrochen sind, ausgerichtet mit einem Winkel gleich  $16^\circ$  und mit den Metallkabeln der Schicht **41** gekreuzt,
- einer Schutzlage **44**, die aus elastischen metallischen Kabeln  $18 \times 23$  gebildet ist.

**[0069]** Auf dem Laufflächenkronengürtel selbst sitzt eine Lauffläche **5**.

**[0070]** Erfindungsgemäß ist die Arbeitslage **41** um-

gedreht und ihre Enden **6** sind radial außerhalb der Arbeitslage **43** und radial neben dieser angeordnet. Die umgedrehten Enden **6** der Arbeitslage **41** werden radial von der Schutzlage **44** abgedeckt.

**[0071]** Erfindungsgemäß erlaubt das Umdrehen der Arbeitslage **41** das Eliminieren der freien Enden der Arbeitslage und das Einschränken der Bewegungen dieser Enden beim Fahren, während gleichzeitig die Starrheiten an den Schultern des Luftreifens angehoben werden. Die Lage **42** aus umfänglichen Verstärkungselementen nimmt an der Verbesserung insbesondere der Verschleißbeständigkeit des Luftreifens teil, verbunden mit dem Umdrehen der Arbeitsschicht **41**, aufgrund der Erhöhung der Starrheiten. Sie erlaubt es, die Stabilität der Laufflächenkrone des Luftreifens beim Aufblasen noch zu verbessern. Ferner decken die Umdrehungen der Arbeitslage **41** die Enden der Lage **42** aus umfänglichen Verstärkungselementen über eine Breite *L* ab und verbessern daher die Haltbarkeit dieser umfänglichen Verstärkungselemente insbesondere aufgrund der Tatsache der Teilnahme der umgedrehten Teile der Arbeitslage **41** an der Starrheit des Gürtels, insbesondere in den axialen Endteilen der Lage **42**. Die Abdeckbreite *L* ist vorteilhafterweise vier Mal größer als der Abstand der umfänglichen Verstärkungselemente der Lage **42**.

**[0072]** Die Lage **42** ist in dem beschriebenen Beispiel eine ununterbrochene Lage umfänglicher Verstärkungselemente, die aber auch erfindungsgemäß aus zwei Lagen schmalere umfänglicher Verstärkungselemente bestehen könnte, die axial voneinander beabstandet sind, und die vorteilhafterweise im Wesentlichen auf dem Niveau der Schultern des Luftreifens angebracht werden. Diese zwei Lagen umfänglicher Verstärkungselemente können axial noch von einer Lage radial ausgerichteter Verstärkungselemente getrennt werden.

**[0073]** Auf [Fig. 2](#) unterscheidet sich der Luftreifen **1** von dem auf [Fig. 1](#) dargestellten darin, dass die Schutzlage **44** axial zwischen die Enden **6** der Umdrehungen der Arbeitslage **41** eingefügt ist. Eine derartige Ausführungsform erlaubt es insbesondere, die Stärke des Laufflächenkronengürtels im Vergleich zu dem Fall der [Fig. 1](#) einzuschränken.

**[0074]** Auf [Fig. 3](#) unterscheidet sich der Luftreifen **1** von denen auf den vorhergehenden Figuren dargestellten dadurch, dass er keine Schutzlage aufweist. Die Umdrehungen der Arbeitslage **41** sind hingegen axial verlängert, und die Enden **6** sind axial nebeneinander. Die Umdrehungen der Arbeitslage **41** treten daher funktional an die Stelle der Schutzlage. Vorteilhafterweise sind die Winkel der zwei Arbeitslagen **41**, **43** im Absolutwert identisch, so dass die Schutzfunktion, die von den Umdrehungen der Arbeitslage **41** erfüllt wird, optimal ist.

**[0075]** Auf [Fig. 4](#) ist der Luftreifen **1** eine Ausführungsvariante dessen, der auf [Fig. 1](#) dargestellt ist, gemäß welcher der Laufflächenkronengürtel eine Triangulationslage **7** aufweist, die radial zwischen den Karkassgürtel und die Arbeitslage **41** eingefügt ist. Die Triangulationslage **7** besteht aus nicht dehnbaren Metallkabeln  $11 \times 35$ , die nicht umschnürt sind, die mit einem Winkel gleich  $50^\circ$  ausgerichtet sind, wobei die Metallkabel mit den Verstärkungselementen der Lage **41** gekreuzt werden.

**[0076]** Tests wurden mit dem erfindungsgemäß gemäß der Darstellung der [Fig. 2](#) hergestellten Luftreifen ausgeführt und mit einem Vergleichsluftreifen mit gleichen Maßen verglichen, mit zwei Arbeitslagen und einer Lage, die Verstärkungselemente enthält, die umfänglich ausgerichtet sind, die radial zwischen die zwei Arbeitslagen eingefügt wird, wobei die zwei Arbeitslagen entkoppelt sind.

**[0077]** Dieser Vergleichsluftreifen weist daher kein Umdrehen der Lage aus Arbeitsverstärkungselementen, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, auf.

**[0078]** Die durchgeführten Tests bestanden aus zerstörenden Fahrttests auf Laufrad; diese Art von Test auf Laufrad simuliert Bahntests entweder in gerader Linie oder mit starker Drift.

**[0079]** Die Last- und Druckbedingungen sind für die erfindungsgemäßen Reifen gleich wie für den Vergleichsreifen. Der Aufblasdruck der Luftreifen beträgt im warmen Zustand 10 bar. Die Nennlast beträgt 4500 kg, und der Luftreifen alle 5000 km erfährt eine Erhöhung von 150 daN.

**[0080]** Zwei zerstörende Fahrttesttypen wurden derart ausgeführt:

- der erste Test besteht aus einem Fahrttest auf einem Laufrad, wobei der Luftreifen in gerader Linie fährt. Die gemäß diesem Test erzielten Ergebnisse haben gezeigt, dass der erfindungsgemäße Luftreifen eine größere Strecke gestattet, bevor ein Bruch des Luftreifens festgestellt wird. Der erfindungsgemäße Luftreifen fuhr 40.500 km, während der Vergleichsluftreifen nach 25.000 km komplett abgenutzt war.
- der zweite Test ähnelt dem vorhergehenden, wobei der Luftreifen einem Driftzyklus unterworfen wird. Wie beim vorhergehenden Test zeigt sich, dass der erfindungsgemäße Luftreifen eine größere Strecke zurücklegte, die 15% mehr betrug als der Vergleichsluftreifen.

#### Patentansprüche

1. Luftreifen (**1**) für Fahrzeug des Typs Lkw, mit radialem Karkassgürtel (**2**), der einen Laufflächenkronengürtel (**4**) aufweist, der aus mindestens zwei Lauf-

flächenkronenarbeitslagen (41, 43) aus Verstärkungselementen besteht, die von einer Lage zur anderen gekreuzt sind, indem sie zu der Umfangsrichtung Winkel zwischen  $10^\circ$  und  $45^\circ$  bilden, auf der wiederum radial eine Lauffläche (5) sitzt, wobei die Lauffläche (5) mit zwei Wülsten über zwei Flanken verbunden ist, wobei der Laufflächenkronengürtel (4) zwischen zwei Laufflächenkronenarbeitslagen (41, 43) mindestens eine zusätzliche Lage aus Verstärkungselementen (42) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die axialen Enden (6) der Arbeitslage (41) aus Verstärkungselementen, die radial dem Karkassgürtel (2) am nächsten liegt, umgedreht sind, um die axialen Enden einer Laufflächenkronenarbeitslage (43) radial außerhalb der zusätzlichen Lage (42) abzudecken, und dass die Verstärkungselemente der Lage (41) aus Verstärkungselementen, die radial dem Karkassgürtel (2) am nächsten liegt, elastisch sind.

2. Luftreifen (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die axialen Enden (6) der Lage (41) Verstärkungselemente, die radial dem Karkassgürtel (2) am nächsten liegt, axial innerhalb der axialen Enden der zusätzlichen Lage aus Verstärkungselementen (42) liegt.

3. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axialen Enden (6) der Lage (41) aus Verstärkungselementen, die radial dem Karkassgürtel am nächsten liegt, die axialen Enden der Lage (43) der Arbeitslaufflächenkronen, die radial am äußersten liegt, abdecken.

4. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Lage (42) auf mindestens einem Teil der axialen Breite aus umfänglich ausgerichteten Verstärkungselementen besteht.

5. Luftreifen (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Lage (42) aus mindestens zwei seitlichen Teilen in Form von Bändern besteht, die jeweils aus umfänglichen Verstärkungselementen ausgebildet sind.

6. Luftreifen (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Lage (42) einen zentralen Teil aufweist, der aus einer Lage gebildet ist, die aus im Wesentlichen radialen Verstärkungselementen besteht.

7. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungselemente mindestens einer Schicht umfänglicher Verstärkungselemente metallische Verstärkungselemente sind, die ein Sekantenmodul bei 0,7% Dehnung zwischen 10 und 120 GPa und ein maximales Tangentenmodul kleiner als 150 GPa aufweisen.

8. Luftreifen (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sekantenmodul der Verstärkungselemente bei 0,7% Dehnung kleiner ist als 100 GPa, vorzugsweise größer als 50 GPa und vorzugsweise zwischen 60 und 90 GPa.

9. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das maximale Tangentenmodul der Verstärkungselemente kleiner ist als 130 GPa.

10. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungselemente mindestens einer Schicht umfänglicher Verstärkungselemente metallische Verstärkungselemente sind, die eine Zugspannungskurve in Abhängigkeit von der relativen Dehnung aufweisen, die geringe Gefälle für geringe Dehnungen und ein im Wesentlichen konstantes und starkes Gefälle für größere Dehnungen hat.

11. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungselemente mindestens einer Schicht umfänglicher Verstärkungselemente metallische Verstärkungselemente sind, die so zugeschnitten sind, dass sie Abschnitte mit einer Länge bilden, die kleiner ist als der Umfang der kürzesten Lage, aber 0,1 Mal größer als der Umfang, wobei die Schnitte zwischen Abschnitten axial voneinander versetzt sind, wobei das Zugelastizitätsmodul pro Breitereinheit der zusätzlichen Schicht vorzugsweise kleiner ist als das Zugelastizitätsmodul, das unter den gleichen Bedingungen an der dehnbarsten Laufflächenkronenarbeitschicht gemessen wird.

12. Luftreifen (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungselemente mindestens einer Schicht umfänglicher Verstärkungselemente wellige metallische Verstärkungselemente sind, wobei das Verhältnis  $a/\lambda$  der Welligkeitsamplitude  $a$  zu der Wellenlänge  $\lambda$  mindestens gleich 0,09 ist, wobei das Zugelastizitätsmodul pro Breitereinheit der zusätzlichen Schicht vorzugsweise kleiner ist als das Zugelastizitätsmodul, das unter den gleichen Bedingungen an der dehnbarsten Laufflächenkronenarbeitschicht gemessen wird.

13. Luftreifen (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel, der mit der Umfangsrichtung von den Verstärkungselementen der Laufflächenkronenarbeitschichten (41, 43) gebildet wird, kleiner ist als  $30^\circ$  und vorzugsweise kleiner als  $25^\circ$ .

14. Luftreifen (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufflächenkronenarbeitschichten (41, 43) Verstärkungselemente aufweisen, die von einer Lage zur anderen gekreuzt sind, die mit der Umfangsrichtung va-

riable Winkel entlang der axialen Richtung bilden.

15. Luftreifen (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laufflächenkronengürtel (4) ferner eine Triangulationsschicht (7) aufweist, die aus metallischen Verstärkungselementen gebildet ist, die mit der Umfangsrichtung Winkel größer als  $50^\circ$  in Absolutwert bilden.

16. Luftreifen (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laufflächenkronengürtel (4) radial außerhalb mit mindestens einer zusätzlichen Lage (44), Schutzlage genannt, aus elastisch genannten Verstärkungselementen vervollständigt ist, die in Bezug auf die Umfangsrichtung mit einem Winkel zwischen  $10^\circ$  und  $45^\circ$  ausgerichtet sind und die gleiche Richtung haben wie der Winkel, den die nicht dehnbaren Elemente der Arbeitslage, die radial neben ihr liegt, bilden.

17. Luftreifen (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Enden der Schutzlage (44) axial neben den axialen Enden (6) der Lage (41) Verstärkungselemente, die radial dem Karkassgürtel (2) am nächsten liegt, umgedreht sind, um die axialen Enden einer Laufflächenkronenarbeitslage (43), die radial außerhalb der zusätzlichen Lage (42) liegt, abzudecken.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

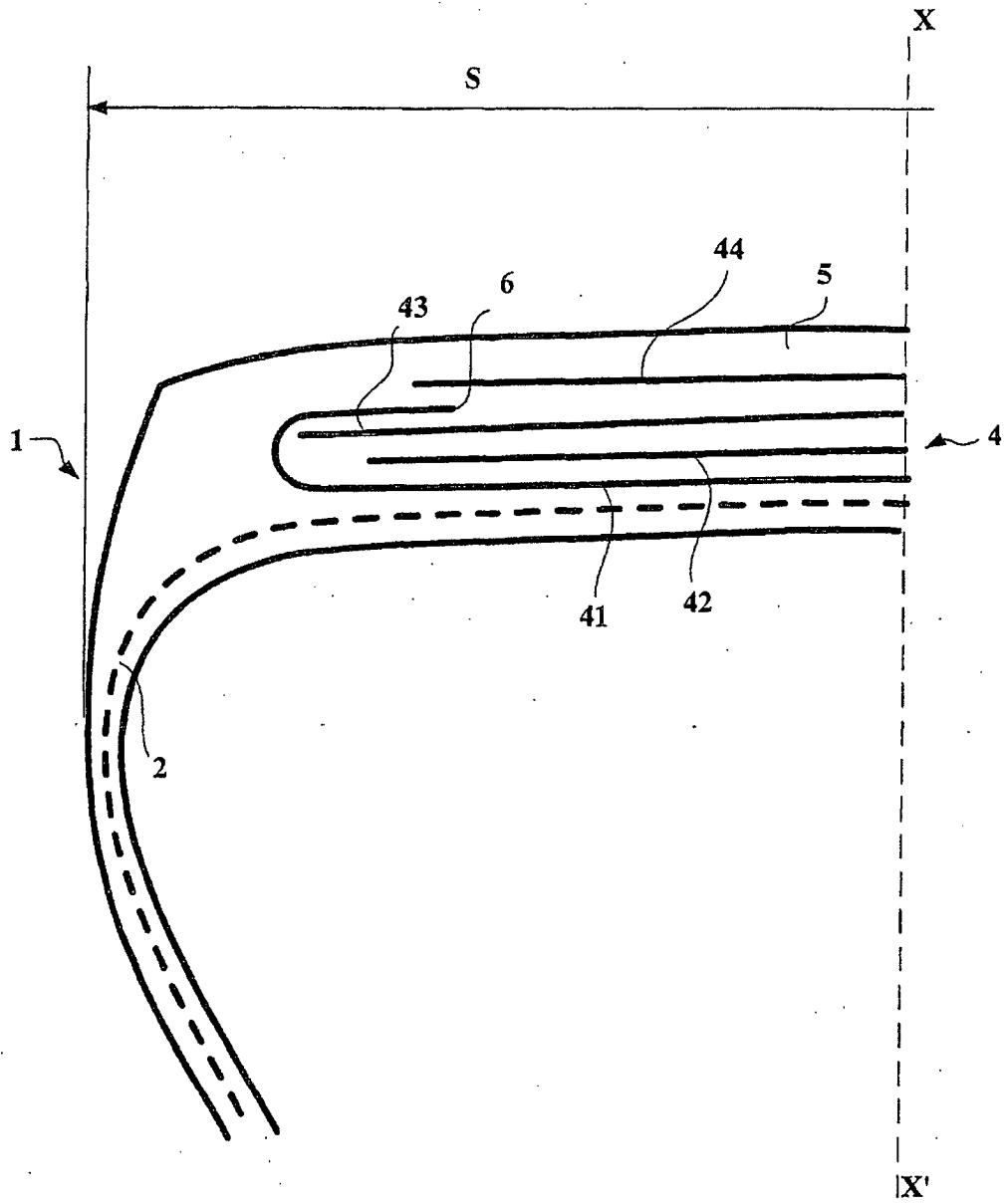


FIG.1

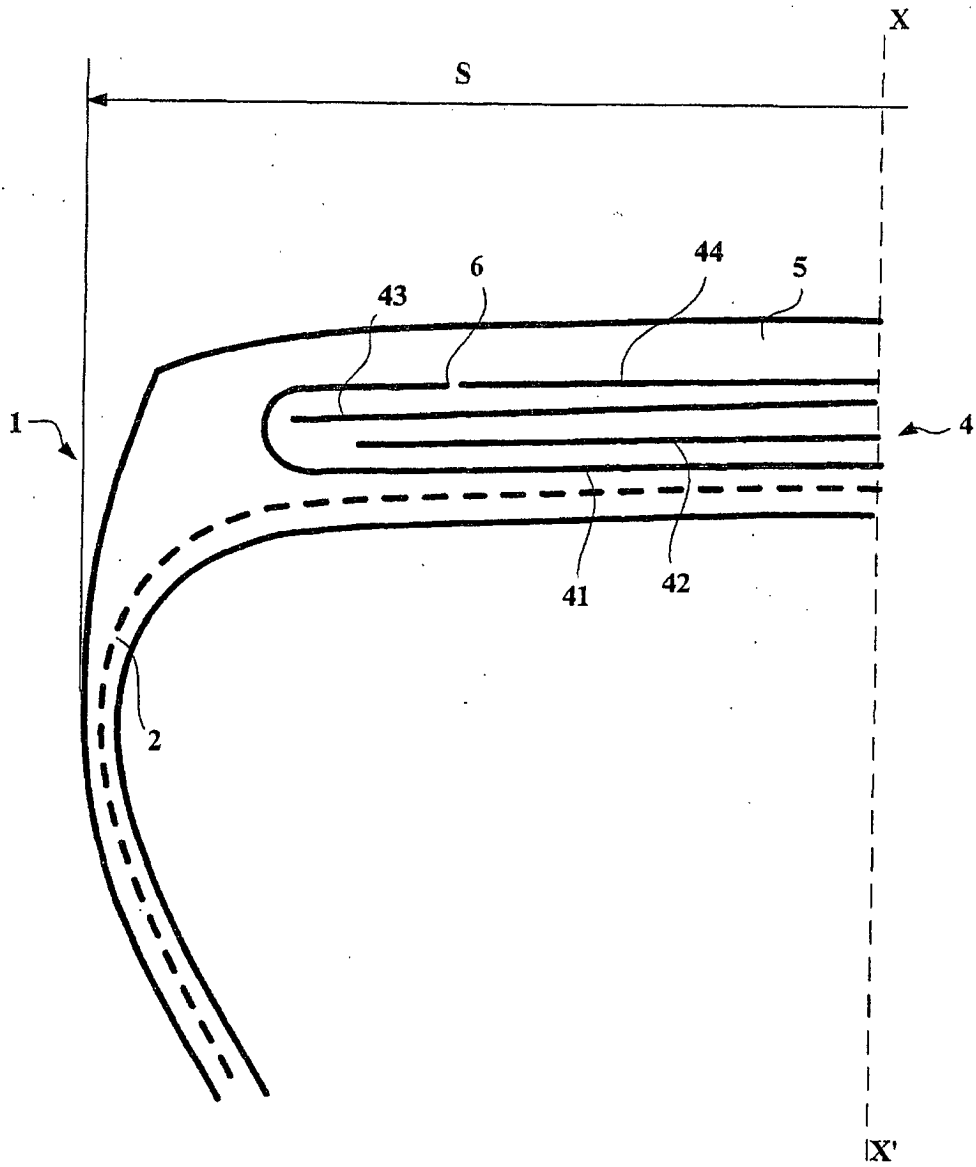


FIG.2

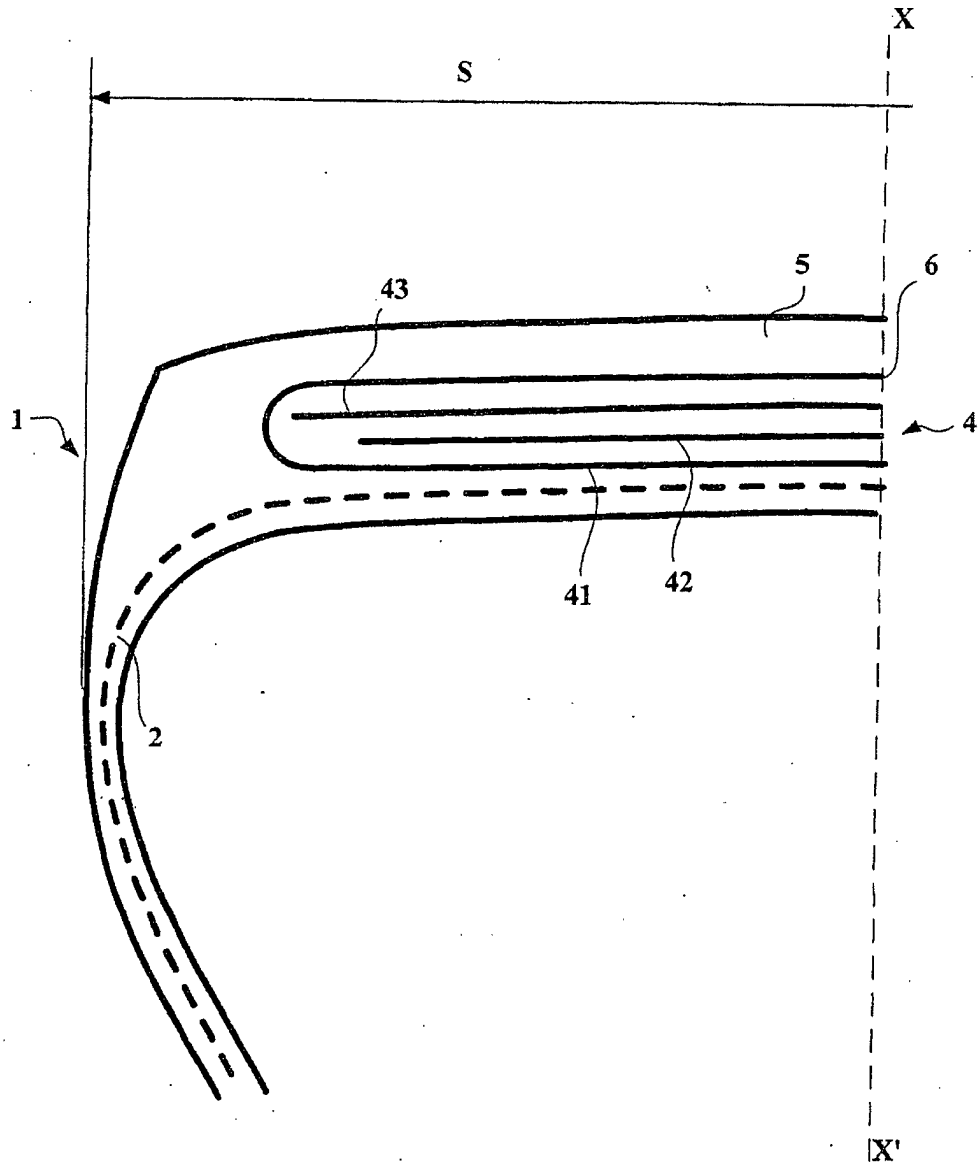


FIG.3

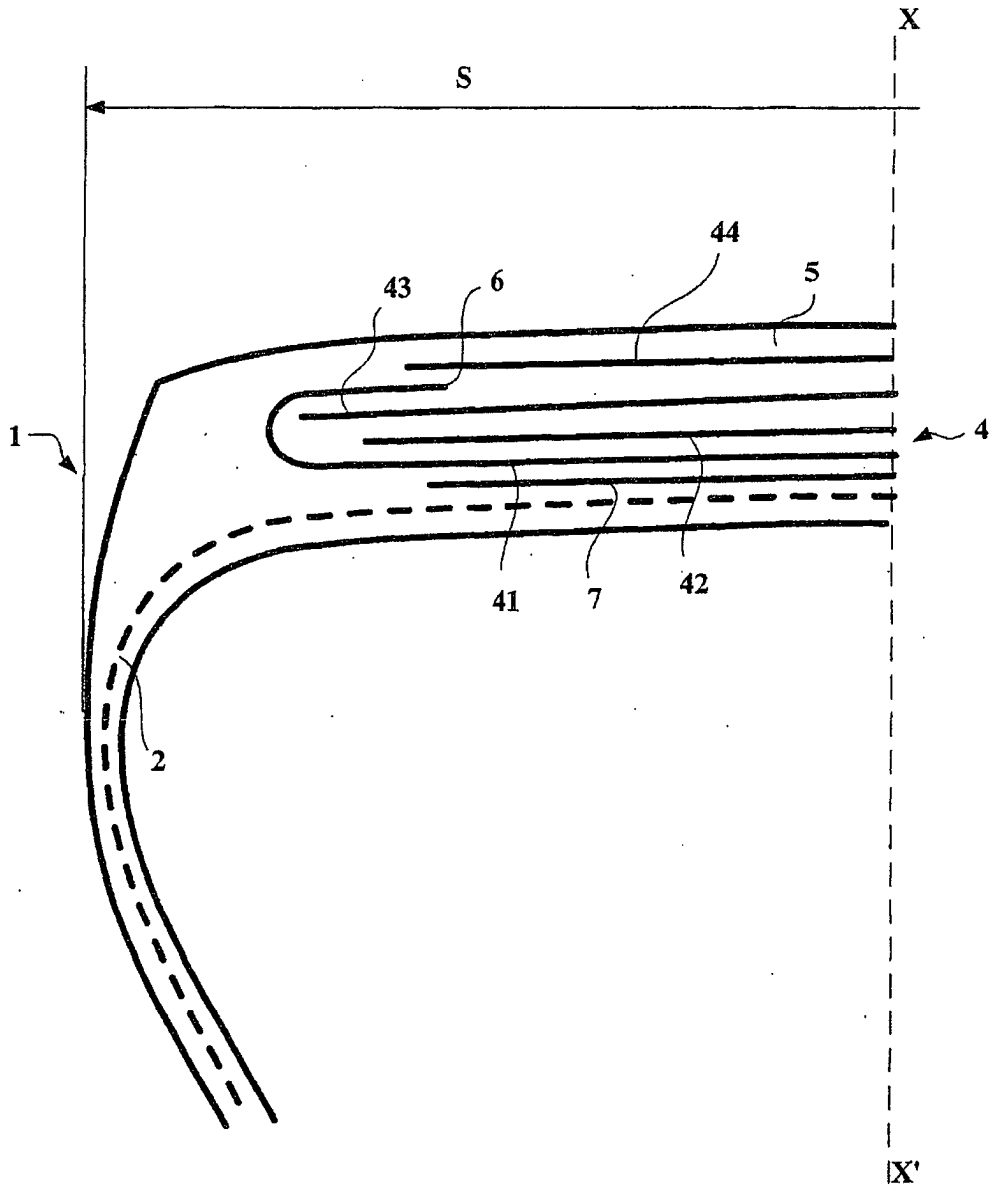


FIG.4