



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 21 769 T2 2006.04.20

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 254 034 B1

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60C 15/024** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 21 769.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP00/12060**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 993 248.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/039999**

(86) PCT-Anmeldetag: **30.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **07.06.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.11.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.04.2006**

(30) Unionspriorität:

**9915366 03.12.1999 FR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

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

(72) Erfinder:

**COSTA PEREIRA, Pedro, F-63000  
Clermont-Ferrand, FR; GUERINON, Bernard,  
F-63100 Clermont-Ferrand, FR**

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538  
München**

(54) Bezeichnung: **Reifenwulst mit erweiterter Mobilität**

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 eingelebt, 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 vorliegende Erfindung betrifft einen Luftreifen für ein Fahrzeugrad, bei dem mindestens ein Wulst einen Sitz mit einer Erzeugenden aufweist, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet. Diese Gestaltungsart ist für neue Generationen von Luftreifen besonders geeignet, die in bestimmten Grenzen bei Minderdruck oder sogar in drucklosem oder fast drucklosem Zustand verwendet werden können, ohne dass die Gefahr besteht, dass der Reifen von der Felge, auf der er montiert ist, abgezogen wird. Dieses Konzept wird häufig als "erweiterte Mobilität" oder "Notlauf" bezeichnet.

**[0002]** Die Reifenhersteller versuchen seit langem, Luftreifen zu entwickeln, die keine Gefahrenquelle oder potentielle Gefahr bei einem abnormalen Absinken des Drucks oder sogar einem völligen Druckverlust darstellen. Eine der auftretenden Schwierigkeiten betrifft das Fahren im platten Zustand oder bei sehr geringem Druck. Beim Fahren mit sehr geringem Druck oder sogar ohne Luft besteht bei herkömmlichen Luftreifen nämlich die große Gefahr, dass sich die Wülste vom Umfang der Felge ablösen, an die sie durch den Druck gepresst werden. Es wurden zahlreiche Lösungen getestet, um diesen Nachteilen abzuhelpfen. Diese Lösungen führen oft hinsichtlich der Montage des Reifens auf die Felge und der Demontage des Reifens von der Felge zu zusätzlichen Schwierigkeiten.

**[0003]** In der Druckschrift EP 0 582 196 wird ein Luftreifen beschrieben, der einen Laufstreifen, der in zwei Flanken und zwei Wülste übergeht, und eine Karkasse aufweist, die in den beiden Wülsten an einer ringförmigen Verstärkung verankert ist. Die Karkasse besteht aus nebeneinander angeordneten, in Umfangsrichtung aneinander gereihten Drähten, die in der Verankerungszone des Wulstes, der die ringförmige Verstärkung enthält, mit mindestens einer Verbindungsgummischicht mit sehr hohem Elastizitätsmodul in Kontakt steht. In diesem Luftreifen besteht die ringförmige Verstärkung der Verankerungszone des Wulstes aus Stapeln von umlaufenden Drähten, wobei sich zwischen den Drähten der Karkassenverstärkung und den Stapeln eine Verbindungsgummischicht mit sehr hohem Elastizitätsmodul befindet.

**[0004]** Diese Ausführungsform ist für Luftreifen vom herkömmlichen Typ vorgesehen, bei denen die Wülste durch den Fülldruck des Luftreifens am Felgenhorn gehalten werden. Bei diesem Anordnungstyp treten überwiegend Kräfte vom lateralen oder axialen Typ auf, die hohe Kompressionskräfte induzieren, die im Wesentlichen axial von den Wänden in Richtung des Wulstzentrums wirken. Diese Kräfte steigen als

Funktion des Fülldrucks. Durch die Druckerhöhung wird der Wulst radial nach außen gegen das Horn geschoben. Die radial nach innen am Felgensitz auftretenden Kräfte werden mit der Druckerhöhung oder jeglicher Erhöhung der Spannung der Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp schwächer.

**[0005]** Es ist im Übrigen festzustellen, dass die Drahtstapel in etwa parallel zur Orientierung des Profils des Felgenhorns ausgerichtet sind, an dem der Wulst anliegt.

**[0006]** Das Wulstprofil dieses Typs von Luftreifen ist relativ schmal und lang; die Verankerung ist fast über die ganze Höhe und Breite des Wulstes verteilt. Die Karkasse geht in Bezug auf die Wände des Wulstes im Allgemeinen in etwa zentral durch den Wulst.

**[0007]** Da es sich um einen relativ schmalen Wulst handelt, der überwiegend axialen Kräften ausgesetzt ist, können ferner weder der Aufpumpdruck noch die in der Karkasse auftretende Spannung große Momente oder Drehmomente erzeugen, die den Wulst verkippen oder drehen können.

**[0008]** Wenn der Druck fällt und gleichzeitig die Fahrt fortgesetzt wird, kann bei einem solchen Reifentyp nicht mehr gewährleistet werden, dass der Reifen auf der Felge gehalten wird, in den meisten Fällen wird er von der Felge abgezogen.

**[0009]** In der Druckschrift EP 0 673 324 ist eine Einheit beschrieben worden, die mindestens einen Luftreifen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit radialer Karkassenbewehrung, die in jedem Wulst verankert ist, und einer Felge mit einer speziellen Form umfasst. Diese Felge besitzt einen ersten Sitz mit einer Erzeugenden, die so ist, dass sich das axial äußere Ende der Erzeugenden in einem Abstand von der Drehachse befindet, der kleiner ist als der Abstand des axial inneren Endes, und axial nach außen durch einen Vorsprung oder Felgenrand begrenzt wird. Der Luftreifen weist Wulstsitze auf, die für die Montage auf diese Felge geeignet sind. Die in dieser Druckschrift vorgeschlagene Art von Grenzfläche Luftreifen/Felge hat im Vergleich mit den bereits bekannten Lösungen zahlreiche Vorteile, insbesondere im Hinblick auf die leichte Montage/Demontage, wobei gleichzeitig trotz Druckverlust eine gewisse Strecke zurückgelegt werden kann.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung will insbesondere verschiedene Typen von Architekturen angeben, die die guten Eigenschaften der in der oben genannten Druckschrift vorgeschlagenen Einheit optimieren sollen.

**[0011]** Die Druckschrift EP 0 748 287 gibt eine Lösung an, mit der eine erste Optimierung der in der oben angegebenen Druckschrift EP 0 673 324 be-

schriebenen Grundlagentechnik erfolgen kann. Es handelt sich um einen Luftreifen, bei dem mindestens ein Wulst einen Aufbau hat, mit dem das Anpressen des Wulstes in Abhängigkeit von der Spannung der Karkassenbewehrung und insbesondere einer Verstärkung der Karkassenbewehrung modifiziert werden kann; wenn der Aufpumpdruck auf den Nennwert steigt. In der Druckschrift wird die Verwendung eines Wulstes mit einer Verankerung des Karkassenendes durch Hochschlag des Endes um die Basis des Wulstkerns an der in Bezug auf den Wulstkern axial und radial inneren Seite vorgeschlagen. Der Wulst besitzt außerdem angrenzend an den Wulstkern und axial an der Außenseite des Wulstkerns ein Profilteil aus einer Kautschukmischung von relativ hoher Härte, an dem der Wulstkern bei Erhöhung der Spannung der Karkassenbewehrung eine Kompressionskraft ausüben kann. Die Kompressionskraft führt zu einem selbsttätigen Einklemmen der Wulstspitze an der Montagefelge. Die Spannung der Karkasse ruft also ein Verschieben des Wulstkerns nach außen hervor, so dass der Wulstkern die Kompressionskraft erzeugen kann. Die Gegenwart eines Wulstkerns vom herkömmlichen Typ und der Hochschlag der Karkasse unter diesem Wulstkern werden zur Erzeugung der Kompressionskraft bei einer solchen Konfiguration als unerlässlich beschrieben. Dies schränkt die Möglichkeiten für weitere Gestaltungen ein.

**[0012]** In der Druckschrift EP 0 922 592 sind dagegen zwei Ausführungsformen mit einer Verankerung der Karkasse durch Hochschlag axial in Richtung außen beschrieben worden.

**[0013]** Nach der ersten Ausführungsform wird eine Verankerung der Karkasse in dem Wulst durch Hochschlag des Endes der Karkasse radial nach außen vorgeschlagen. Der Hochschlag ist auf beiden Seiten von zwei radial übereinander liegenden Lagen von Metalldrähten umgeben, die axial nebeneinander angeordnet sind und in etwa den gesamten axialen Bereich entlang des Wulstsitzes abdecken. Die Lagen sind so angeordnet, dass sie parallel zum Sitz verlaufen. Die Drahttypen sowie die entsprechenden Abmessungen sind sehr genau angegeben.

**[0014]** Die in dieser Druckschrift angegebene zweite Lösung betrifft Wulstsitze mit unterschiedlichen Durchmessern. Die Befestigung der Karkasse erfolgt im Vergleich mit der ersten Lösung ebenfalls auf andere Weise. Zunächst teilt sich die Karkasse auf der Höhe des Wulstes in zwei radial getrennte Teile. An jedem Teil wird eine radial angeordnete Lage aus Drähten angebracht, wobei jede Lage radial außen an dem jeweiligen Teil der Karkasse angeordnet wird. Der radial äußere Teil der Karkasse und die radial innere Drahtlage werden durch eine Einlage vom Elastomertyp von hoher Härte getrennt, die in dem Wulst vorgesehen ist. Der zentrale Bereich des Wulstes ist in axialer Richtung mit der Einlage ausgestattet und

die Einlage erstreckt sich radial nach außen und axial nach innen über den radialen Bereich hinaus, in dem sich die Metalldrähte befinden.

**[0015]** Die beiden Lösungsbeispiele der Druckschrift EP 0 922 592 haben mehrere Nachteile. Die in dieser Druckschrift vorgeschlagene Befestigung der Karkasse erfordert die Gegenwart eines Hochschlags des Endbereichs der Karkasse axial nach außen. Ferner sind die übereinander liegenden Drahtlagen radial in der Nähe des Wulstsitzes größtenteils in einer radialen Position näher an der Drehachse als der obere Bereich des Randes, an dem der Wulst anliegt, angeordnet. Die Montage/Demontage des Luftreifens ist wegen der ungünstigen radialen Position der Drähte schwierig durchzuführen, wenn nicht stark dehnbare Drähte verwendet werden. Es ist auch zu beachten, dass die Stapel im Wesentlichen parallel zum Profil des Sitzes angeordnet sind, an dem der Wulst anliegt.

**[0016]** Die am 27.05.1999 angemeldete und am 16.12.1999 veröffentlichte Druckschrift WO99/64225 beschreibt einen Luftreifen, der Wülste besitzt, deren Sitz eine Erzeugende aufweist, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, und der mit einer speziellen Karkassenverankerung versehen ist.

**[0017]** Gemäß der zweiten Lösung teilt sich die Karkasse in zwei Teile und es ist ein Einsatz mit hoher Härte erforderlich, um einerseits die Drahtlagen und andererseits die beiden Karkassenlagen zu trennen. Die Verankerung der Karkasse erfolgt jedoch nicht in dem Einsatz. Die Form des beschriebenen Einsatzes ist beschränkt.

**[0018]** Die vorliegende Erfindung soll den verschiedenen Nachteilen abhelfen, die mit den oben dargelegten Lösungen verbunden sind.

**[0019]** Hierzu wird ein Luftreifen für Fahrzeugräder gemäß Anspruch 1 angegeben.

**[0020]** Ein Grenzbereich besteht vorteilhaft aus einem Teil der Verstärkungsstruktur und mindestens einem Stapel, wobei diese Zone im Wesentlichen in eine Gummimischung mit hohem Modul eingebettet ist. Der Grenzbereich umfasst vorteilhaft im Allgemeinen die Stapel und den Bereich der angrenzenden Verstärkungsstruktur.

**[0021]** Eine solche Anordnung, insbesondere auf der Höhe des Wulstes, ermöglicht eine sehr große Flexibilität an den Grenzen der verschiedenen Zonen, die Mischungen unterschiedlicher Art und/oder mit unterschiedlichen Eigenschaften enthalten. Dies trifft auch auf die Stapel zu, die in einer Vielzahl von Formen konfiguriert sein können. Auf Grund dieser

beiden Aspekte ist es möglich, das Konzept und die Herstellung der Luftreifen in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp, für den der Luftreifen vorgesehen ist, und den damit verbundenen Belastungen bei der Verwendung zu optimieren. Es ist auch möglich, geeignetere Anordnungen vorzusehen, die verschiedene Arten von automatisierten Fertigungen erleichtern, beispielsweise die Montage auf einem zentralen Kern und/oder ohne Verwendung von Halbfertigprodukten. Auf diese Weise kann ein Luftreifen für ein vorgegebenes Kraftfahrzeug konzipiert werden, der mit geringeren Gestehungskosten hergestellt werden kann.

**[0022]** Die Verankerung der Verstärkungsstruktur in dem Wulst ist gewährleistet, obwohl ein Wulstkern vom herkömmlichen Typ fehlt, um den die Karkasse gewöhnlich umgeschlagen wird, um eine verlässliche Verankerung zu schaffen. Diese Art von Architektur ist auch deshalb vorteilhaft, weil sie kompakt ist und leicht montiert/demontiert werden kann. Ferner kann der herkömmliche Hochschlag der Karkasse, der in den Wülsten vom bekannten Typ vorgesehen ist, welche einen Sitz mit einer Erzeugenden aufweisen, deren axial inneres Ende auf einem Kreis liegt, dessen Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, entfallen, ohne dass die Integrität, Festigkeit oder Zuverlässigkeit der Einheit verloren geht. Dieser Aspekt trägt zur Vereinfachung der Herstellung bei, wobei jedoch eine riesige Gestaltungsbreite möglich ist.

**[0023]** Das Weglassen des Hochschlags wird durch die Verwendung von Mischungen mit hohem Modul in der Zwischenzone in direktem Kontakt mit der Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp in der Verankungszone möglich. In herkömmlichen Luftreifen sind die Karkassen in engem Kontakt mit Mischungen mit niedrigem oder sehr niedrigem Modul. Zur Übertragung der Kräfte auf den Wulstkern sind große Längen erforderlich.

**[0024]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Art der Herstellung, bei der die verschiedenen Bestandteile des Luftreifens direkt auf einen zentralen Kern aufgelegt werden, dessen Form den Luftreifen bei der Herstellung eine Form verleiht, die in etwa der Form des Endproduktes entspricht, ermöglicht das Weglassen des Hochschlags (der bei einem herkömmlichen Aufbau vorhanden ist), eine vorteilhafte Vereinfachung der Herstellung.

**[0025]** Die Verstärkungsstruktur in den Flanken und im Scheitel ist vorteilhaft vom Karkassentyp, wobei die mechanischen Eigenschaften den Eigenschaften der Karkassenlagen vom bekannten Typ ähneln. Diese Verstärkungsstruktur ist im Übrigen vorteilhaft so konfiguriert, dass auf der Höhe des Wulstes keine axiale Trennung erfolgt. Alle Drähte der umlaufenden Anordnung nehmen also vorteilhaft eine in etwa iden-

tische axiale Position ein.

**[0026]** Mindestens ein äußerer Rand eines Wulstes ist vorzugsweise so angeordnet, dass er sich im Wesentlichen axial und radial nach außen bis zum axial äußeren Ende des Wulstsitzes erstreckt. Der äußere Rand, axial außen am Sitz, weist beispielsweise eine in etwa geradlinige Erzeugende auf, die in Bezug auf die Drehachse des Luftreifens radial nach außen in einem Winkel von 30 bis 85° geneigt ist, der von dieser Achse aus gemessen wird.

**[0027]** Ein solcher Rand wird gewöhnlich zusammen mit einer Felge eingesetzt, die einen Rand besitzt, der häufig als "Side" bezeichnet wird, der ebenfalls so angeordnet ist, dass er sich in etwa axial und radial nach außen bis zum axial äußeren Ende des Felgensitzes erstreckt. Dieser Rand kann als Auflagefläche dienen, wenn auf den Wulst eine Kraft ausgeübt wird, die ihn radial nach außen schiebt. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn der Wulst gedreht wird oder auch durch die Kraft, die bei einer starken Kurvenfahrt auftritt. Der Rand trägt dazu bei, dass der Wulst und somit der Luftreifen gut auf der Felge gehalten wird, wobei insbesondere jegliches Abziehen axial nach außen verhindert werden kann.

**[0028]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Grundflächen der Stapel (die Drähte, die sich in radialem Richtung am Nächsten an der Drehachse des Luftreifens befinden) radial weiter außen angeordnet als das Ende des Randes (axial und radial am weitesten außen liegender Bereich des Randes). Die Grundflächen der Stapel sind vorteilhaft so vorgesehen, dass sie in Bezug auf den Rand der für den Luftreifen geeigneten Felge radial außen angeordnet sind. Hierdurch ist die Montage/Demontage leichter.

**[0029]** Die Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp erstreckt sich vorteilhaft in etwa radial von jedem Wulst entlang der Flanken bis in den Scheitel. Die Struktur kann einstückig sein und sich von einem Wulst zum anderen erstrecken, oder sie kann in zwei Unterstrukturen geteilt sein, die jeweils nur in einer Flanke verlaufen.

**[0030]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform ist die in etwa radiale Anordnung der umlaufenden Drähte in mindestens einem Stapel angeordnet, wobei alle Stapel auf der in Bezug auf die Struktur vom Karkassentyp axial äußeren Seite angebracht sind.

**[0031]** Nach einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist die in etwa radiale Anordnung der umlaufenden Drähte in mindestens einem Stapel angeordnet, wobei alle Stapel in Bezug auf die Struktur vom Karkassentyp auf der axial inneren Seite angeordnet sind.

**[0032]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die in etwa radiale Anordnung der umlaufenden Drähte in mindestens zwei Stapeln angeordnet, wobei die Stapel in Bezug auf die Struktur vom Karkassentyp auf beiden Seiten liegen.

**[0033]** Die Anzahl der Stapel sowie die Anzahl der Wicklungen oder Windungen jedes Stapels werden vorteilhaft in Abhängigkeit der für den Luftreifen gewünschten Eigenschaften gewählt, beispielsweise in Abhängigkeit von seinem Betriebsdruck. So kann beispielsweise eine höhere Zahl von Stapeln günstig sein, um die Steifigkeit auf der Höhe der Wulstzone zu vergrößern.

**[0034]** Die Verstärkungsstruktur besteht vorzugsweise aus einer Drahtwicklung, die zwischen den beiden Wülsten hin und zurück verläuft, so dass in jedem Wulst Schlingen gebildet werden. Auf diese Weise erhält man eine Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp. Im Übrigen besteht die Drahtwicklung vorzugsweise aus nur einem Draht.

**[0035]** Die Verbindungsgummimischung mit deutlich hohem Elastizitätsmodul gewährleistet eine Verankerung der Struktur vom Karkassentyp. Der Elastizitätsmodul der Verbindungsgummimischung liegt vorteilhaft über 40 MPa und ist im Allgemeinen größer als die Module der anderen angrenzenden Zonen des Wulstes, die Mischungen mit unterschiedlichen Eigenschaften enthalten.

**[0036]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform erstreckt sich die Struktur vom Karkassentyp in Richtung der Drehachse des Luftreifens über die Grundfläche der Stapel hinaus. Da in diesem Fall der Hochschlag der Struktur vom Karkassentyp für die Verankerung nicht unerlässlich ist, kann das Umschlagen ohne Zusammenfügen mit den umlaufenden Drähten entlang der Struktur erfolgen, und/oder ohne dass der hochgeschlagene Teil ganz oder teilweise in einem Kautschukmischungsbereich mit hohem Modul angeordnet ist.

**[0037]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind der innere Wulst, der auf der Innenseite des Rades angeordnet werden soll, und der äußere Wulst, der an der Außenseite des Rades angeordnet werden soll, unsymmetrisch ausgeführt. Die Anzahl der Stapel oder die Anzahl der Windungen jedes Stapels kann beispielsweise unterschiedlich sein. Einige Beispiele für unsymmetrische Anordnungen sind in Figuren gezeigt, in denen sich beispielsweise die Anzahl der Drahtstapel in dem Wulst an der Innenseite von der Anzahl der Drahtstapel in dem Wulst an der Außenseite unterscheidet. Die Anzahl der Drahtstapel in dem innen liegenden Wulst ist beispielsweise kleiner als die Anzahl der Drahtstapel in dem außen liegenden Wulst. In Abhängigkeit von den gewünschten Eigenschaften ist auch eine umgekehr-

te Anordnung möglich.

**[0038]** Weitere Eigenschaften und Vorteile der Erfindung gehen aus den Ausführungsbeispielen für einen erfindungsgemäßen Luftreifen hervor, die nicht einschränkend zu verstehen sind und die sich auf die beigefügten [Fig. 1](#) bis [Fig. 9](#) beziehen, wobei:

**[0039]** [Fig. 1](#) einen erfindungsgemäßen Luftreifen im Querschnitt zeigt;

**[0040]** [Fig. 2](#) in einem vergrößerten Querschnitt die Wülste einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Luftreifens darstellt, bei der die Drahtstapel auf nur einer Seite der Verstärkungsstruktur, in diesem Beispiel dem axial äußeren Bereich, angeordnet sind;

**[0041]** [Fig. 3](#) in einem vergrößerten Querschnitt eine andere Ausführungsform der Wülste zeigt, wo bei sich die Verstärkungsstruktur zwischen einem axial innen angeordneten Drahtstapel und zwei oder drei in Bezug auf die Struktur axial außen angeordneten Drahtstapeln befindet;

**[0042]** [Fig. 4](#) in einem vergrößerten Querschnitt eine andere Ausführungsform der Wülste zeigt, bei der die Verstärkungsstruktur zwischen zwei axial innen angeordneten Drahtstapeln und einem oder zwei in Bezug auf die Struktur axial außen angeordneten Drahtstapeln liegt;

**[0043]** [Fig. 5](#) in einem vergrößerten Querschnitt eine Variante von in etwa symmetrischen Wülsten zeigt, wobei sich die Verstärkungsstruktur zwischen drei axial innen angeordneten Drahtstapeln und einem in Bezug auf die Struktur axial außen angeordneten Drahtstapel befindet;

**[0044]** [Fig. 6](#) in einem vergrößerten Querschnitt eine weitere Variante der Wülste zeigt, wobei die Drahtstapel auf nur einer Seite der Verstärkungsstruktur angeordnet sind, in diesem Beispiel der axial inneren Seite;

**[0045]** [Fig. 7](#) in einem vergrößerten Querschnitt den linken und rechten Wulst des Luftreifens der [Fig. 1](#) zeigt;

**[0046]** [Fig. 8a](#) bis [Fig. 8e](#) die Veränderung der Position eines erfindungsgemäßen Wulstes auf der zur Montage vorgesehenen Felge in Abhängigkeit vom Fülldruck erläutern; und

**[0047]** [Fig. 9](#) zwei Kurven zur Erläuterung der Drehung der unteren Zone des Luftreifens in Abhängigkeit vom Fülldruck zeigt.

**[0048]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Ausdruck "Draht" ganz allgemein sowohl für Monofi-

lamente als auch Multifilamente oder auch Einheiten wie Seile, Litzen oder beliebige Arten von äquivalenten Einheiten verwendet, unabhängig davon, aus welchem Material die Drähte bestehen oder wie sie behandelt wurden. Es kann sich beispielsweise um Oberflächenbehandlungen, eine Ummantelung oder ein Vorverkleben handeln, um die Haftung am Kautschuk zu verbessern.

**[0049]** Unter einer radialen Struktur ist eine Anordnung in einem Winkel von 90° zu verstehen, diese gebräuchliche Bezeichnung wird jedoch auch für einen Winkel in der Nähe von 90° verwendet.

**[0050]** Die Karkassenlage(n) sind bekanntlich herkömmlich um einen Wulstkern hochgeschlagen. Der Wulstkern fungiert also als Verankerung für die Karkasse. Er nimmt insbesondere die Spannung auf, die in den Karkassendrähten beispielsweise unter der Wirkung des Aufpumpdrucks auftritt. Die in der vorliegenden Druckschrift beschriebene Anordnung kann eine ähnliche Verankerungsfunktion gewährleisten.

**[0051]** Es ist auch bekannt, den Wulstkern vom herkömmlichen Typ zu verwenden, um ein Einklemmen des Wulstes an der Felge sicherzustellen. Die in der vorliegenden Druckschrift beschriebene Anordnung kann in gleicher Weise eine ähnliche Klemmfunktion gewährleisten.

**[0052]** Gemäß der vorliegenden Beschreibung wird unter einem "Verbindungsgummi" die Kautschukmischung verstanden, die gegebenenfalls mit den Verstärkungsdrähten in Kontakt ist, an diesen haftet und die Zwischenräume zwischen angrenzenden Drähten ausfüllen kann.

**[0053]** Unter dem Ausdruck "Kontakt" zwischen einem Draht und einer Verbindungsgummischicht wird verstanden, dass zumindest ein Teil des äußeren Umfangs des Drahts mit der Kautschukmischung, die den Verbindungsgummi bildet, in innigem Kontakt ist.

**[0054]** Unter den "Flanken" sind die Bereiche des Luftreifens von meistens geringerer Biegesteifigkeit zu verstehen, die zwischen dem Scheitel und den Wülsten liegen. Als "Flankenmischungen" werden die Kautschukmischungen bezeichnet, die sich in Bezug auf die Drähte der Verstärkungsstruktur der Karkasse und ihrem Verbindungsgummi axial außen befinden. Diese Mischungen haben gewöhnlich einen niedrigen Elastizitätsmodul.

**[0055]** Als "Wulst" wird der Bereich des Luftreifens bezeichnet, der radial innen an der Flanke angrenzt.

**[0056]** In [Fig. 1](#) ist ein erfindungsgemäßer Luftreifen 1 im Querschnitt dargestellt. Der Luftreifen weist eine erste Flanke 5 auf, die an einen ersten Wulst 3 angrenzt, bei dem es sich vorzugsweise um den in-

neren Wulst handelt. In ähnlicher Weise umfasst der gegenüberliegende Teil des Luftreifens eine zweite Flanke 6, die an einen zweiten Wulst 4 angrenzt. Ein Scheitel 7, der mit einem Laufstreifen 8 versehen ist, verbindet die Flanken. Der Scheitel enthält vorzugsweise mindestens einen Verstärkungsgürtel.

**[0057]** Der Luftreifen besitzt eine Verstärkungsstruktur 2, beispielsweise eine Karkasse, die mit Verstärkungen versehen ist, die vorteilhaft in etwa radial angeordnet sind. Diese Struktur kann kontinuierlich über die Flanken und den Scheitel von einem Wulst zum anderen verlaufen, sie kann jedoch auch zwei oder mehrere Teile aufweisen, die beispielsweise in den Flanken verlaufen, ohne dass der gesamte Scheitel vollkommen bedeckt ist.

**[0058]** Die Endbereiche der Verstärkungsstruktur 2 wirken mit den Wülsten zusammen. Hierdurch entsteht eine Verankerung dieser Bereiche in den Wülsten, so dass die Integrität des Luftreifens gewährleistet ist.

**[0059]** Die Verstärkungsstruktur 2 wird vorzugsweise gebildet, indem nur ein einziger Draht gewickelt wird, der zwischen den beiden Wülsten hin und her verläuft, so dass in jedem Wulst Schlingen gebildet werden. Diese Schlingen, die in der Gummimischung mit hohem Modul eingebettet sind, tragen zur mechanischen Verbindung der Verstärkungsstruktur 2 und des Wulstes bei, insbesondere die Stapel 13. Aus der Gegenwart von Schlingen zwischen dem "Hin-Weg" und dem "Rück-Weg" des Drahtes ergibt sich, dass die Verstärkung vom Monofilamenttyp ist. Die Karkasse könnte natürlich auch nicht kontinuierlich nur aus einem Draht gefertigt werden, und sie könnte auch keine Schlingen aufweisen, sondern beispielsweise geschnittene Enden umfassen.

**[0060]** Wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, bilden die umlaufenden Drähte 12, die vorzugsweise in Form von Stapeln 13 angeordnet sind, eine Anordnung von Drähten 11, die in beiden Wülsten 3 und 4 vorgesehen ist. Bei diesen Drähten handelt es sich vorzugsweise um Metalldrähte. Alle Drähte oder nur ein Teil der Drähte können auch aus einem Textilmaterial oder anderen Materialien hergestellt sein.

**[0061]** Mindestens ein Draht 12 eines Stapels 13 ist vorzugsweise in unmittelbarer Nähe eines Endbereichs 21 der Verstärkungsstruktur 2 angebracht. Die Stapel können auch so angeordnet sein, dass sich ein Endbereich 21 zwischen den Stapeln 13 befindet.

**[0062]** Der Zwischenraum zwischen den Drähten 12 und der Verstärkungsstruktur 2 wird von einer Verbindungsgummimischung 14 ausgefüllt. Es ist auch möglich, mehrere Mischungen mit unterschiedlichen Eigenschaften zu verwenden, die mehrere Zonen begrenzen, wobei die Kombinationen von Mischungen

und Anordnungen, die resultieren, quasi unbegrenzt sind. Eine Kautschukmischung mit einem hohen Elastizitätsmodul kann jedoch vorteilhaft im Grenzbereich zwischen der Drahtanordnung **11** und der Verstärkungsstruktur **2** vorgesehen werden. Der Elastizitätsmodul einer solchen Gummimischung kann beispielsweise größer als 20 MPa sein oder er kann sogar 40 MPa übersteigen, wobei dies als nicht einschränkendes Beispiel zu verstehen ist.

**[0063]** Die Anordnungen der Drähte **11** können in unterschiedlicher Weise angeordnet und hergestellt sein. Ein Stapel **13** kann beispielsweise vorteilhaft aus nur einem Draht **12** bestehen, der vorzugsweise vom kleinsten Durchmesser zum größten Durchmesser spiralförmig (in etwa mit Null Grad) gewickelt ist. Ein Stapel kann auch aus mehreren konzentrisch übereinander angeordneten Drähten bestehen.

**[0064]** Die Möglichkeiten für die Anordnung der Stapel sind praktisch unbegrenzt. Einige nicht einschränkende Beispiele werden in der vorliegenden Beschreibung erläutert und beschrieben. Die Grundfläche der Stapel (radial innerer Bereich) kann, wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, in etwa co-radial (radial aufgereiht) verlaufen oder beispielsweise so versetzt sein, dass alle ersten Drähte des jeweiligen Stapels so ausgerichtet sind, dass sie in Bezug auf die Drehachse des Luftreifens einen gegebenen Winkel einnehmen. Der links in [Fig. 6](#) dargestellte Wulst zeigt einen Fall (nicht einschränkend zu verstehen), bei dem die Anordnung in etwa parallel zum Wulstsitz verläuft.

**[0065]** Es hat sich in überraschender Weise herausgestellt, dass die Verankerung der Verstärkungsstruktur in dem Wulst durch den beschriebenen Typ von Grenzfläche realisiert werden kann, obwohl in dem erfindungsgemäßem Luftreifen mit erweiterter Mobilität die an dem Wulst induzierten Kräfte von den Kräften an einem Wulst vom herkömmlichen Typ verschieden sind. Bei dem erfindungsgemäßem Luftreifen führt beispielsweise die Erhöhung des Drucks zu einer Erhöhung des Anpressdrucks des Wulstsitzes am Felgensitz in radialer Richtung.

**[0066]** Die [Fig. 8a](#) bis [Fig. 8e](#) erläutern die Veränderung der Winkelposition der unteren Zone eines Luftreifens und insbesondere der Verankerungszone eines Wulstes in Bezug auf seine ursprüngliche, nicht montierte und nicht aufgepumpte Geometrie. Es ist zu sehen, dass der axial äußere Bereich des Sitzes umso mehr gegen den Felgensitz gedrückt wird, je mehr der Druck steigt. [Fig. 8a](#) zeigt die nicht aufgepumpte Einheit bei null bar. Der Positionierungswinkel ist etwa  $10^\circ$ . In [Fig. 8b](#) ist die auf ein bar aufgepumpte Einheit dargestellt. Der Positionierungswinkel beträgt nun etwa  $8^\circ$ . In [Fig. 8c](#) ist die auf drei bar aufgepumpte Einheit zu sehen. Nun ist der Positionierungswinkel etwa  $3^\circ$ . [Fig. 8d](#) zeigt die auf sechs bar aufgepumpte Einheit. Der Positionierungswinkel

ist nun etwa  $-4^\circ$ . In [Fig. 8e](#) ist die auf acht bar aufgepumpte Einheit zu sehen. Jetzt beträgt der Positionierungswinkel etwa  $-10^\circ$ .

**[0067]** In [Fig. 9](#) sind zwei Kurven dargestellt, die die Drehung des unteren Bereichs des Luftreifens in Abhängigkeit von Fülldruck erläutern. Die Kurve A entspricht einer Architektur, bei der alle Drahtstapel axial außen an der Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp angebracht sind. Die Kurve B entspricht einer Architektur, bei der zwei Drahtstapel in Bezug auf die Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp axial innen angebracht sind. Die Kurve A entspricht also einem Beispiel, bei dem die Verstärkungsstruktur axial weiter innen liegt als in dem Beispiel, das zur Kurve B gehört. Die Wirkung des Hebelarms, beispielsweise in Bezug auf das Druckzentrum CP, ist in dem ersten Beispiel größer. Es ist im Übrigen festzustellen, dass sich die Ergebnisse bezüglich der Drehung der unteren Zone in beiden Beispielen unterscheiden, da eine Architektur, bei der die Verstärkungsstruktur in axialer Richtung weiter innen liegt und damit einen größeren Hebelarm aufweist, zu einer größeren Drehung der unteren Zone des Luftreifens führt, wobei die anderen Parameter, beispielsweise die Abmessungen, Bestandteile, etc. in den beiden Beispielen natürlich ähnlich sind. Die Kurve B von [Fig. 9](#) zeigt also bei gleicher Änderung des Aufpumpdrucks eine weniger große Drehung als die Kurve A.

**[0068]** Aus diesen Versuchen geht hervor, dass es möglich ist, das Ausmaß der Drehung der unteren Zone des Luftreifens zu verändern, indem verschiedene Architekturtypen eingesetzt werden, bei denen sich die relativen Positionen der Drähte und/oder der Verstärkungsstruktur gegeneinander oder in Bezug auf einen gegebenen Punkt des Wulstes, beispielsweise das Druckzentrum CP, ändern.

**[0069]** Durch Korrelation der in [Fig. 9](#) gezeigten Grafik und den verschiedenen in [Fig. 8](#) erläuterten Positionen ist festzustellen, dass bei Druck null oder einem geringen Druck der Druck besonders an dem axial inneren Bereich des Sitzes konzentriert ist; je mehr der Druck im Inneren des Luftreifens steigt, desto kleiner werden die an diesem axial innen am Sitz angreifenden Kräfte und desto mehr werden sie in einen axial mehr an der Außenseite des Wulstes liegenden Bereich verschoben. Ab einem bestimmten Wert für den Fülldruck des Luftreifens sind die in den beiden Zonen angreifenden Kräfte gleich, anschließend können die in der axial äußeren Zone angreifenden Kräfte größer werden als die axial innen angreifenden Kräfte.

**[0070]** Während dieser Übertragung ist es möglich, dass der am äußeren Rand der Felge ausgeübte Druck ebenfalls steigt.

**[0071]** Verschiedene Versuche, die an unterschied-

lichen Konfigurationen durchgeführt wurden, konnten zeigen, dass das Phänomen des Kräftetransfers oder auch die Drehung des unteren Bereichs einerseits durch die Erhöhung des Drucks im Luftreifen, die eine Kraft erzeugt, die axial nach außen und gegen die Flanke und den Wulst gerichtet ist, und andererseits durch die Erhöhung der Spannung in der Verstärkungsstruktur infolge der Druckerhöhung in Luftreifen verursacht wird.

**[0072]** Der erfindungsgemäße Luftreifen ist besonders dazu geeignet, mit einem Felgentyp verwendet zu werden, wie er in der Druckschrift EP 0 673 324 beschrieben wurde. Eine derartige Felge hat einen Sitz und vorzugsweise eine Erhöhung oder einen Rand axial oder radial in Richtung außen. Die Qualität des Kontaktes oder der Auflage des Wulstes auf dem Sitz ist besonders wesentlich. Eines der erfindungsgemäßen Mittel, die zur Verbesserung eingesetzt werden, besteht darin, das oben beschriebene Phänomen der Drehung des unteren Wulstbereichs zu optimieren.

**[0073]** Dieses Phänomen ergibt sich aus der Struktur des verwendeten Wulstes. Die axiale Position der Verstärkungsstruktur **2** in Bezug auf das Schubzentrum CP des Wulstes kann bis zu einem gewissen Grad das Moment M beeinflussen, das durch eine in der Verstärkungsstruktur induzierte Zugkraft T entsteht. Das Moment M beeinflusst die Drehung der unteren Wulstzone.

**[0074]** Aufgrund des Phänomens der Drehung der unteren Wulstzone wird diese insbesondere auf der Höhe der Sitze stärker an die entsprechenden Auflageflächen der Felgen gedrückt, wodurch der Zusammenhalt an der Grenzfläche Felge/Luftreifen verbessert werden kann. Wenn beispielsweise ein Fahrzeug durch starke Kurven oder mit hoher Geschwindigkeit in Kurven fährt, ist dieser Aspekt besonders wichtig. Diese Eigenschaften tragen also dazu bei, die Sicherheit der Einheit Luftreifen/Felge und somit die Sicherheit des Kraftfahrzeugs zu verbessern.

**[0075]** Unter anderem kann die Wahl der in den [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) gezeigten Varianten das Phänomen der Drehung der unteren Wulstzone beeinflussen.

**[0076]** In den Figuren sind einige Beispiele für die Anordnung der Verstärkungsstruktur **2** in Bezug auf die Drahtstapel **13** dargestellt. In [Fig. 2](#) sind die Drahtstapel auf nur einer Seite der Verstärkungsstruktur **2** angebracht, in diesem Beispiel auf der axial äußeren Seite.

**[0077]** In [Fig. 3](#) ist eine Variante gezeigt, bei der in dem Wulst **4** die Verstärkungsstruktur **2** zwischen einem axial innen liegenden Stapel **13** von Drähten **12** und drei in Bezug auf die Verstärkungsstruktur **2** in dem Wulst **3** axial außen angeordneten Stapeln **13**

von Drähten **12** und in dem Wulst **3** zwei in Bezug auf die Verstärkungsstruktur **2** axial außen angeordneten Stapeln **13** von Drähten **12** angebracht ist.

**[0078]** [Fig. 4](#) zeigt eine Variante, bei der sich die Verstärkungsstruktur **2** zwischen zwei axial innen angeordneten Stapeln **13** von Drähten **12** und in dem Wulst **4** zwei in Bezug auf die Verstärkungsstruktur **2** axial außen angeordneten Stapeln **13** von Drähten **12** und in dem Wulst **3** einem in Bezug auf die Struktur **2** axial außen angeordneten Stapel **13** von Drähten **12** befindet.

**[0079]** In [Fig. 5](#) ist eine Variante dargestellt, in der sich die Verstärkungsstruktur **2** zwischen drei axial innen angeordneten Stapeln **13** von Drähten **12** und einem Stapel **13** von Drähten **12** befindet, der in Bezug auf die Struktur **2** axial außen angeordnet ist.

**[0080]** [Fig. 6](#) zeigt eine weitere Variante, bei der die Drahtstapel auf nur einer Seite der Verstärkungsstruktur **2** angebracht sind, in diesem Beispiel dem axial inneren Bereich.

**[0081]** Diese Beispiele dienen lediglich zur Erläuterung: Weitere Varianten mit beispielsweise mehr oder weniger Stapeln, die gegebenenfalls eine unterschiedliche Anzahl von Drähten enthalten, sind ebenfalls möglich.

**[0082]** Die verschiedenen Ausführungsformen führen zu unterschiedlichen mechanischen Effekten in den Wülsten, an der Verankerung der Verstärkungsstruktur und daher an der Grenzfläche Felge/Reifen. Bei einer Variante des in [Fig. 2](#) gezeigten Typs ist der Hebelarm zwischen der Struktur **2** und dem Schubzentrum groß, so dass ein großes Moment M entsteht. Umgekehrt ist bei einer Variante des Typs, wie sie in [Fig. 6](#) dargestellt ist, der Hebelarm kürzer, wodurch der Wert des Moments M begrenzt wird. Es weist daher im zweiten Fall einen kleineren Wert als im ersten Fall auf. Die Geometrie oder die Anordnung des Verbindungsgummis **14** können das Phänomen der Drehung der unteren Zone ebenfalls beeinflussen.

**[0083]** Die [Fig. 7](#) erläutert ein Beispiel für eine Anordnung nach einem weiteren Aspekt der Erfindung. Unter der Annahme, dass vermutlich ein Vorsprung oder Rand an der Felge vorhanden ist, der gegen die äußere Auflagezone des Wulstes gepresst werden kann, ruft die Drehung der unteren Zone eine Reaktionskraft R hervor, die von diesem Rand ausgeht. Zur Erleichterung der Drehung oder um zu ermöglichen, dass diese größer wird, ist es günstig, wenn die Reaktionskraft R beschränkt wird. Hierzu wird an dem Wulst eine Pufferzone zwischen der Zone mit der Mischung mit hohem Modul und dem Rand der Felge vorgesehen. Diese Stauchungszone **17** ([Fig. 7](#)) besteht aus einem Material, das weicher ist als das Ma-

terial, das gewöhnlich im Grenzbereich zwischen der Anordnung **11** der Drähte und der Verstärkungsstruktur **2** vorhanden ist. Wie oben beschrieben, wirkt unter dem kombinierten Effekt des Drucks des Luftreifens und der an der Struktur **2** angreifenden Spannung **T** das auf diese Weise gebildete Moment **M** so, dass die Zone **17** zusammengedrückt wird, wodurch die Drehung der unteren Zone des Wulstes begünstigt wird.

**[0084]** Die Stauchungszone **17** verläuft vorzugsweise entlang des axial äußeren Profils des Wulstes, der am Rand der Felge angeordnet werden soll. Die Zone **17** kann sich beispielsweise, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, im radial äußeren Bereich in etwa angrenzend an die radial innere Spitze des Wulstes befinden und sich axial und radial nach außen erstrecken, so dass sie die äußere Kontur des Wulstbereichs bildet, die entlang des Randes der Felge verlaufen kann.

**[0085]** Der Elastizitätsmodul der in dieser Zone verwendeten Mischung kann beispielsweise im Bereich von 10 bis 40 MPa liegen, vorzugsweise liegt er jedoch unter 20 MPa. Unter dem "Elastizitätsmodul" einer Kautschukmischung ist der Sekantenmodul zu verstehen, der bei einachsiger Dehnung in der Größenordnung von 10 % bei Umgebungstemperatur erhalten wird.

**[0086]** Die Grundflächen der Stapel (die Drähte, die der Rotationsachse des Luftreifens am Nächsten sind) sind vorzugsweise radial weiter außen angeordnet als das Ende des Randes (axial und radial am Weitesten außen liegender Bereich des Randes); dieser Fall ist beispielsweise in [Fig. 7](#) dargestellt. Die Grundflächen der Stapel sollen vorteilhaft in Bezug auf den für den Luftreifen geeigneten Rand der Felge **19** radial außen angeordnet werden. Dadurch wird die Montage/Demontage einfacher. In [Fig. 7](#) ist daher zu sehen, dass  $r_f$  (Radius der ersten Drähte) größer ist als  $r_j$  (Radius des Randes der Felge oder Felgenhorns).

**[0087]** Die Grenzfläche zwischen der Verstärkungsstruktur **2** und der Anordnung von Drähten **11** kann so ausgeführt sein, dass sich die Verstärkungsstruktur **2** zwischen den oder in der Nähe der Stapel **13** befindet, wobei der Endbereich **21** der Struktur **2** in einer gegebenen radialen Position irgendwo entlang eines Staps liegt oder auch in der Nähe der Grundfläche eines Staps, ohne dass sie in der Richtung der Drehachse des Luftreifens wesentlich über die Grundfläche der Stapel hinausgeht.

**[0088]** Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung befindet sich der Endbereich **21** radial näher an der Drehachse des Luftreifens als die Grundfläche der Stapel **13** und verlängert so die Verstärkungsstruktur **2** über die Drahtstapel **13** hinaus (Verlängerung **15**).

In den [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) sind solche Verlängerungen **15** zu sehen. Die Verlängerung **15** kann in unterschiedlicher Weise angeordnet sein, beispielsweise in etwa parallel zum Sitz **10**, in etwa parallel zur Drehachse des Luftreifens, etc.

**[0089]** Nach einer anderen Ausführungsform bildet der Endbereich **21** einen Hochschlag um den Stapel oder in Richtung des axial äußeren Staps oder auch zwischen zwei Staps, die vorzugsweise von den Staps verschieden sind, durch die die Struktur **2** in den Wulst hinein verläuft.

**[0090]** Die Länge der Verlängerung **15** kann von einigen Millimetern bis zu einigen Zentimetern variieren.

**[0091]** Die [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) erläutern einen anderen Aspekt der Erfindung, wonach die Staps **13** der Drähte **12** in den beiden Wulstern asymmetrisch angeordnet sind. Diese Art der Anordnung ist bei einem Luftreifen besonders vorteilhaft, der zwei nicht identische Wulste aufweist, die hinsichtlich ihrer Formen, ihrer Profile, ihrer Abmessungen, ihrer Bestandteile, ihrem mittleren Abstand in Bezug auf die Drehachse des Luftreifens, etc. nicht gleich sind.

**[0092]** In der Druckschrift EP 0 673 324 ist ein Beispiel für einen solchen Luftreifen erläutert worden. Da er nämlich mit einer Felge verwendet wird, die ein unsymmetrisches Profil aufweist und das Profil der Wulste an dieses Profil angepasst ist, ist dieser Reifen unsymmetrisch.

**[0093]** Wegen der Position des Luftreifens an einem Fahrzeug sind die beiden Wulste außerdem nicht gleich großen Kräften und Belastungen ausgesetzt. Der Wulst an der Außenseite des Luftreifens wird meistens mehr beansprucht. Es ist daher günstig, wenn seine Anordnung so optimiert wird, dass er die höheren Beanspruchungen besser aushalten kann. Da der radial innere Wulst **3** im Allgemeinen nicht genauso hoch beansprucht wird, kann seine Struktur einfacher sein.

**[0094]** In dem in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel weist der erste Wulst drei Staps **13** von Drähten auf, wohingegen der zweite Wulst **4** vier Staps enthält. Die Herstellung des ersten Wulstes erfordert also weniger Material und weniger Herstellungs-schritte. Diese Art von Architektur ist daher ökonomischer.

**[0095]** Um den physikalischen und mechanischen Beanspruchungen so gut wie möglich Rechnung zu tragen, können nicht nur die Anzahl der Staps von Drähten, sondern auch die Anzahl der Drähte pro Staps, die Art oder das Material der Drähte, die Anordnung der Gummitypen zueinander, die Form des

Wulstes, etc. von einem Wulst zum anderen verschieden sein.

**[0096]** Dies kann nicht nur dazu beitragen, die Kosten des Endproduktes zu senken, es können auch die Strukturen jedes Wulstes **3** und **4** in Abhängigkeit von den jeweiligen Spezifikationen optimiert werden, was für ein symmetrisches Profil nicht möglich ist. In letzterem Fall stellt eine einzige Anordnung, die an beiden Wülsten vorliegt, meistens einen Kompromiss dar, der so gut wie möglich die für jeden Wulst gewünschten und sich manchmal widersprechenden Eigenschaften berücksichtigt.

**[0097]** Die verschiedenen beschriebenen und/oder erläuterten Ausführungsbeispiele können vorteilhaft mit Vorrichtungen realisiert werden, deren Typ beispielsweise in der Druckschrift EP 0 580 055 beschrieben worden ist.

**[0098]** Es ist beispielsweise sehr vorteilhaft, den Luftreifen an einem zentralen Kern zu fertigen, der ihm die Form seines inneren Hohlraums gibt. An diesem Kern werden vorzugsweise in der Reihenfolge der fertigen Architektur alle Bestandteile des Luftreifens aufgelegt, die entsprechend dem Profil, das in etwa endgültig ist, direkt an ihrer endgültigen Stelle angebracht werden. Ein solcher Reifen kann nach dem in der Druckschrift US 4 8965 692 beschriebenen Verfahren geformt und vulkanisiert werden.

### Patentansprüche

1. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad, der aufweist:

- zwei Flanken (**5**, **6**), die axial voneinander beabstandet sind und in ihren radial äußeren Bereichen in einer Scheitelzone (**7**) zusammenlaufen, die an ihrem radial äußeren Ende mit einem umlaufenden Laufstreifen (**8**) versehen ist,
- Wülste (**3**, **4**), die radial innen an jeder Flanke angeordnet sind, wobei mindestens ein Wulst einen Sitz und einen äußeren Rand aufweist, die dazu vorgesehen sind, mit einer Felge in Kontakt zu kommen, wobei der Sitz eine Erzeugende aufweist, deren axial inneres Ende auf einem Kreis liegt, dessen Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet,
- eine Verstärkungsstruktur (**2**), die sich in etwa radial entlang der Flanken über den Scheitelbereich von einem Wulst zum anderen erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstärkungsstruktur in dem zu mindest einen Wulst lediglich mit einer in etwa radialem Anordnung von umlaufenden Drähten (**1**), die in Stapeln (**13**) angeordnet sind, zusammenwirkt, wobei ein Teil der Verstärkungsstruktur vom Karkassentyp in unmittelbarer Nähe mindestens eines Teils eines Stapels angeordnet ist, der Raum zwischen den beiden Bereichen im Wesentlichen von einer Kautschukmischung (**14**) mit hohem Elastizitätsmodul

eingenommen wird und die in etwa radiale Anordnung von umlaufenden Drähten in Bezug auf das Druckzentrum axial innen angeordnet ist.

2. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 1, bei dem ein Grenzbereich aus einem Teil der Verstärkungsstruktur (**2**) und mindestens einem Stapel (**13**) besteht, wobei dieser Bereich im Wesentlichen in eine Kautschukmischung (**15**) mit hohem Modul eingebettet ist.

3. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der äußere Rand, axial außen am Sitz, eine in etwa gerade verlaufende Erzeugende aufweist, die in Bezug auf die Drehachse des Luftreifens in einem Winkel von 30 bis 85° geneigt ist, der von dieser Achse aus gemessen wird.

4. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die in etwa radiale Anordnung der umlaufenden Drähte (**11**) in mindestens einem Stapel (**13**) angeordnet ist, wobei alle Stapel in Bezug auf die Struktur vom Karkassentyp (**2**) auf der axial äußeren Seite angeordnet sind.

5. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die in etwa radiale Anordnung der umlaufenden Drähte (**11**) in mindestens einem Stapel (**13**) angeordnet ist, wobei alle Stapel in Bezug auf die Struktur vom Karkassentyp (**2**) auf der axial inneren Seite angeordnet sind.

6. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die in etwa radiale Anordnung der umlaufenden Drähte (**11**) in mindestens zwei Stapeln (**13**) angeordnet ist, wobei sich die Stapel in Bezug auf die Struktur vom Karkassentyp (**2**) auf beiden Seiten befinden.

7. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Grenzbereich allgemein die Stapel (**13**) und den angrenzenden Bereich der Verstärkungsstruktur (**2**) umfasst.

8. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verstärkungsstruktur (**2**) aus einer Drahtwicklung besteht, die zwischen den beiden Wülsten hin und her geführt ist und so in jedem Wulst Schlingen bildet.

9. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 8, wobei die Drahtwicklung aus nur einem Draht besteht.

10. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verbindungsgummimischung (**14**) mit hohem Elastizitätsmodul in dem Wulst eine Verankerungszone für die Struktur vom Karkassentyp bildet.

11. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elastizitätsmodul der Verbindungsgummimischung über 20 MPa und vorzugsweise über 40 MPa liegt.

12. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Struktur vom Karkassentyp (2) in Richtung der Drehachse des Luftreifens über die Grundfläche der Stapel hinaus eine Verlängerung bildet.

13. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 12, wobei die Verlängerung in etwa parallel zum Sitz verläuft.

14. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 12, wobei die Verlängerung in etwa parallel zu mindestens einem der angrenzenden Stapel verläuft.

15. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 12, wobei die Verlängerung in etwa radial ausgerichtet ist.

16. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 12, wobei die Verlängerung einen Bereich in Form eines zumindest partiell um die axial äußeren Stapel verlaufenden Hochschlags umfasst.

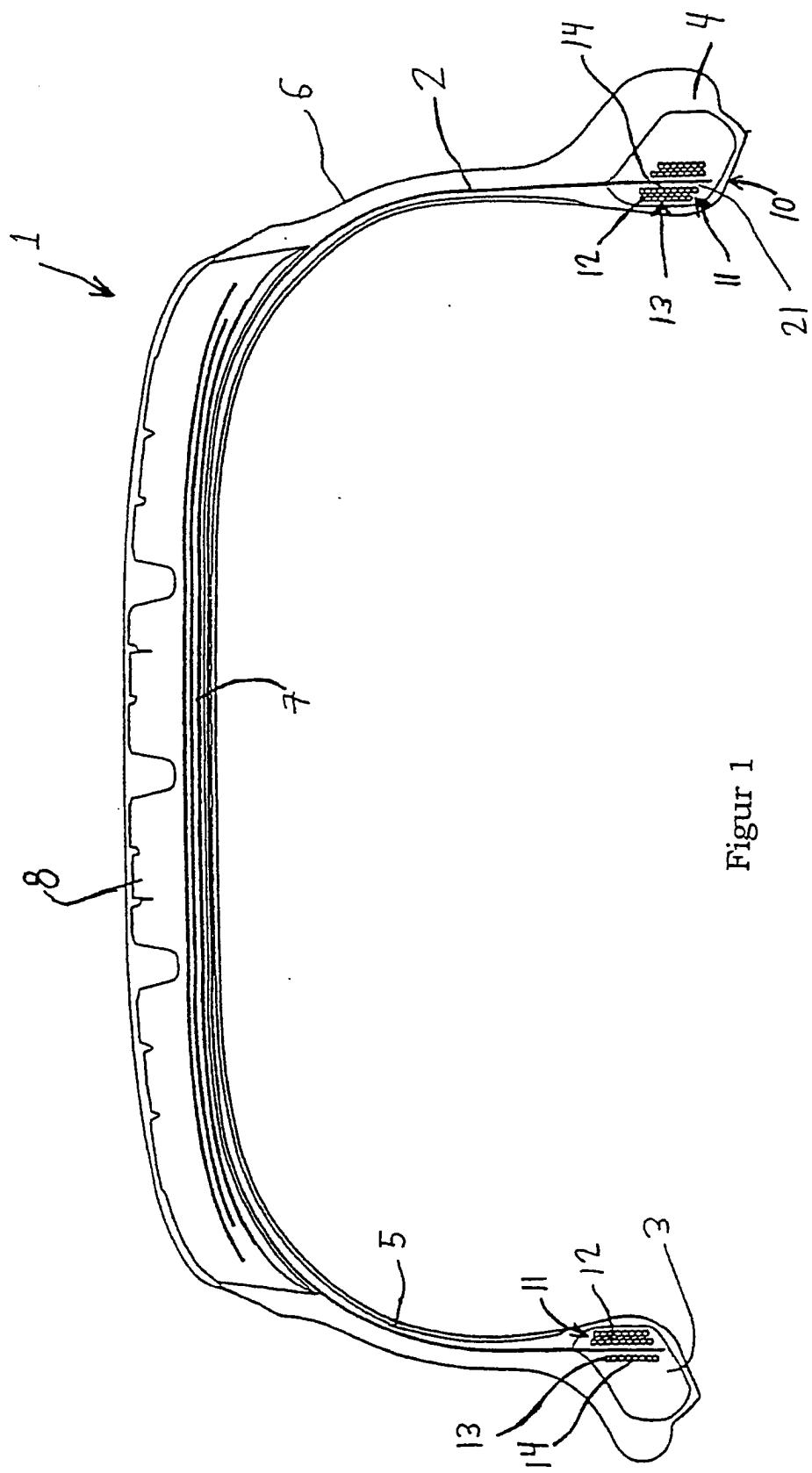
17. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zahl der Stapel (13) von Drähten in dem Wulst an der Innenseite von der Zahl der Stapel von Drähten in dem Wulst an der Außenseite verschieden ist.

18. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 17, wobei die Anzahl der Stapel (13) von Drähten in dem innen liegenden Wulst kleiner ist als die Anzahl der Drahtstapel in dem außen liegenden Wulst.

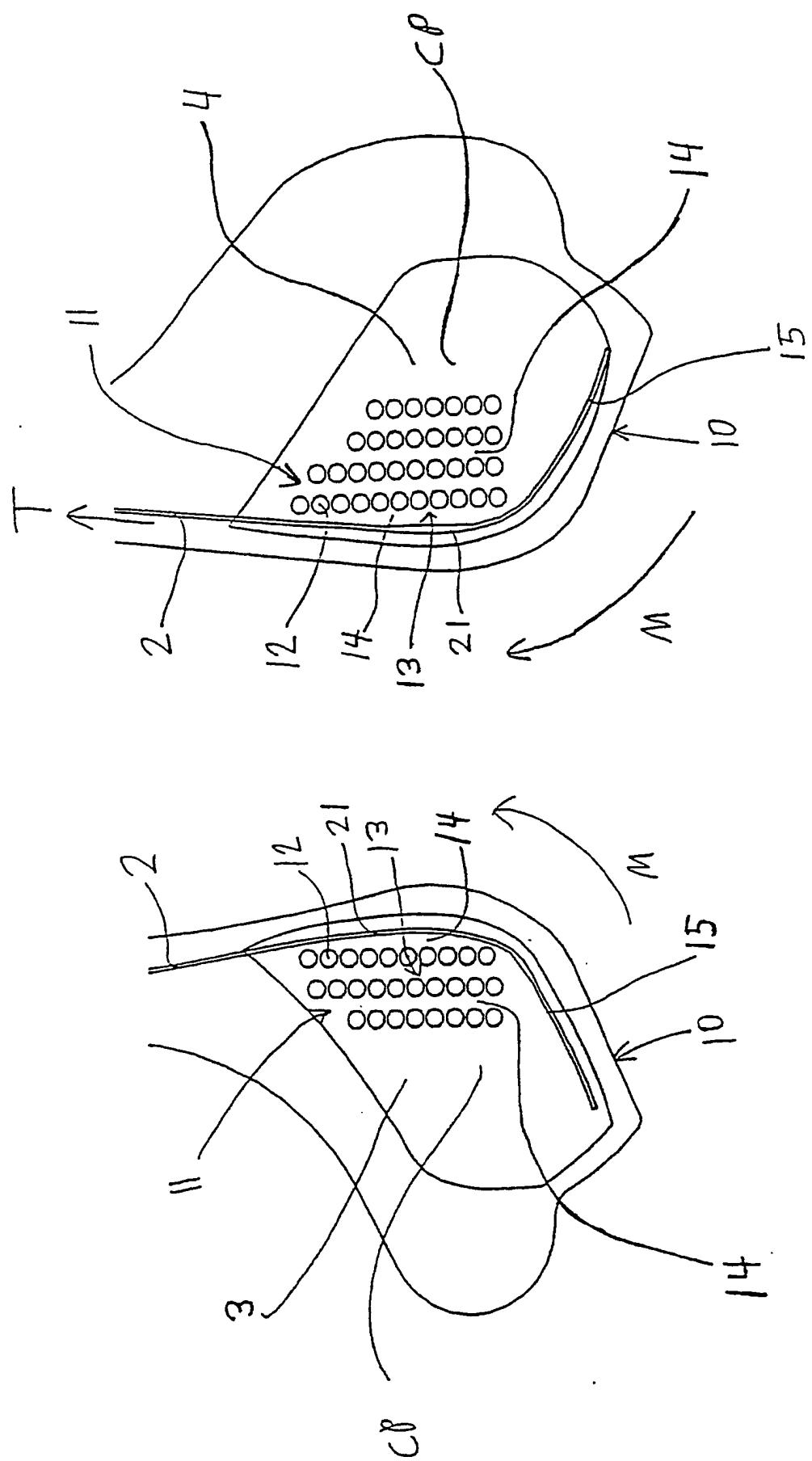
19. Luftreifen für ein Kraftfahrzeugrad nach Anspruch 17, wobei die Anzahl der Stapel (13) an Drähten in dem innen liegenden Wulst größer ist als die Anzahl der Stapel von Drähten in dem außen liegenden Wulst.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

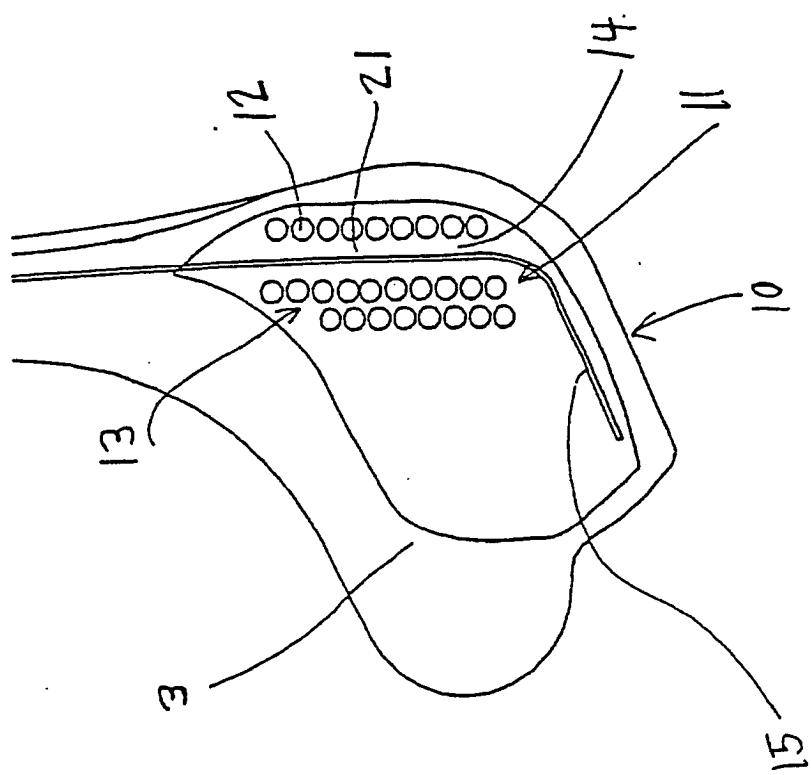
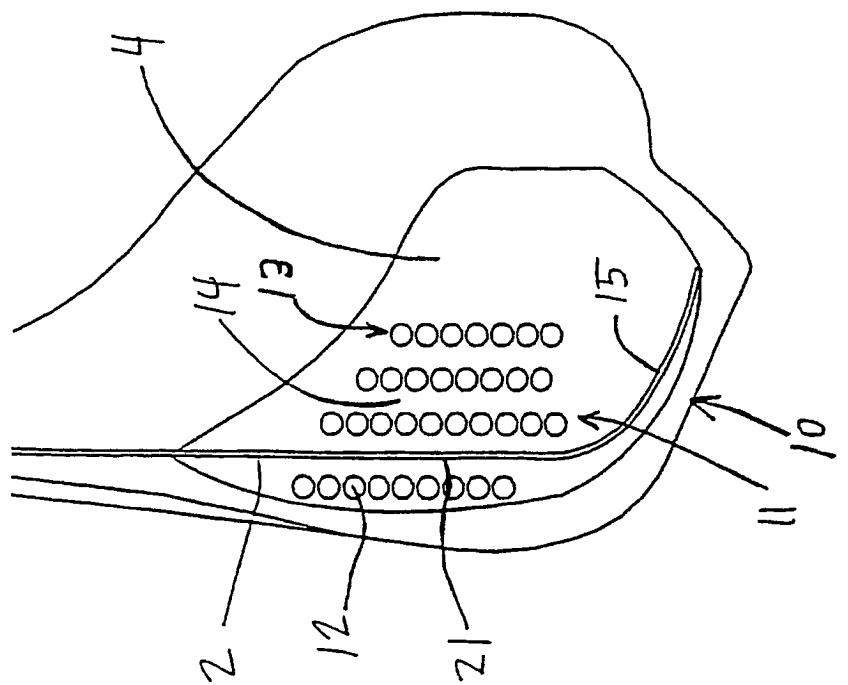
Anhängende Zeichnungen



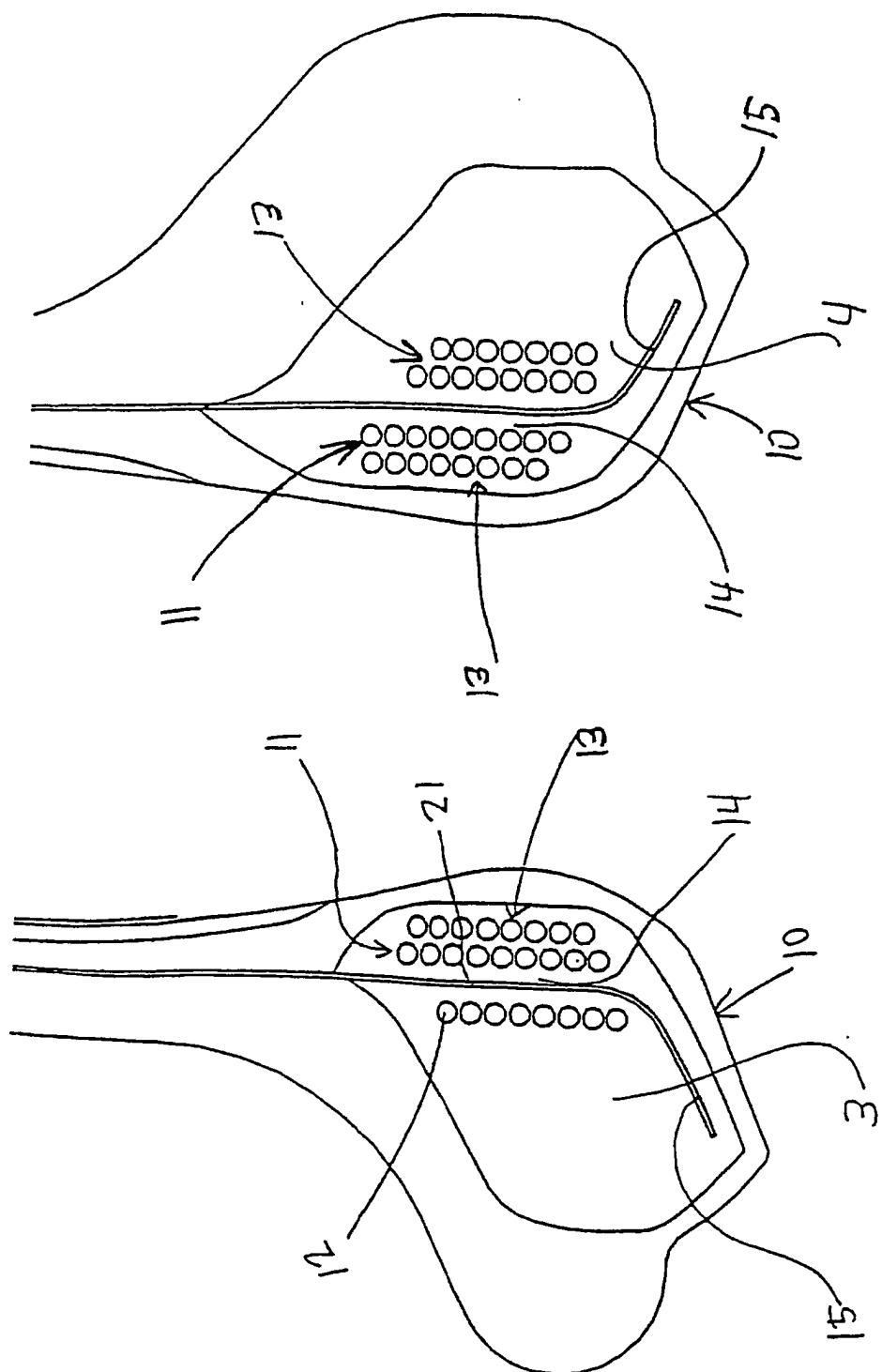
Figur 1



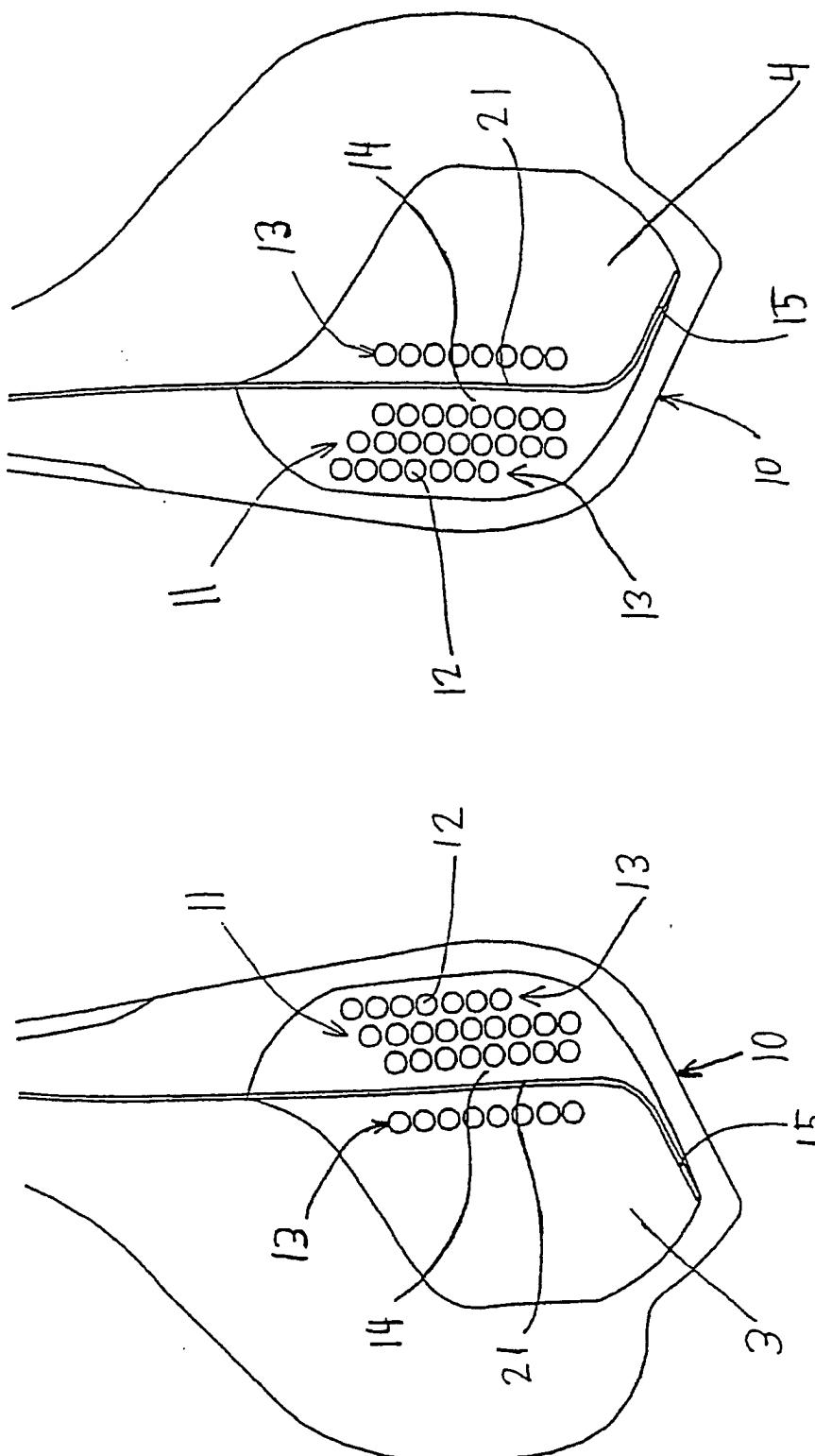
Figur 2



Figur 3

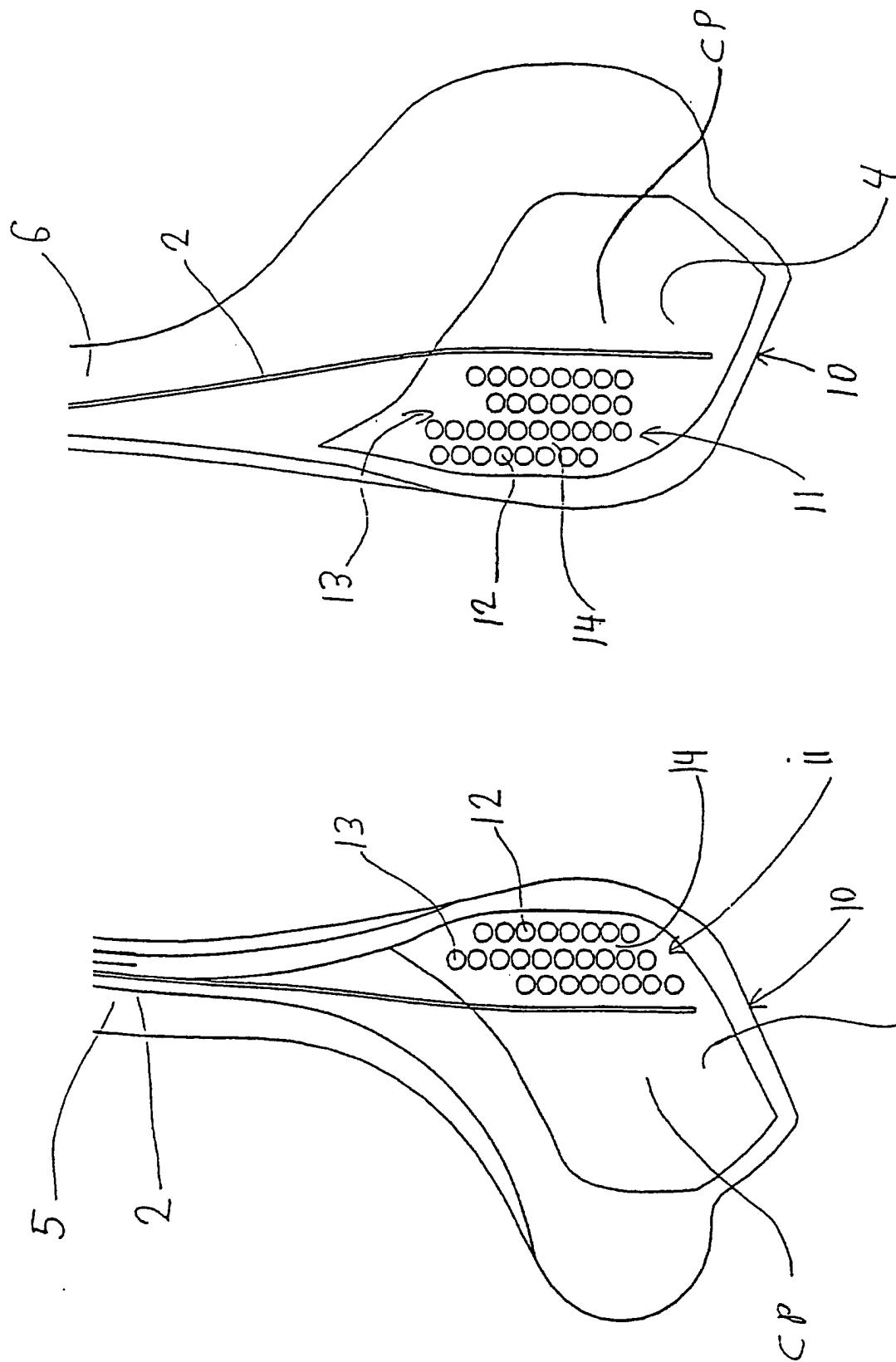


Figur 4



Figur 5

Figur 6



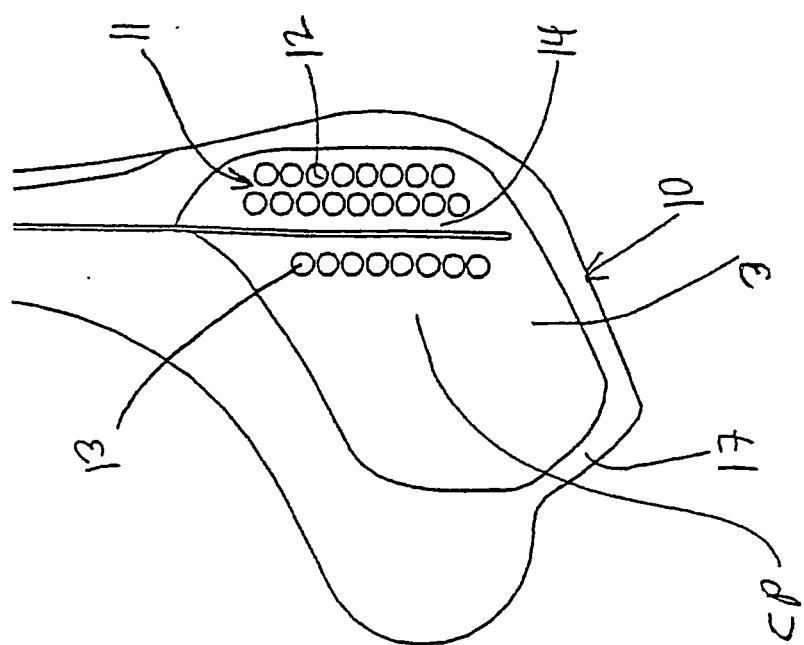
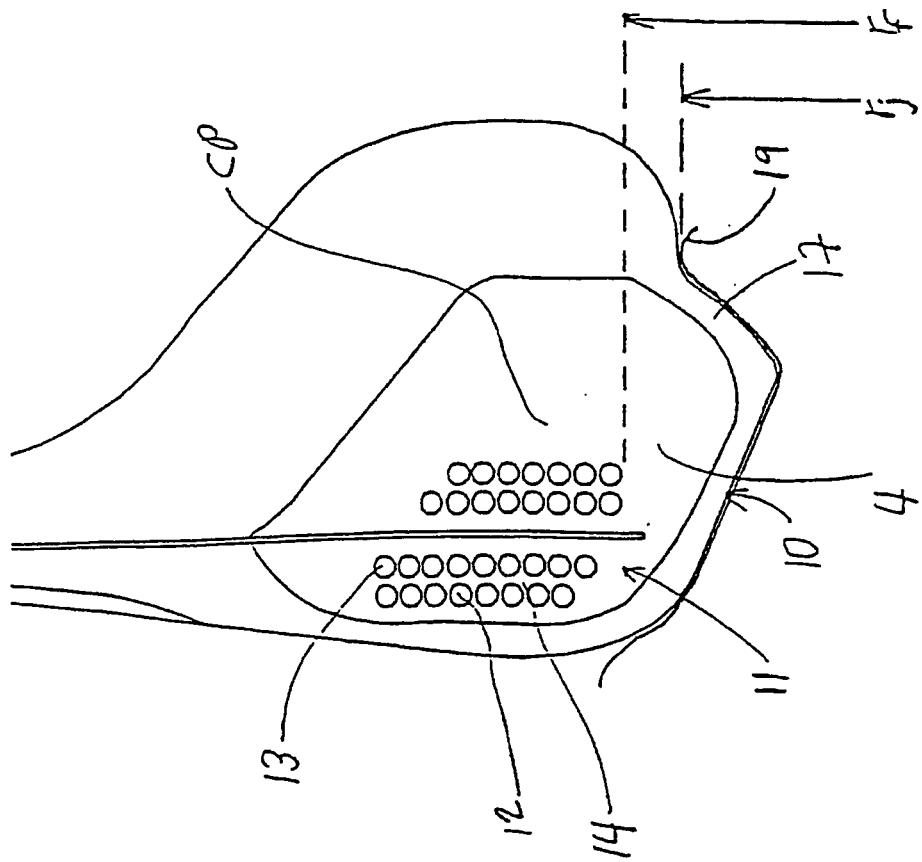
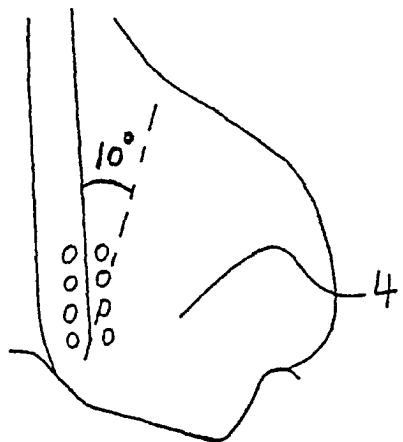
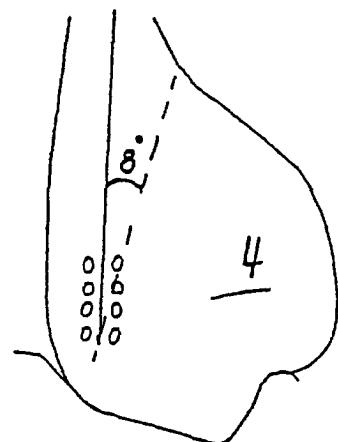


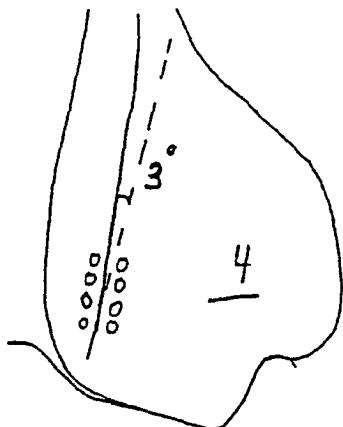
Figure 7



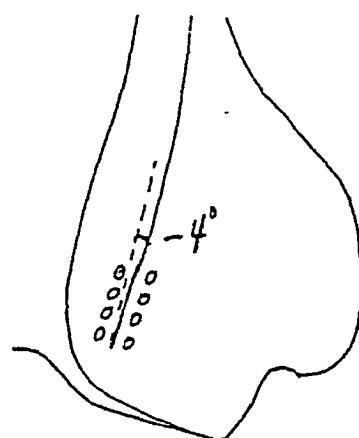
Figur 8a



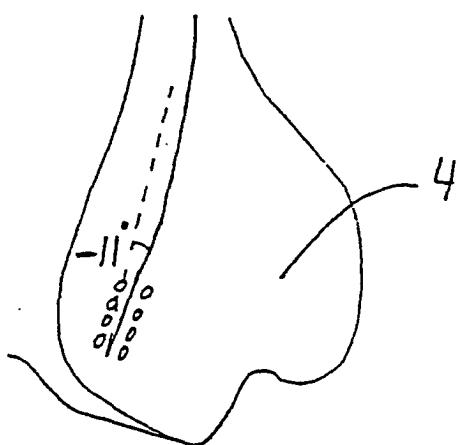
Figur 8b



Figur 8c



Figur 8d



Figur 8e

