



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 25 767 T2 2007.10.31**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 299 254 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 25 767.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP01/07231**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 945 313.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/000454**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.06.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **03.01.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.04.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B60C 15/05 (2006.01)**

B60C 9/02 (2006.01)

B60C 15/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0008452 29.06.2000 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, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**HERBELLEAU, Yves, F-63200 Riom, FR;
GUERINON, Bernard, F-63100 Clermont-Ferrand,
FR; ROUX, Pierre, F-63000 Clermont-Ferrand, FR**

(54) Bezeichnung: **REIFEN MIT VERBESSERTEM KARKASSENVERANKERN**

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] Die Erfindung bezieht sich auf Luftreifen, die dazu vorgesehen sind, große Lasten tragen, wie beispielsweise Flugzeugreifen.

[0002] Luftreifen für Flugzeuge müssen wegen ihres geringen Gewichts und ihrer kleinen Größe insbesondere hinsichtlich der aufgebrachten Last und der Geschwindigkeit extreme Betriebsbedingungen aushalten können. Trotz ihres sehr hohen Aufpumpdrucks von über 12 bar folgt daraus, dass ihre Stauchung oder Einfederung im Betrieb häufig Werte erreichen kann, die doppelt so groß sind wie die Werte, die bei Luftreifen für Lastkraftwagen oder Personenkraftwagen auftreten.

[0003] Beim Start werden sehr hohe Geschwindigkeiten in der Größenordnung von 350 km/h erreicht, so dass auch die Erwärmung sehr erheblich ist.

[0004] Alle diese Bedingungen sind für die Dauerfestigkeit der Wülste dieser Luftreifen besonders nachteilig.

[0005] In dem Patent US 4,832,102 wird ein Flugzeugreifen beschrieben, der einen Scheitel, zwei Flanken und zwei Wülste, eine Karkassenbewehrung und eine Scheitelbewehrung aufweist, bei dem die Karkassenbewehrung zwei umlaufende Anordnungen von Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul umfasst, die in den beiden Wülsten verankert sind, und bei dem die Scheitelbewehrung mindestens einen Funktionsblock mit mindestens einer Verstärkungslage mit hohem Elastizitätsmodul umfasst. Die Karkassenbewehrung ist in den Wülsten durch Hochschlag der beiden umlaufenden Anordnungen von ersten Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul um einen Wulstkern verankert.

[0006] In den Patentanmeldungen EP 0 582 196 und EP 0 664 232 wurde kürzlich für Personenkraftwagenreifen ein neuer Typ von Karkassenbewehrung bei einem Luftreifen und seiner Verankerung in den beiden Wülsten vorgeschlagen. Gemäß diesen Patentanmeldungen besitzt ein Luftreifen einen Wulst mit Einrichtungen zur Verankerung der Karkassenbewehrung, die Verstärkungen umfassen, die in Umfangsrichtung orientiert sind und in axialer Richtung an die umlaufenden Anordnungen der Verstärkungen der Karkassenbewehrung angrenzen.

[0007] Die Patentanmeldung WO 98/54006 schlägt einen Luftreifen vor, dessen Karkassenbewehrung zwei oder drei umlaufende Anordnungen von Verstärkungen umfasst und bei dem jede umlaufende Anordnung axial innen und außen an in Umfangsrichtung orientierte Verstärkungen angrenzt. In dieser Patentanmeldung werden für die umlaufenden Verstärkungen zahlreiche Arten von Verstärkungen angegeben.

[0008] Das Patent US-A-5,660,656 beschreibt einen Luftreifen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0009] Die Erfindung betrifft einen Luftreifen, bei dem die Verankerung der Karkassenbewehrung noch weiter entwickelt ist.

[0010] Im Folgenden wird unter dem Titer die Masse einer Verstärkung in Gramm pro tausend Meter verstanden. Der Titer wird in tex ausgedrückt. Die Beanspruchung an einer Verstärkung oder der Modul der Verstärkung sind in "cN/tex" angegeben, wobei cN Centi-Newton bedeutet.

[0011] Unter einer "Verstärkung" ("reinforcing thread") sind alle in Form von Draht vorliegenden Verstärkungselemente zu verstehen, die eine gegebene Matrix, beispielsweise eine Kautschukmatrix, verstärken können. Von diesen Verstärkungen sind beispielsweise die Multifilamentfasern ("multifilament yarns"), wobei diese Fasern gezwirnt oder nichtgezwirnt sein können, Einzelfasern, wie beispielsweise Monofilgarne, die einen einzigen großen Durchmesser besitzen, wobei sie gegebenenfalls um sich selbst gedreht sein können, und Seile oder Litzen ("cords") zu nennen, die durch Verseilen oder Verlitzen dieser Einzelfäden oder dieser Fasern erhalten werden können, wobei solche Verstärkungen auch Hybridverstärkungen sein können, d. h. Verbundmaterialien, die Elemente unterschiedlicher Art enthalten.

[0012] Als "Litzen" ("plied yarn" oder "folded yarn") werden Verstärkungen bezeichnet, die aus zwei ("single yarns") oder mehr Strängen bestehen, die beispielsweise durch Zwirnen zusammengefügt werden; diese Stränge, die im Allgemeinen aus Multifilamentfasern gebildet werden, werden zunächst während eines ersten Zwirnschritts individuell in einer Richtung (Drehrichtung S oder Z) und anschließend während eines zweiten Zwirnschritts gemeinsam in der anderen Richtung (Drehrichtung Z oder S) gezwirnt.

[0013] Unter einer "kautschukfreundlich gemachten Verstärkung" wird eine Verstärkung verstanden, die in geeigneter Weise an der Oberfläche behandelt wurde, wobei diese Oberflächenbehandlung als Schichten oder kautschukfreundlich Ausrüsten bezeichnet wird, und die nach einer geeigneten thermischen Behandlung an der Matrix, für die sie vorgesehen ist, anhaften kann.

[0014] Unter "axial" ist eine Richtung parallel zur Achse A des Luftreifens zu verstehen; diese Richtung kann "axial innen" sein, wenn sie in Richtung der Innenseite des Luftreifens gerichtet ist, oder "axial außen", wenn sie in Richtung der Außenseite des Luftreifens verläuft.

[0015] Unter "radial" wird eine Richtung senkrecht zur Achse A des Luftreifens verstanden, die durch diese Achse hindurchgeht. Diese Richtung kann "radial innen" oder "radial außen" sein, je nachdem, ob sie zur Achse A oder zur Außenseite des Luftreifens gerichtet ist.

[0016] Unter einer "Orientierung in etwa in Umfangsrichtung" wird eine Orientierung verstanden, die nicht mehr als fünf Grad von der Umfangsrichtung abweicht.

[0017] Unter dem "Elastizitätsmodul" einer Kautschukmischung ist der Sekantendehnungsmodul bei 10% Deformation und Raumtemperatur zu verstehen.

[0018] Der erfindungsgemäße Luftreifen weist einen Scheitel, zwei Flanken und zwei Wülste, eine in jedem Wulst verankerte Karkassenbewehrung und eine Scheitelbewehrung auf. Dieser Luftreifen ist so aufgebaut, dass die Karkassenbewehrung mindestens zwei umlaufende Anordnungen von ersten Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul aufweist, wobei jede umlaufende Anordnung von ersten Verstärkungen in jedem Wulst axial innen und axial außen an zweite, in etwa in Umfangsrichtung orientierte Verstärkungen angrenzt, die einen Modul aufweisen, der dem Modul der ersten Verstärkungen entspricht oder darüber liegt, wobei die ersten Verstärkungen und zweiten Verstärkungen über eine Lage einer Mischung mit sehr hohem Elastizitätsmodul voneinander getrennt sind, und der so vorliegt, dass, wenn $\sum R_I$ die Summe der Dehnungssteifigkeiten der relativ zur Karkassenbewehrung axial innerhalb angeordneten zweiten Verstärkungen und $\sum R_E$ die Summe der Dehnungssteifigkeiten der axial auf beiden Seiten der Karkassenbewehrung angeordneten zweiten Verstärkungen ist, gilt:

$$0,6 \leq \frac{\sum R_I}{\sum R_E} \leq 1,5$$

und vorzugsweise:

$$0,7 \leq \frac{\sum R_I}{\sum R_E} \leq 1,3$$

[0019] Das Einhalten dieser Grenzen für das Verhältnis der gesamten Dehnungssteifigkeit der in jedem Wulst innen an der Karkassenbewehrung angeordneten zweiten Verstärkungen und der gesamten Dehnungssteifigkeit der außen an der Karkassenbewehrung angeordneten zweiten Verstärkungen ist wesentlich, damit unabhängig von ihrer Position in dem Wulst eine homogene Beanspruchung dieser zweiten Verstärkungen erhalten wird.

[0020] Diese Ausführungsform eines Wulstes ist besonders geeignet, wenn der Wulstsitz auf einem Felgensitz aufliegen soll, der in Bezug auf die Achse A des Luftreifens etwas geneigt ist. Dies ist bei Flugzeugreifen, Reifen für Schwerlastfahrzeuge oder Reifen für Personenkraftwagen der Fall, bei denen die Neigung der Felgensitze in der Größenordnung von 5 Grad liegt.

[0021] Nach einem bevorzugten Merkmal weist die äußere Oberfläche der Wülste einen Sitz und eine kegelförmige Wand mit in etwa radialer Orientierung radial innen angrenzend an eine Wand auf, deren Querschnitt ein Kreisbogen EF um das Zentrum C ist, wobei das Zentrum C relativ zum Wulst axial außen angeordnet ist und wobei alle zweiten Verstärkungen bezüglich einer Linie CD, die durch den Wulst hindurchgeht und in Bezug auf die Achse A des Luftreifens einen Winkel α von $+45 \pm 5$ Grad bildet, in einem radialen Abstand von der Achse A kleiner oder gleich der Linie CD angeordnet sind. Die Linie CD definiert in etwa eine sehr starke Einspannzone, in der die Deformationen des Wulstes sehr klein sind, und radial über CD eine Flexionszone. Da sich beide Verstärkungen in der Einspannzone befinden, ist die Dauerfestigkeit des Wulstes besser.

[0022] Die ersten Verstärkungen haben vorzugsweise einen Sekantenmodul über 1.000 cN/tex; diese Verstärkungen bestehen beispielsweise aus einem aromatischen Polyamid.

[0023] Die Lage aus der Mischung mit sehr hohem Elastizitätsmodul besitzt eine Shore A-Härte über 70. Diese Lage kann außerdem einen Sekantenmodul bei 10% Dehnung über 20 MPa und vorzugsweise über 30 MPa aufweisen.

[0024] Die Karkassenbewehrung der erfindungsgemäßen Luftreifen weist vorzugsweise zwei oder drei umlaufende Anordnungen von Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul auf, beispielsweise aus einem aromatischen Polyamid.

[0025] Zwei umlaufende Anordnungen sind erforderlich, damit sie den sehr hohen mechanischen Beanspruchungen, denen sie ausgesetzt sind, widerstehen können, es sollten jedoch nicht mehr als drei Anordnungen vorliegen, damit die Biegesteifigkeit der Flanken nicht beeinträchtigt wird.

[0026] Die Wülste des erfindungsgemäßen Luftreifens besitzen vorzugsweise eine äußere Oberfläche, die nach der Montage auf die Felge und dem Aufpumpen des Luftreifens mit der entsprechenden Oberfläche des Sitzes und des Horns einer geeigneten Felge in Kontakt kommen soll, wobei sich die Kontaktzone der äußeren Oberfläche des Wulstes und der Felge bis zu dem Punkt des Horns mit dem maximalen Durchmesser R_J erstreckt.

[0027] Wenn ϕ der Durchmesser des Umfangs der äußeren Oberfläche des Wulstes ist, die auf dem Umfang des Felgenhorns mit einem maximalen Radius R_J aufliegen soll, gilt vorteilhaft:

$$\Phi = 2(R_J - \varepsilon),$$

wobei ε im Bereich von 0,5 bis 2 mm liegt.

[0028] Hierdurch kann der Wulst gut an der Felge und dem Felgenhorn "sitzen" und dies hat den Vorteil, dass die Krümmung der umlaufenden Anordnungen der Karkassenbewehrung bei der Fahrt insbesondere in der Kontaktfläche limitiert wird.

[0029] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform bilden die ersten Verstärkungen der Karkassenbewehrung hin- und zurückgeführte Abschnitte, die aneinander angrenzend angeordnet sind und in jedem Wulst Schleifen bilden, die jeweils einen hingeführten Abschnitt mit einem zurückgeführten Abschnitt verbinden.

[0030] Die Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung noch besser hervor, die sich auf die beigefügte Zeichnung bezieht, welche für den Fall von Flugzeugreifen nicht einschränkende Ausführungsbeispiele zeigt:

[0031] – [Fig. 1](#) zeigt schematisch im Axialschnitt einen erfindungsgemäßen Luftreifen;

[0032] – [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch die Anordnung eines Teils der Verstärkungen der Karkassenbewehrung zeigt; und

[0033] – [Fig. 3](#) zeigt einen Wulst einer zweiten Ausführungsform.

[0034] Der schematisch im axialen Halbschnitt in der [Fig. 1](#) dargestellte Luftreifen **1** für Flugzeuge weist einen Scheitel **2**, zwei Flanken **3** und zwei Wülste **4** auf. Eine Karkassenbewehrung **5** erstreckt sich von einem Wulst zum anderen und besteht aus zwei umlaufenden Anordnungen **6** und **7** von ersten Verstärkungen. Die umlaufenden Anordnungen von ersten Verstärkungen **6** und **7** sind in den Flanken **3** radial ausgerichtet und bestehen aus Verstärkungen aus einem aromatischen Polyamid oder Aramid. Die ersten Verstärkungen sind parallel angeordnet und werden von einer Lage aus einer Mischung **8** getrennt, deren Art und Modul als Funktion ihrer Position in dem Luftreifen angepasst sind.

[0035] Die Verankerung der beiden umlaufenden Anordnungen **6** und **7** wird in den Wülsten **3** durch Anordnungen oder "Stapel" **9** von zweiten, in Umfangsrichtung orientierten Verstärkungen gewährleistet, die in axialer Richtung auf beiden Seiten jeder umlaufenden Anordnung von ersten Verstärkungen **6** und **7** angeordnet sind. Jede Anordnung oder jeder Stapel **9** von zweiten Verstärkungen kann erhalten werden, indem eine Verstärkung schraubenförmig gewickelt wird. Die radialen ersten Verstärkungen und die umlaufenden zweiten

Verstärkungen werden durch eine Lage aus einer Kautschukmischung **10** von sehr hohem Elastizitätsmodul voneinander getrennt, um zu verhindern, dass eine Verstärkung mit einer anderen in direktem Kontakt ist. Die Lage **10** weist einen Sekantenmodul bei 10% Dehnung über 20 MPa und vorzugsweise über 30 MPa auf. Ihre Shore A-Härte kann ferner über 70 liegen. Die Spannung, die in den ersten Verstärkungen durch das Aufpumpen des Luftreifens **1** auftritt, kann insbesondere durch die laterale Adhäsion jeder umlaufenden Anordnung **6** und **7** und der Stapel **9** der umlaufenden Verstärkungen aufgenommen werden. Diese Wulststruktur gewährleistet eine hervorragende Verankerung, die sogar bei den sehr hohen Aufpumpdrücken der Flugzeugreifen über 12 bar wirksam bleibt, wobei diese Drücke bei speziellen Anwendungen 25 bar erreichen können.

[0036] Die Stapel **9** von zweiten Verstärkungen sind in drei Gruppen aufgeteilt, wobei zwei Stapel **11** an der Außenseite des Luftreifens axial außen an der Karkassenbewehrung **5** angeordnet sind, zwei Stapel **13** in Bezug auf die Karkassenbewehrung **5** an der Innenseite des Luftreifens in axialer Richtung innen angebracht sind und vier Stapel **12** zwischen den beiden umlaufenden Anordnungen **6** und **7** der Karkassenbewehrung **5** liegen.

[0037] Die in diesem Luftreifen verwendete zweite Verstärkung ist ein Monofilament oder ein Einzeldraht aus Stahl mit einem Durchmesser von 0,98 mm. Diese Verstärkung ist selbstverständlich mit einer vermessingten oder verzinkten Beschichtung kautschukfreundlich ausgerüstet worden. Ihre Verwendung ermöglicht einen sehr geringen Platzbedarf bei einer sehr großen Steifigkeit der gesamten Stapel **9** bei Dehnung. Im Vergleich mit gewöhnlich in Luftreifen verwendeten Anordnungen sind ihre Kosten ferner relativ gering. Es ist auch möglich, die Einzeldrähte durch metallische Baugruppen zu ersetzen, die auf dem Gebiet der Luftreifen wohl bekannt sind.

[0038] Für eine große Homogenität der mechanischen Beanspruchung der verschiedenen Stapel **7** ist es zweckmäßig, wenn die folgende Beziehung erfüllt wird:

$$0,6 \leq \frac{\sum R_I}{\sum R_E} \leq 1,5, \quad \text{und vorzugsweise} \quad 0,7 \leq \frac{\sum R_I}{\sum R_E} \leq 1,3.$$

[0039] Im Falle des beschriebenen Luftreifens erhält man unter Berücksichtigung der Anzahl der Windungen, die in Bezug auf die Karkassenbewehrung innen und außen angeordnet sind:

$$\Sigma R_I / \Sigma R_E \cong 1,24.$$

[0040] Es ist außerdem zu beachten, dass die Anzahl der Wicklungen der Stapel mit dem relativen Abstand zur Achse A des Luftreifens allmählich abnimmt. Daraus ergibt sich eine in etwa konische Form der Anordnung der zweiten Verstärkungen. Dies hat den Vorteil, dass der Wulst **4** während des Aufpumpens des Luftreifens und des in Kontaktkommens bei der Benutzung sehr stark stabilisiert wird.

[0041] Die Windungen der Stapel **9** sind insgesamt in die Kautschukmischung **10** mit sehr hohem Elastizitätsmodul eingebettet, sodass gewährleistet wird, dass die durch den Aufpumpdruck verursachten Kräfte gut aufgenommen werden und die Karkassenbewehrung dadurch in den Wülsten **4** ganz hervorragend verankert ist.

[0042] Die [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht einer umlaufenden Anordnung von ersten Verstärkungen, der Anordnung **6**, von der nur die Verstärkungen gezeigt sind. In dieser Figur ist die umlaufende Anordnung **6** von ersten Verstärkungen zu sehen, die aus Abschnitten von Verstärkungen **17** besteht. An ihren radial inneren Enden bilden die Verstärkungsabschnitte **17** aneinander liegende Schlaufen **18**, die sich in dem Wulst **4** befinden. Diese Schlaufen **18** grenzen aneinander an und überlappen sich nicht. In axialer Richtung auf beiden Seiten der umlaufenden Anordnung **6** von ersten Verstärkungen sind lediglich die direkt an diese Anordnung **6** angrenzenden Stapel **11** und **12** gezeigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit der Zeichnung sind nur die umlaufende Anordnung **6** von ersten Verstärkungen und zwei Stapel dargestellt, die umlaufende Anordnung **7** der ersten Verstärkungen weist jedoch die gleiche Anordnung der Verstärkungsabschnitte **17** auf.

[0043] Die [Fig. 3](#) zeigt einen Wulst **21** und eine Flanke **22** einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftreifens **20**, bei dem die Karkassenbewehrung **33** aus drei umlaufenden Anordnungen **24**, **25**, **26** von Verstärkungen aus einem aromatischen Polyamid oder Aramid besteht. In dem Wulst **21** sind Stapel **27** von zweiten Verstärkungen mit umlaufender Orientierung angeordnet. Diese Stapel **27** sind hier in vier Gruppen aufgeteilt. Man sieht axial von der Innenseite des Wulstes zur Außenseite nacheinander drei Stapel **28**, die in Bezug auf die umlaufende Anordnung von ersten Verstärkungen **24** innen angeordnet sind, vier Stapel **29**, die zwischen den umlaufenden Anordnungen von ersten Verstärkungen **24** und **25** angeordnet sind, drei

Stapel **30**, die zwischen den umlaufenden Anordnungen **25** und **26** angeordnet sind, und drei Stapel **31**, die in Bezug auf die Anordnung **26** axial außen angeordnet sind.

[0044] Wie zuvor bestehen die zweiten Verstärkungen vorzugsweise aus Monofilamenten oder Einzeldrähten aus Stahl und die Anzahl der Windungen ist so, dass die Summe der Dehnungssteifigkeiten der relativ zur Karkassenbewehrung axial außen angeordneten Stapel in etwa in der gleichen Größenordnung liegt wie die Summe der Dehnungssteifigkeiten der relativ zur Karkassenbewehrung **23** axial innen angeordneten Stapel.

[0045] Die äußere Oberfläche des Wulstes **21** umfasst einen Sitz **32**, eine kegelstumpfförmige Wand mit etwa radialer Orientierung **33** radial angrenzend an eine Wand **34**, deren Querschnitt ein Kreisbogen EF um das Zentrum C ist. C ist an der Außenseite des Wulstes **21** angeordnet. Im Hinblick auf die Linie CD, die durch den Wulst unter Bildung eines Winkels $\alpha = +45 \pm 5$ Grad relativ zur Achse A des Luftreifens hindurchgeht (dieser Winkel wird ermittelt, wenn der Luftreifen auf seiner Felge montiert und aufgepumpt ist), stellt man fest, dass die gesamten zweiten Verstärkungen **27** in einem radialen Abstand von der Achse A angeordnet sind, der höchstens dieser Linie CD entspricht. Diese Linie CD definiert in etwa eine sehr starre Einspannzone, in der die Deformationen sehr klein sind, und radial über CD eine Flexionszone. Da alle zweiten Verstärkungen in der Einspannzone liegen, ist die Dauerfestigkeit des Wulstes besser.

[0046] Die äußere Oberfläche des Wulstes soll an der Wand einer Felge **35** in Auflage kommen, deren äußeres Profil ebenfalls in der [Fig. 3](#) dargestellt ist. Dieses Profil umfasst den Sitz **36**, die in etwa radiale Wand des Horns **37**, und anschließend den Rand **38**. Der Rand **38** weist einen kreisbogenförmigen Querschnitt um das Zentrum C' auf. Der Punkt mit dem größten Durchmesser ist B mit einem Radius R_j . Der Punkt E, der an der axial äußeren Oberfläche des Wulstes **21** angeordnet ist, soll in etwa mit dem Punkt B in Kontakt kommen. Wenn der Luftreifen auf der Felge **35** montiert ist, sind die Oberflächen **34** und **38** homozentrisch, d. h. ihre Zentren C und C' fallen zusammen. Der Punkt E ist auf einem Umfang mit dem Durchmesser ϕ angeordnet. Es besteht die Relation:

$$\Phi = 2(R_j - \varepsilon)$$

wobei ε im Bereich von 0,5 bis 2 mm liegt.

[0047] Der leichte Versatz des Punktes E zwischen der freien Position und der auf der Felge montierten Position in Kontakt mit B führt dazu, dass der Wulst bei der Montage auf die Felge etwas gestreckt wird und so der erhaltene Kontakt besser ist. Der Kontakt bis zum Punkt E verbessert die Stabilität des Wulstes beim Aufpumpen des Luftreifens und am Übergang in die Kontaktfläche bei der Verwendung. Es ist daher festzustellen, dass die umlaufenden Anordnungen der Karkassenbewehrung im Vergleich mit Flugzeugreifen herkömmlicher Architektur deutlich weniger kompressionsbeansprucht werden, wenn sie mit der Kontaktfläche in Kontakt kommen.

[0048] In der [Fig. 1](#) ist ferner ein Beispiel für die Scheitelbewehrung **14** angegeben. Diese besteht aus einem Funktionsblock, der zwei Verstärkungslagen **15** und **16** von in etwa umlaufender Orientierung umfasst, die durch schraubenförmiges Aufwickeln mindestens einer Verstärkung erhalten werden. Diese Verstärkung besteht aus Verstärkungen aus einem aromatischen Polyamid oder Aramid. Die Anzahl der Verstärkungslagen sowie der Verlegeabstand sind im Hinblick auf die Dimension des Luftreifens und die Bedingungen bei seiner Verwendung angepasst. Diese Ausführungsform einer Scheitelbewehrung hat den Vorteil, dass für eine sehr wirksame Bewehrung gesorgt wird, die die Dimensionsänderung des Luftreifens beim Aufpumpen sowie bei sehr hoher Geschwindigkeit verkleinert. Man stellt fest, dass die Veränderung des Profils drei- bis viermal kleiner sein kann als bei einem üblichen Flugzeugreifen wie einem Reifen 30-7.7R16 AIRX. Diese hervorragende Bewehrung hat außerdem die Vorteil, dass die Mischungen, die den Laufstreifen des Luftreifenscheitels bilden, nicht stark gestreckt werden. Rissbildungen an der Oberfläche des Laufstreifens durch in der Luft vorhandenes Ozon sind ebenfalls deutlich kleiner.

[0049] Es wurde ein erfindungsgemäßer Luftreifen der Dimension 30-7,7R16 getestet, der aufweist:

- als Karkassenbewehrung drei umlaufende Anordnungen von ersten Verstärkungen, die aus kautschukfreundlich ausgerüsteten Litzen mit einem Titer von 501 tex bestehen, die aus drei identischen Aramidsträngen von 167 tex hergestellt wurden. Die Dichte der ersten Verstärkungen ist im Bereich der Wulste 88 f/dm;
- als zweite Verstärkungen Monofilamente aus Stahl mit einem Durchmesser von 0,98 mm, die in **13** Stapeln **9** verteilt sind:
 - 3 axial am weitesten innen liegende Stapel mit 14, 17 und 20 Wicklungen,
 - 4 Stapel zwischen den umlaufenden Anordnungen **24** und **25** mit 10, 14, 16 und 20 Wicklungen,

- 3 Stapel zwischen den umlaufenden Anordnungen **25** und **26** mit 19, 15 und 10 Wicklungen, und
- 3 axial am weitesten außen liegenden Stapel mit 14, 10 und 7 Wicklungen;
- eine Scheitelbewehrung mit drei in etwa umlaufend orientierten Verstärkungslagen, die aus kautschukfreundlichen ausgerüsteten Litzen mit einem Titer von 660 tex bestehen, die aus zwei identischen Aramidsträngen von 330 tex hergestellt wurden; die Verstärkungen haben einen Verlegeabstand von 1,2 mm.

[0050] Die Lage der Mischung mit sehr hohem Elastizitätsmodul besitzt einen Sekantenmodul von 45 MPa und eine Shore A-Härte von 90.

[0051] Der Luftreifen wurde Tests zur Beständigkeit gegenüber Platzen unterzogen, die bestimmten maximalen Drücke lagen in der Größenordnung von 100 bar. Er ist außerdem durch einen Dehnungsgrad seiner Abwicklung zwischen Druck Null und dem Betriebsdruck von 15 bar in der Größenordnung von 1,5% gekennzeichnet. Der Luftreifen wurde außerdem mit Erfolg Starttests unterzogen, die den für die Typenprüfung von Flugzeugreifen genormten Tests ähnlich sind.

[0052] Die Konfektion des erfindungsgemäßen Luftreifens kann vorteilhaft an einem starren Kern erfolgen, der die Form seines inneren Hohlraums vorgibt, wie beispielsweise in EP 242 840 oder 822 047 beschrieben wurde, auf die in der vorliegenden Anmeldung als Referenz Bezug genommen wird. An diesem Kern werden in der für den fertigen Aufbau erforderlichen Reihenfolge alle Bestandteile des Luftreifens aufgelegt, die direkt an ihrem endgültigen Platz angebracht werden, ohne dass sie bei der Fertigung angepasst werden. Die Vulkanisation erfolgt an dem Kern, der erst nach der Vulkanisationsphase entfernt wird.

[0053] Diese Art der Herstellung hat den Vorteil, dass die bei den herkömmlichen Konformationsphasen an den Verstärkungen angelegten Vorspannungen, besonders an den mit 0° orientierten Verstärkungen, stark vermindert oder sogar vermieden werden können.

[0054] Der Reifen kann an dem Kern auch teilweise gekühlt werden, um die Verstärkungen in dem Deformationszustand zu halten, der beim Auflegen festgelegt wird.

[0055] In gleicher Weise kann der Luftreifen auch an einer Trommel gefertigt werden, wie in den Druckschriften WO 97/47 463 oder EP 0 718 090 beschrieben ist, mit der Maßgabe, dass die Konformation des Reifenrohlings erfolgt, bevor die in Umfangsrichtung orientierten Verstärkungen aufgelegt werden.

[0056] Das Auflegen der in Umfangsrichtung orientierten Verstärkungen kann auch an einer Form mit einer Geometrie erfolgen, die der vorgegebenen Vulkanisationsform entspricht. Der Scheitelblock wird dann an dem komplementären Reifenrohling nach Transferverfahren montiert, die dem Fachmann bekannt sind; dann wird der Luftreifen wiederum nach bekannten Prinzipien zusammengesetzt und durch Füllen einer Membran im Inneren des Luftreifens unter Druck gesetzt.

[0057] Diese Art der Herstellung garantiert ebenfalls das Fehlen von Vorspannungen, die durch das Formen in der Vulkanisationspresse entstehen.

Patentansprüche

1. Luftreifen, der einen Scheitel, zwei Flanken und zwei Wülste, eine Karkassenbewehrung, die in jedem Wulst verankert ist, und eine Scheitelbewehrung aufweist, wobei die Karkassenbewehrung mindestens zwei umlaufende Anordnungen von ersten Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul umfasst, jede umlaufende Anordnung von ersten Verstärkungen in jedem Wulst axial innen und axial außen von zweiten Verstärkungen eingefasst ist, die in etwa in Umfangsrichtung orientiert sind und einen Modul besitzen, der dem Modul der ersten Verstärkungen entspricht oder größer ist als dieser Modul, wobei die ersten und zweiten Verstärkungen über eine Lage aus einer Mischung mit sehr hohem Elastizitätsmodul voneinander getrennt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn $\sum R_I$ die Summe der Dehnungssteifigkeiten der relativ zur Karkassenbewehrung axial innerhalb angeordneten zweiten Verstärkungen und $\sum R_E$ die Summe der Dehnungssteifigkeiten der axial auf beiden Seiten der Karkassenbewehrung angeordneten zweiten Verstärkungen ist, gilt:

$$0,6 \leq \frac{\sum R_I}{\sum R_E} \leq 1,5.$$

2. Luftreifen nach Anspruch 1, wobei:

$$0,7 \leq \frac{\sum R_I}{\sum R_E} \leq 1,3.$$

3. Luftreifen einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Wülste an Felgensitzen in Auflage kommen sollen, die in Bezug auf die Achse des Luftreifens etwas geneigt sind.

4. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die äußere Oberfläche der Wülste einen Sitz und eine kegelstumpfförmige Wand mit in etwa radialer Orientierung radial innen angrenzend an eine Wand aufweist, deren Querschnitt ein Kreisbogen EF um das Zentrum C ist, wobei das Zentrum C relativ zum Wulst axial außen angeordnet ist und wobei alle zweiten Verstärkungen bezüglich einer Linie CD, die durch den Wulst hindurchgeht und in Bezug auf die Achse A des Luftreifens einen Winkel α von $+45 \pm 5$ Grad bildet in einem radialen Abstand von der Achse A kleiner oder gleich der Linie CD angeordnet sind.

5. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Wulst des Luftreifens äußere Oberflächen aufweist, die nach dem Aufziehen auf die Felge und Aufpumpen des Luftreifens mit der entsprechenden Oberfläche des Sitzes und des Horns in Kontakt kommen sollen, wobei sich die Kontaktzone der äußeren Oberfläche des Wulstes und der Felge bis zu dem Punkt des Felgenhorns mit dem maximalen Durchmesser R_J erstreckt.

6. Luftreifen nach Anspruch 5, bei dem Φ der Durchmesser des Umfangs der äußeren Oberfläche des Wulstes ist, der am Umfang des Felgenhorns mit einem maximalen Radius R_J in Auflage kommen soll, mit:

$$\Phi = 2(R_J - \varepsilon)$$

wobei ε im Bereich von 0,5 bis 2 mm liegt.

7. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Karkassenbewehrung aus höchstens drei umlaufenden Anordnungen von ersten Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul besteht.

8. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die ersten Verstärkungen der Karkassenbewehrung hingeführte Abschnitte und zurückgeführte Abschnitte bilden, die auf Höhe der Wülste mit Schleifen nebeneinander angeordnet sind, die jeweils einen hingeführten und rückgeführten Abschnitt verbinden.

9. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul einen Dehnungssekantenmodul über 1000 cN/Tex aufweisen.

10. Luftreifen nach Anspruch 9, bei dem die Verstärkungen mit hohem Elastizitätsmodul aus einem aromatischen Polyamid bestehen.

11. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Lage der Mischung mit sehr hohem Elastizitätsmodul einen Sekantenmodul bei 10% Dehnung über 20 MPa und vorzugsweise über 30 MPa aufweist.

12. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Lage der Mischung mit sehr hohem Elastizitätsmodul eine Shore A-Härte über 70 besitzt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

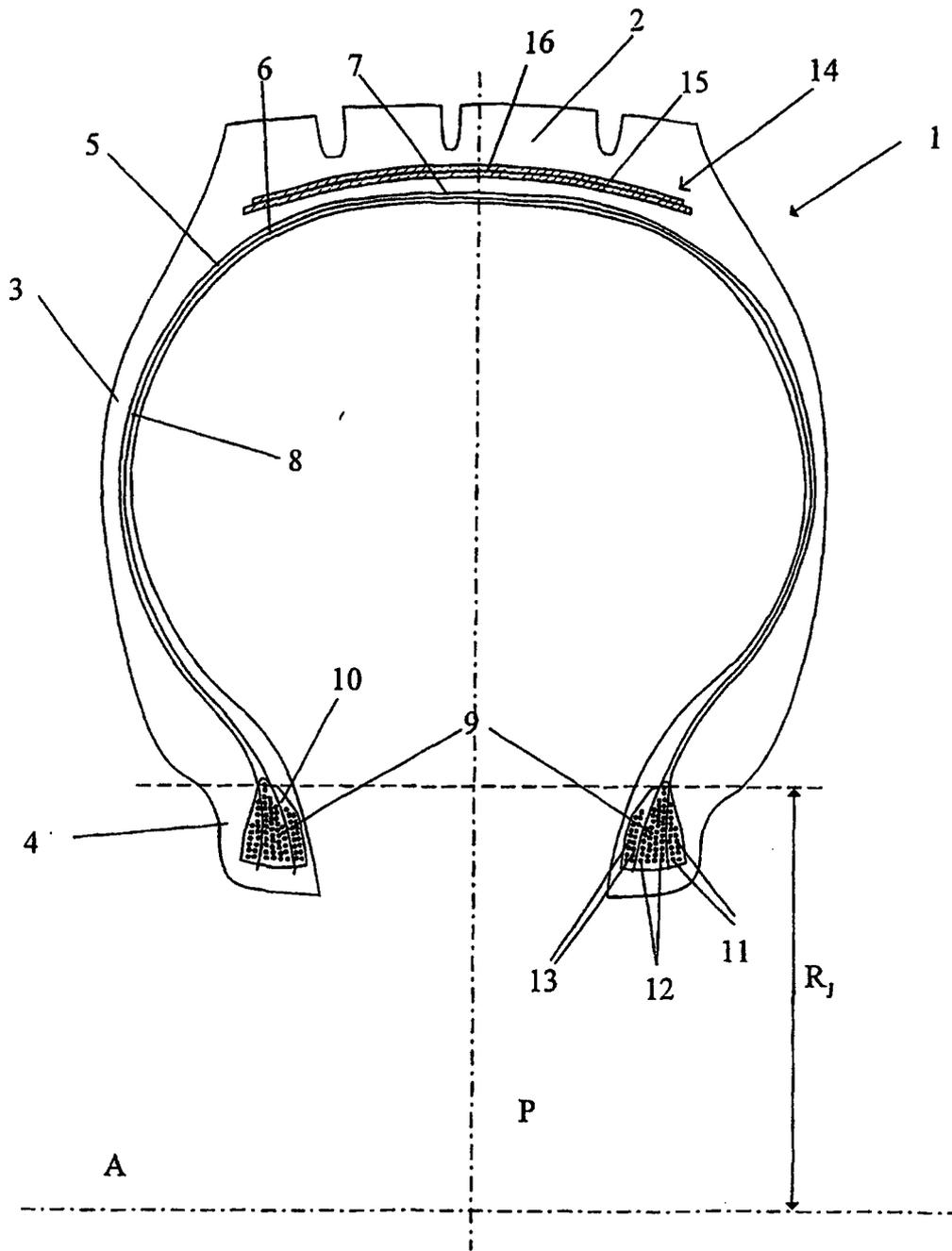


Fig. 1

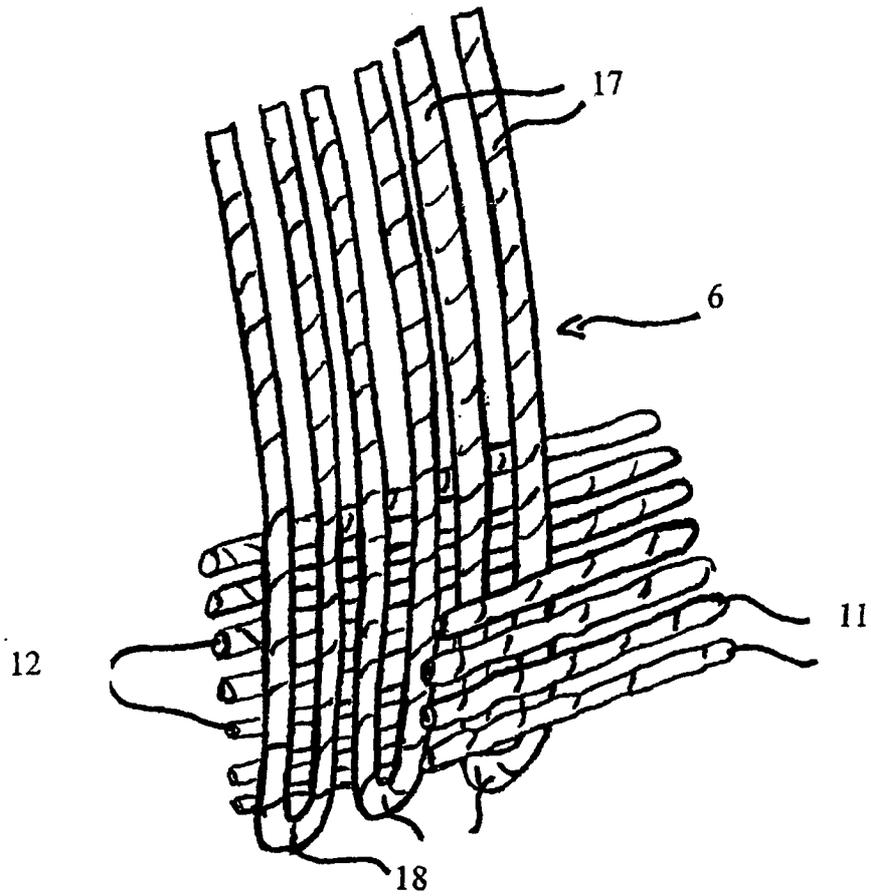


Fig. 2

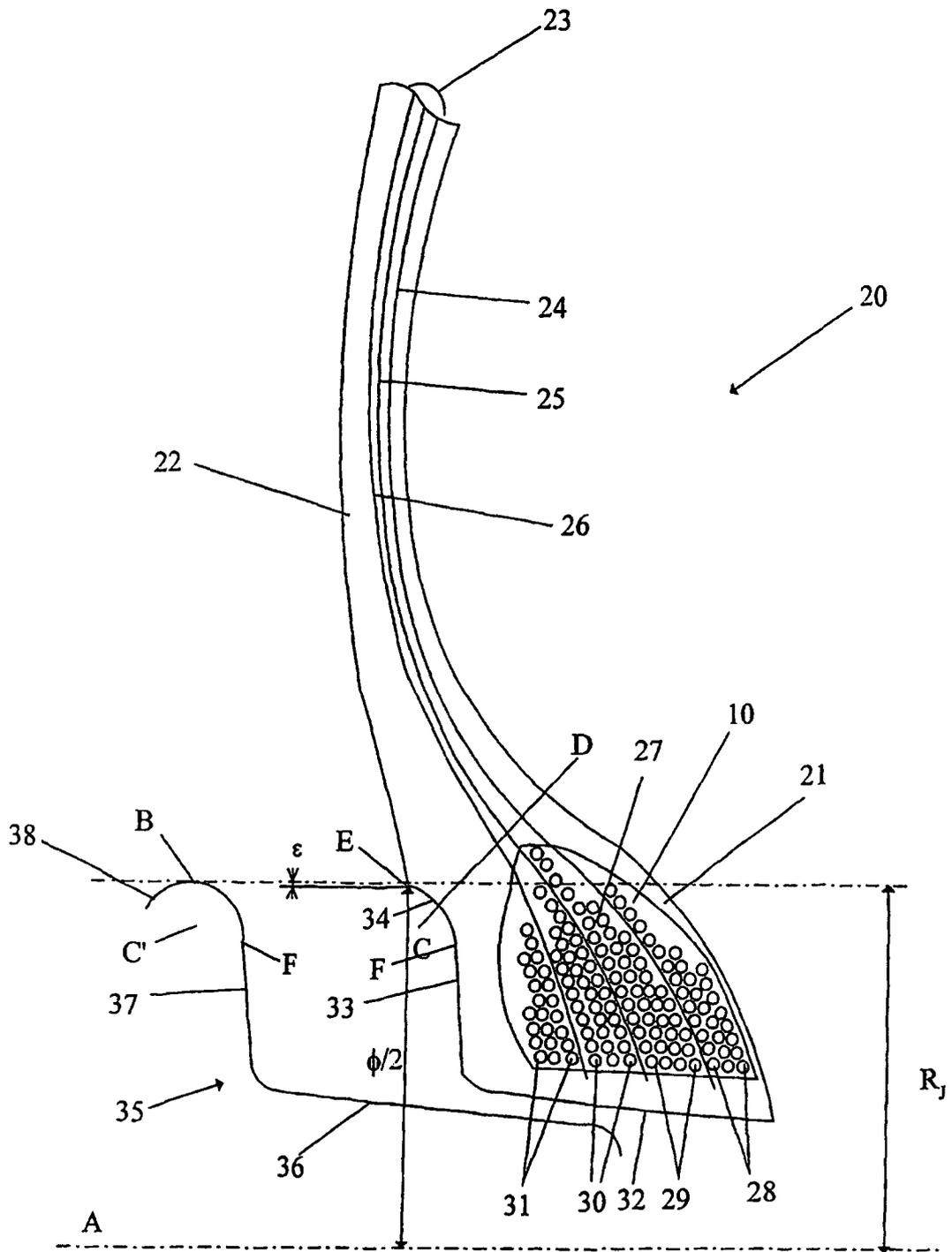


Fig. 3