(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 25 385 T2** 2006.01.19

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 242 256 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 25 385.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/30123**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 968 136.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/043995**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.12.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **21.06.2001**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.09.2002**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **18.05.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.01.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B60C 17/00*** (2006.01)

(73) Patentinhaber:
The Goodyear Tire & Rubber Co., Akron, Ohio, US

(74) Vertreter:
Kutsch, B., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., Colmar-Berg, LU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
CORVASCE, Gennaro, Filomeno, L-9167 Mertzig, LU; PERONNET-PAQUIN, Therese, Anne, L-1840 Luxembourg, LU; COLANTONIO, Laurent, B-6600 Bastogne, BE; ROESGEN, Emile, Alain, L-2175 Luxembourg, LU

(54) Bezeichnung: **KEILSCHNEIDEINSÄTZE MIT VARIABLER STEIFIGKEIT FÜR NOTLAUFREIFEN**

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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung betrifft Pneumatik-Radialreifen und insbesondere Radialreifen mit Notlaufeigenschaften.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Es sind verschiedene Verfahren erdacht worden, um den sicheren fortgesetzten Betrieb nicht unter Druck stehender oder ungenügend unter Druck stehender Fahrzeugreifen zu ermöglichen, mit der Absicht, weitere Beschädigung des unaufgepumpten Reifens zu verhindern und ohne Abstriche an der Fahrzeughandhabung zu machen, während dorthin gefahren wird, wo der Reifen gewechselt werden kann. Verlust an Reifendruck kann von einer Vielzahl von Ursachen herrühren, einschließlich Durchbohrung durch einen Fremdkörper wie etwa einen Nagel. Pneumatikreifen, die für unterstützten Betrieb entworfen sind, wenn sie „unaufgepumpt" („platt") oder zu wenig befüllt sind, werden auch Reifen mit Notlaufeigenschaften genannt, da sie in der Lage sind, in „plattem" Zustand gefahren zu werden. Sie werden auch Reifen mit erweiterter Mobilitätstechnologie oder EMT-Reifen genannt. Ein konventioneller Pneumatikreifen wird auf sich selbst kollabieren, wenn er unaufgepumpt ist und das Gewicht eines Fahrzeugs trägt. Die Seitenwände des Reifens wölben sich in dem umfangsgerichteten Teil des Reifens, wo die Lauffläche den Boden berührt, nach außen, wodurch sie den Reifen „platt" machen.

[0003] Der Begriff „mit Notlaufeigenschaften" wird im allgemeinen zur Beschreibung eines Reifens verwendet, der so entworfen ist, dass die Reifenstruktur allein, und insbesondere die Struktur der Seitenwände, eine ausreichende Stärke und Starrheit aufweist, um die Fahrzeuglast zu tragen, wenn der Reifen betrieben wird, ohne aufgepumpt zu sein. Aufgrund ihrer Starrheit kollabieren die Seitenwände und Innenflächen solcher Reifen mit Notlaufeigenschaften oder EMT-Reifen nicht oder wölben sich nicht, und die vorherrschenden Gestaltungsformen solcher Reifen enthalten oder verwenden anderweitig keine anderen Stützstrukturen oder Vorrichtungen, um das Kollabieren des Reifens zu verhindern. Beispiele solcher anderer Stützstrukturen sind Vorrichtungen, die innerhalb des Reifens enthalten sein können und die während normalen aufgepumpten Betriebs keine Belastung erfahren.

[0004] Im allgemeinen umfassen Reifen mit Notlaufeigenschaften oder EMT-Reifen Seitenwände, die dicker und/oder steifer sind, sodass die Last des Reifens von einem unaufgepumpten Reifen mit minimalen nachteiligen Effekten auf den Reifen selbst und auf die Fahrzeughandhabung während einer solch vernünftigen Zeit getragen werden kann, bis der Reifen repariert oder ersetzt werden kann. Die bei der Verdickung und Versteifung der Seitenwand angewandten typischen Verfahren beinhalten die Einarbeitung umfangsgerichtet angeordneter Keileinsätze in der inneren Umfangsfläche des Seitenwandteils der Karkasse, die derjenige Bereich in dem Reifen ist, der normalerweise unter vertikaler Belastung den niedrigsten Widerstand gegen Verformung aufweist. Bei solchen Reifengestaltungen mit Notlaufeigenschaften ist jede Seitenwand in dem Bereich zwischen dem Wulst und der Laufflächenschulter verdickt. Die Keileinsätze in jeder Seitenwand sind in Querschnittsansicht im allgemeinen halbmondförmig, um mit der Form der Seitenwände übereinzustimmen. Solche keilverstärkten Seitenwände erfahren, wenn sie in unaufgepumptem Zustand betrieben werden, eine Nettokompressionslast in dem Bereich der Seitenwand, der am dichtesten bei dem die Straße berührenden Teil der Lauffläche liegt. Spezieller sind die Biegebeanspruchungen auf den Seitenwänden derart, dass die axial äußersten Teile der verstärkten Seitenwände Zugbeanspruchungen erfahren, während die axial inneren Teile während des Notlaufbetriebs Kompressionsbeanspruchungen erfahren.

[0005] Ein Goodyear-Patent, US-Patent Nr. 5.368.082 ('082) von Oare et al., offenbart einen pneumatischen Radialreifen mit niedrigem Querschnittsverhältnis und Notlaufeigenschaften, der in jeder Seitenwand mehrere Keileinsätze einsetzt, um die Notlaufsteifigkeit zu verbessern. Es waren annähernd sechs zusätzliche Pfund Gewicht pro Reifen erforderlich, um eine 800-Pfund-Last in diesem unaufgepumpten Reifen zu stützen. Diese frühere Erfindung, obwohl früheren Versuchen bei der Gestaltung von Reifen mit Notlaufeigenschaften überlegen, erlegte noch stets ein Zusatzgewicht auf, das jedoch teilweise durch die Abschaffung eines Ersatzreifens und des Wagenhebers ausgeglichen werden konnte. Dieses Zusatzgewicht wird jedoch noch problematischer bei der Gestaltung von Reifen mit höheren Querschnittsverhältnissen. Das '082-Patent lehrt eine Seitenwandkonstruktion für Reifen mit Notlaufeigenschaften, wobei der Reifen mit zwei Karkassenlagen, einer Innenisolierung und zwei Verstärkungs-Keileinsätzen in jeder Seitenwand konstruiert ist. Die zwei Einsätze in jeder Seitenwand sind so angeordnet, dass ein Einsatz sich zwischen den zwei Karkassenlagen befindet, während der andere Einsatz sich zwischen der Innenisolierung und der ersten oder innersten Karkassenlage befindet.

[0006] Zwei US-Patente, 5.427.166 und 5.511.599 von Walter L. Willard, Jr., zeigen Michelinreifen, die eine zusätzliche dritte Karkassenlage und einen dritten Einsatz in der Seitenwand umfassen, um die Notlaufleistung des Reifens weiter über die des '082-Patents zu steigern. Diese Willard-Patente erörtern eini-

ge der Lastverhältnisse, die in dem unaufgepumpten Zustand des Reifens vorkommen, und demonstrieren, dass das in dem '082-Patent gelehrte Konzept sowohl auf zusätzliche Anzahlen von Karkassenlagen als auch auf zusätzliche Keileinsätze in jeder Seitenwand angewandt werden kann.

[0007] Solche großen Mengen Gummi, die zur Versteifung der Seitenwandelemente verwendet werden, werden jedoch Faktoren bei der Biegeerhitzung, die während des Notlaufbetriebs zu Reifenversagen führt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn der Reifen während niedriger oder Nullfüllung auf hohen Geschwindigkeiten betrieben wird. Es ist daher ein Ziel der Gestaltung von Reifen mit Notlaufeigenschaften, die Anzahl von zur Versteifung jeder Seitenwand verwendeten Keileinsätzen und die Gesamtmenge von in Reifen mit Notlaufeigenschaften verwendeten Keileinsatzmaterials zu minimieren.

[0008] Während der hohe Widerstand gegenüber Kompression und Ablenkung der Einsätze für den notwendigen Widerstand gegen das Kollabieren des unaufgepumpten belasteten Reifens sorgt, hat die Verwendung mehrerer Karkassenlagen und mehr als eines verstärkenden Keileinsatzes in jeder Seitenwand Nachteile, die den oben erwähnten Anstieg in Reifengewicht und durch Biegen erzeugten Hitzeaufbau umfassen. Solche Gestaltungsformen erhöhen auch die Komplexität des Reifens auf Arten und Weisen, die Herstellung und Qualitätskontrolle nachteilig beeinflussen.

[0009] Das US-Patent Nr. 4.287.924 offenbart einen Sicherheitsreifen gemäß der Einleitung von Anspruch 1, mit Seitenwandstützelementen, die zwei Teile mit unterschiedlichen Flexibilitäten aufweisen. Der Reifen umfasst ein Stützorgan (**20**) mit linsenförmigem Querschnitt, das aus einem Elastomer gefertigt ist und sich von der Nähe der Wülste (**12**) bis unterhalb der Ränder des Gürtels (**23**) erstreckt. Das Stützorgan (**20**) wird durch zwei Teile mit unterschiedlicher Flexibilität gebildet, wovon das eine ($\mathbf{20_1}$), das in der Nähe der Innenseite der Karkasse angeordnet ist, aus einem flexibleren Elastomer besteht, während das andere ($\mathbf{20_2}$), das innerhalb des Reifens angeordnet ist, aus einem weniger flexiblen Elastomer besteht. Spezieller wird jedes stützende geformte Teil von zwei zusammengestellten Teilen gebildet, die von unterschiedlicher Flexibilität sind. Die zwei zusammengestellten Teile haben radial dieselbe Höhe. Die neutrale Linie des Biege-Trägheitsmoments der mit einem Profil versehenen Gesamtheit **20** liegt in dem inneren Teil $\mathbf{20_1}$, oder in Nähe der Schnittstelle der beiden Teile.

[0010] Das Ziel bei der Gestaltung von Reifen mit Notlaufeigenschaften ist deutlich die Verschaffung eines leichtgewichtigen Reifens mit niedrigen Kosten, der sowohl eine gute Notlauf-Fahrzeughandhabung als auch eine gute Haltbarkeit während des Notlaufbetriebs ergibt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Pneumatik-Radialreifen mit Notlaufeigenschaften gemäß Anspruch 1.

[0012] Ein oder mehr der ein oder mehr Verstärkungskeileinsätze in jeder Seitenwand kann eine Vielzahl radial geschichteter, umfangsgerichtet angeordneter Bereiche eines ersten flexiblen Materials mit niedriger Hysterese umfassen, getrennt von einer oder mehr umfangsgerichtet angeordneter Lagen eines zweiten Materials, das steifer als das erste Material ist.

[0013] Die Bereiche flexiblen Materials mit niedriger Hysterese haben eine Härte von zwischen 45 und 70 auf der Shore A-Skala, und die Lagen steiferen Materials haben eine Härte, die zwischen etwas mehr als der des flexiblen Materials mit niedriger Hysterese bis ganz steif liegt.

[0014] In einer Ausführung haben die radial geschichteten, umfangsgerichtet angeordneten Bereiche der flexiblen Verbindung mit niedriger Hysterese und die Lagen eines zweiten steiferen Materials beide einen dreieckigen Querschnitt. Die radial abwechselnden, umfangsgerichtet angeordneten und dreieckig geformten Bereiche flexiblen Materials mit niedriger Hysterese und die dazwischenliegenden umfangsgerichtet angeordneten, dreieckig geformten Lagen steiferen Materials können so angeordnet werden, dass ein Scheitelpunkt jeden dreieckig geformten Bereichs flexiblen Materials mit niedriger Hysterese axial nach innen zur Äquatorebene des Reifens orientiert ist und ein Scheitelpunkt jeder umfangsgerichtet angeordneten, dreieckig geformten abwechselnden Lage starren Materials axial nach außen von der Äquatorebene des Reifens orientiert ist.

[0015] In einem Reifen, wobei jede Seitenwand zwei Einsätze aufweist, können die zwei axial inneren Einsätze Komposit sein (d.h. aus geschichteten flexiblen Bereichen und steiferen Bereichen), jedoch nicht die äußeren Einsätze. Alternativ können die äußeren Einsätze und nicht die inneren Einsätze Komposit sein, oder alternativ können sowohl die inneren Einsätze als auch die äußeren Einsätze Komposit sein.

[0016] Andere Nutzen und Vorteile der Erfindung werden den Fachleuten in der Technik, zu der sie gehört, beim Lesen und Verstehen der nachfolgenden detaillierten Beschreibung deutlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Struktur, Betrieb und Vorteile der Erfindung werden deutlicher bei Betrachtung der folgenden Beschreibung, zusammengenommen mit den begleitenden Zeichnungen, worin:

[0018] Fig. 1 eine Querschnittsansicht der Gestaltung eines Reifens mit Notlaufeigenschaften des Standes der Technik ist, der in jeder Seitenwand mehrere Keileinsätze und in der Karkassenlagenstruktur mehrere Lagen umfasst;

[0019] Fig. 2A einen Seitenwandabschnitt in einem Keileinsatz des in Fig. 1 gezeigten Reifens des Standes der Technik zeigt;

[0020] Fig. 2B eine Vergrößerung des Abschnitts des in Fig. 2A gezeigten Reifens ist;

[0021] Fig. 2C den Abschnitt in Fig. 2B in Kompression zeigt;

[0022] Fig. 3A eine Draufsicht eines massiven Zylinders aus Elastomermaterial, der mit unausdehnbaren Drähten umwickelt ist, zeigt;

[0023] Fig. 3B den massiven Zylinder von Fig. 3A in axialer Kompression zeigt;

[0024] Fig. 4A eine Querschnittsansicht einer Variante des in Fig. 3A illustrierten Konzepts ist, wobei ein Zylinder aus einem Elastomermaterial die „seitlichen Ausdehnungsbegrenzungsvorrichtungen" als Elemente des belasteten Elements umfasst;

[0025] Fig. 4B den Zylinder von Fig. 4A in axialer Kompression zeigt;

[0026] Fig. 5 eine Querschnittsansicht eines geschichteten Seitenwand-Keileinsatzes zeigt;

[0027] Fig. 6A eine Querschnittsansicht eines alternativen Keileinsatz-Gestaltungsprinzips zu dem von Fig. 5 ist;

[0028] Fig. 6B den Seitenwand-Keileinsatz von Fig. 6A, in radialer Kompression belastet, zeigt;

[0029] Fig. 7 eine Querschnittsansicht des in den Fig. 6A und Fig. 6B demonstierten Keileinsatz-Gestaltungsprinzips ist;

[0030] Fig. 8A eine vergrößerte, detaillierte Querschnittsansicht des in Fig. 7 gezeigten Keileinsatzteils ist;

[0031] Fig. 8B einen vergrößerten Keileinsatzteil von Fig. 8A in Kompression zeigt;

[0032] Fig. 9 eine Querschnittsansicht einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist; und

[0033] Fig. 10 eine Querschnittsansicht einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist.

DEFINITIONEN

[0034] „Kernprofil" bedeutet einen Elastomerkernreiter, der sich radial über dem Wulstkern und zwischen den Karkassenlagen und den Umschlaglagen befindet.

[0035] „Querschnittsverhältnis" bedeutet das Verhältnis der Querschnittshöhe eines Reifens zu seiner Querschnittsbreite; bezieht sich auch auf das Querschnittsprofil des Reifens; ein Niederquerschnittsreifen hat beispielsweise ein niedriges Querschnittsverhältnis.

[0036] „Axial" bedeutet die Linien oder Richtungen, die parallel zur Rotationsachse des Reifens verlaufen. „Wulst" oder „Wulstkern" bedeutet allgemein den Teil des Reifens, der ein ringförmiges Zugelement aus radial inneren Wülsten umfasst, die dem Halten des Reifens an der Felge zugeordnet sind; wobei die Wülste durch Lagenkorde umwickelt und geformt sind, mit oder ohne andere Verstärkungselemente wie Kernfahnen, Wulstverstärker, Kernprofile oder Kernreiter, Zehen-Gummistreifen und Wulstschutzbänder.

[0037] „Gürtelstruktur" oder „Verstärkungsgürtel" oder „Gürtelpaket" bedeutet zumindest zwei ringförmige Lagen oder Karkassenlagen paralleler Korde, gewebt oder nicht gewebt, die der Lauffläche unterliegen, nicht am Wulst verankert, und mit sowohl linken als auch rechten Kordwinkeln im Bereich von 18 bis 30° relativ zur Äquatorebene des Reifens.

[0038] „Karkasse" bedeutet die Reifenstruktur außer Gürtelstruktur, Lauffläche und Protektorunterteil über den Lagen, jedoch einschließlich der Wülste.

[0039] „Umfangsgerichtet" bedeutet meistens kreisförmige Linien oder Richtungen, die sich entlang dem Umfang der Oberfläche der ringförmigen Lauffläche senkrecht zur axialen Richtung erstrecken; es kann auch auf die Richtung der Sätze benachbarter kreisförmiger Kurven verweisen, deren Radien die axiale Krümmung der Lauffläche, im Querschnitt gesehen, definieren.

[0040] „Kord" bedeutet einen der Verstärkungsstränge, einschließlich Fasern, womit die Karkassenlagen und Gürtel verstärkt sind.

[0041] „Äquatorebene" bedeutet die Ebene senkrecht zur Rotationsachse des Reifens und durch das Zentrum seiner Lauffläche verlaufend; oder die Ebe-

ne, die die umfangsgerichtete Mittellinie der Lauffläche enthält.

[0042] „EMT-Reifen" bedeutet „Reifen mit erweiterter Mobilitätstechnologie", was dasselbe bedeutet wie „Reifen mit Notlaufeigenschaften".

[0043] „Inneninsolierung" bedeutet die Lage oder Lagen aus Elastomer oder anderem Material, die die Innenfläche eines schlauchlosen Reifens formen und die das Füllfluid innerhalb des Reifens enthalten.

[0044] „Einsatz" bedeutet dasselbe wie „Keileinsatz", was die halbmond- oder keilförmige Verstärkung ist, die typischerweise zum Verstärken der Seitenwände von Reifen vom Notlaufeigenschaftstyp verwendet wird; es verweist auch auf den nicht-halbmondförmigen Elastomereinsatz, der unter der Lauffläche liegt.

[0045] „Seitlich" bedeutet eine Richtung parallel zur axialen Richtung.

[0046] „Trägheitsmoment" oder „strukturelles Trägheitsmoment" verweist auf die strukturelle Starrheit eines Stegabschnitts oder anderer Struktur, wie insbesondere der Seitenwand eines Reifens. Eine Struktur, wie etwa eine Reifenseitenwand, mit einem hohen Trägheitsmoment ist starrer als eine gleichartige Struktur mit einem niedrigeren Trägheitsmoment.

[0047] „Normallast" bedeutet den spezifischen Gestaltungsfülldruck und -last, die von der entsprechenden Normenorganisation für die Betriebsbedingung für den Reifen zugeordnet wurde.

[0048] „Karkassenlage" bedeutet eine kordverstärkte Lage kautschukbeschichteter, radial entfalteter paralleler Korde.

[0049] „Radial" bedeutet Richtungen radial zu oder weg von der Rotationsachse des Reifens.

[0050] „Radiallagenstruktur" bedeutet die eine oder mehr Karkassenlagen, wovon zumindest eine Karkassenlage Verstärkungskorde besitzt, die in einem Winkel von zwischen 65 und 90 in Bezug auf die Äquatorebene des Reifens orientiert sind.

[0051] „Radialreifen" bedeutet einen mit Gürteln versehenen oder in Umfangsrichtung begrenzten Pneumatikreifen, wobei zumindest eine Karkassenlage Korde aufweist, die sich von Wulst zu Wulst erstrecken und in Kordwinkeln zwischen 65° und 90° in Bezug auf die Äquatorebene des Reifens verlegt sind.

[0052] „Notlauf reifen" oder „Reifen mit Notlaufeigenschaften" ist ein Pneumatikreifen, der dazu entworfen ist, einen begrenzten Betrieb zu verschaffen, während er unaufgepumpt oder zu wenig aufgepumpt ist.

[0053] „Querschnittshöhe" bedeutet den radialen Abstand vom Felgennenndurchmesser zum Außendurchmesser des Reifens an seiner Äquatorebene.

[0054] „Querschnittsbreite" beduetet den linearen Höchstabstand parallel zur Achse des Reifens und zwischen der Außenseite seiner Seitenwände, wenn und nachdem der Reifen 24 Stunden lang auf normalem Druck aufgepumpt, jedoch unbelastet war, ausschließlich Erhöhungen der Seitenwände aufgrund von Beschriftung, Dekoration oder Schutzbändern.

[0055] „Schulter" bedeutet den oberen Seitenwandteil genau unter dem Laufflächenrand.

[0056] „Seitenwand" bedeutet den Teil eines Reifens zwischen Lauffläche und Wulst.

[0057] „Keileinsatz" bedeutet dasselbe wie „Einsatz", was die in Reifen mit Notlaufeigenschaften verwendete Seitenwandverstärkung ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNG

Ausführung des Standes der Technik

[0058] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist ein Querschnitt eines typischen Pneumatik-Radialreifens **10** mit Notlaufeigenschaften des Standes der Technik abgebildet. Der Reifen **10** besitzt eine Lauffläche **12**, eine Gürtelstruktur **14**, die Gürtel **24**, **26** umfasst, ein Paar Seitenwände **16**, **18**, ein Paar Wulstbereiche **20a**, **20b** und eine Karkassenstruktur **22**. Die Karkasse **22** umfasst eine erste Karkassenlage **30** und zweite Karkassenlage **32** und eine gasundurchlässige Innenisolierung **34**. Die Wulstbereiche **20a**, **20b** umfassen ein Paar Wülste **36a**, **36b** und ein Paar Wulstkernreiter-Kernprofile **21a**, **21b**. Die Seitenwände **16**, **18** enthalten jeweils ein erstes Paar axial innerster Seitenwandkeileinsätze **40a**, **40b** und ein zweites Paar axial äußerster Einsätze **42a**, **42b**. Die innersten Keileinsätze **40a**, **40b** sind zwischen der Inneninsolierung **34** und der ersten Karkassenlage **30** angeordnet, während die zweiten Keileinsätze **42a**, **42b** zwischen der ersten Karkassenlage **30** und der zweiten Karkassenlage **32** angeordnet sind. Ein Textil-Nylongürtel **28** ist unter, oder radial nach innen von, der Lauffläche **12** und auf, oder radial nach außen von, der Gürtelstruktur **14** entfaltet. Die Keileinsätze **40a**, **40b**, **42a**, **42b** verleihen den Seitenwänden ein größeres strukturelles Trägheitsmoment, oder Starrheit, um den während des Notlaufbetriebs auf die Seitenwände einwirkenden Verformungen zu widerstehen. Somit geben die verstärkten Seitenwandteile **16**, **18** der Karkassenstruktur **22** dem Reifen **10** eine begrenzte Notlauffähigkeit.

[0059] Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, erhöht die strukturelle Verstärkung in den Seitenwandbereichen des Reifens **10** im Wesentlichen die Gesamtdicke der Seitenwandteile **16**, **18**. Diese verallgemeinerte Gestaltung von Reifen mit Notlaufeigenschaften des Standes der Technik zeigt die mehr oder weniger gleichmäßig verdickten Seitenwände, die Gestaltungen von Reifen mit Notlaufeigenschaften kennzeichnen. Die einsatzverstärkten Seitenwände sind dazu entworfen, die Last des Reifens bei minimaler Seitenwandauslenkung zu tragen, wenn der Reifen **10** sich in einem unaufgepumpten Zustand befindet. Eine solche Gestaltung für Reifen mit Notlaufeigenschaften verschafft eine gute Fahrzeughandhabung und Leistung unter Bedingungen voller Befüllung und verschafft akzeptable Notlauf-Fahrzeughandhabung und eine begrenzte Notlauflebensdauer, wenn der Reifen unaufgepumpt ist.

[0060] Eine solche Gestaltung von Notlauf reifen mit starrer Seitenwand sorgt jedoch aufgrund der größeren Steifheit der Seitenwände für eine holperige Fahrt während normal aufgepumpten Betriebs. Die größere Steifheit ergibt sich natürlich aufgrund des erhöhten strukturellen Trägheitsmoments, oder Starrheit, der Seitenwände aufgrund des Vorhandenseins der Keileinsätze. Idealerweise sollten die Seitenwände eines Reifens mit Notlaufeigenschaften während normal aufgepumpten Betriebs flexibler sein als während des Notlaufbetriebs, wenn die zusätzliche Starrheit wichtig ist.

Grundprinzip der vorliegenden Erfindung

[0061] Die vorliegende Erfindung verschafft einen Keileinsatz, der so gestaltet ist, dass er während normal aufgepumpten Betriebs flexibel ist und während des Notlaufbetriebs starrer ist. Zur Erreichung dieses Ziels werden zwei verwandte Verfahren verwendet. Beide beinhalten abwechselnde Lagen starren und flexiblen Elastomermaterials in dem Keileinsatz.

[0062] In einem Verfahren wird die Tendenz des Keileinsatzmaterials, sich axial auszudehnen, wenn es radial zusammengedrückt wird, durch die Einarbeitung umfangsgerichtet angeordneter Lagen relativ starren Materials verhindert, wie etwa eines relativ starren Elastomers (d.h. elastisches Polymermaterial) oder vollkommen starren Kunststoffs innerhalb eines flexibleren Materials, wie etwa eines flexibleren Elastomers, das das Hauptvolumen des Keileinsatzes ausmacht. Eine solche Verhinderung der axialen Ausdehnung erhöht die Starrheit des Keileinsatzes, wenn er der mit der Seitenwandbiegung während des Notlaufbetriebs zusammenhängenden radialen Kompressionsbelastung unterzogen wird. Somit werden die seitenwandverstärkenden Keileinsätze während des Notlaufbetriebs starrer, als sie während des normal aufgepumpten Betriebs sind. In dem zweiten Verfahren sind Abschnitte relativ starren Materials, wie etwa eines relativ starren Elastomers, die einen dreieckigen Querschnitt haben, umfangsgerichtet innerhalb des Keileinsatzes angeordnet, abwechselnd mit Abschnitten flexibleren Materials, wie etwa eines relativ starren Elastomers, die ebenfalls einen dreieckigen Querschnitt haben und umfangsgerichtet innerhalb des Keileinsatzes angeordnet sind. In diesem letzteren Verfahren verhindern die relativ starren Abschnitte die axiale Ausdehnung des Keileinsatzes, wenn er den mit dem Notlaufbetrieb zusammenhängenden radialen Kompressionsbelastungen unterzogen wird. Zusätzlich gestattet es die Geometrie der Gestaltung, die nachfolgend detailliert erläutert wird, den relativ starren Teilen (oder Abschnitten), während des Notlaufbetriebs ein erhöhtes Trägheitsmoment beizutragen. Beide Verfahren arbeiten so, dass eigentlich das Biege-Trägheitsmoment der keileinsatzverstärkten Seitenwände zunimmt, wenn die Seitenwände unter der mit dem Notlaufbetrieb zusammenhängenden zyklischen axialen Belastung ausgelenkt werden.

[0063] Das Prinzip der vorliegenden Erfindung ist unten detaillierter erläutert.

Kompressionsbeanspruchungen in Seitenwänden von Reifen mit Notlaufeigenschaften

[0064] Fig. 2A zeigt eine Querschnittsansicht der Seitenwand **18** des Reifens **10** von Fig. 1. Die Erläuterung unten nimmt an, dass dieselben Effekte wie in der Seitenwand **18** auch in der Seitenwand **16** angetroffen werden können. Während des Notlaufbetriebs wird der Teil der Seitenwand, der dem mit dem Boden in Kontakt kommenden Teil der Lauffläche am dichtesten benachbart ist, einer radial gerichteten Netto-Kompressionsbelastung unterzogen, die, in der in Fig. 2A gezeigten Ansicht, eine vertikale Orientierung hat. Eine solche Kompressionsbelastung jeder Seitenwand **16**, **18** (Fig. 1) und ihrer jeweiligen Verstärkungskeileinsätze **40a**, **40b**, **42a**, **42b** verursacht ein axiales Ausbiegen der Seitenwände, sodass, wie in Fig. 2A ersichtlich, die axial innersten Teile der Seitenwand, einschließlich des größten Teils, wenn nicht des ganzen Keileinsatzes **40b**, einer radial gerichteten Kompressionsbeanspruchung unterzogen werden, während die axial äußersten Teile der Seitenwand, einschließlich des größten Teils, wenn nicht des ganzen Keileinsatzes **42b**, einer radial gerichteten entsprechenden Zugbeanspruchung unterzogen werden. Mit anderen Worten, während die Nettobelastung der Seitenwand eine Kompressionsbelastung ist, verursachen die in jeder Seitenwand wirkenden Biegekräfte Zugbeanspruchungen an einer Seite einer neutralen Biegeachse und Kompressionsbeanspruchungen an der anderen Seite derselben neutralen Biegeachse. Die neutrale Biegeachse liegt irgendwo innerhalb der Seitenwandstruktur an einer Stelle, von der, zum Zweck der Erläuterung dieser Erfindung, angenommen werden kann, dass sie nächst

der Mitte der in Fig. 2A abgebildeten Querschnittsansicht der Seitenwand liegt. Das heißt, die neutrale Biegeachse in der Seitenwand **18** kann als mit der ersten Karkassenlage **30** zusammenfallend aufgefasst werden, obwohl in Wirklichkeit die präzise Lage der neutralen Biegeachse eine komplexe Funktion der relativen Stärken und Steifigkeiten der jeweiligen Komponenten der Reifenseitenwände sind. Somit kann zur Vereinfachung der Beschreibung der Lage der Kompressionskräfte angenommen werden, dass der in Fig. 2A gezeigte innere Keileinsatz **40b** als eine radial gerichtete Kompressionsbeanspruchung erfahrend aufgefasst werden kann, die mit zunehmendem Abstand axial nach innen von der ersten Karkassenlage **30**, die normalerweise mit der neutralen Biegeachse zusammenfällt, an Intensität zunimmt.

[0065] In Fig. 2A ist ein kleines zylindrisches Volumen V zur Überprüfung der Effekte der Kompressionskräfte innerhalb des inneren Keileinsatzes **40b** des in Fig. 1 gezeigten Reifens **10** des Standes der Technik markiert. Das zylindrische Volumen V ist spezifischer in den Fig. 2B und Fig. 2C gezeigt. Das zylindrische Volumen V von Fig. 2A liegt an einer Stelle, die während des Biegens der Seitenwand **18** in radial gerichteter Kompression belastet wird. Ein solch kompressionsverursachendes Knicken geschieht während normal aufgepumpten Betriebs, jedoch insbesondere während des Notlaufbetriebs, wenn die Größenordnung des Biegens maximal ist. Während normal aufgepumpten Betriebs erfährt das Volumen V, wie in Fig. 2A gezeigt, beim Rotieren des Reifens zyklische Kompressionsbeanspruchungen. Das heißt, während normal aufgepumpten Betriebs erfährt das innerhalb des Volumens V enthaltene Material maximale Kompressionsbeanspruchungen, wenn der am dichtesten bei dem Volumen V gelegene Teil der Lauffläche Bodenkontakt hat. Während des Notlaufbetriebs sind jedoch die maximalen Kompressionsbeanspruchungen viel größer als während des normal aufgepumpten Zustands. Während des Notlaufbetriebs erfährt die Seitenwand eine maximale Biegeverformung und Beanspruchungen in dem Bereich der Seitenwand, der am dichtesten bei dem mit dem Boden in Kontakt kommenden Teil der Lauffläche liegt.

Durch Kompression verursachte seitliche Verformung

[0066] Fig. 2B zeigt das zylindrische Volumen V aus Elastomermaterial, wie von der in Fig. 2A gezeigten ungefähren Stelle genommen. Das zylindrische Volumen V von Fig. 2B hat eine Länge L_1 und einen Durchmesser von D_1. Fig. 2C zeigt die Effekte einer axial angelegten Kompressionskraft F_C auf den Durchmesser des zylindrischen Volumens V. (Der Begriff „axial" verweist in diesem Kontext auf die Achse des zylindrischen Volumens V statt auf die Rotationsachse des Reifens. Daher ist die Richtung der auf das zylindrische Volumen V wirkenden Kompressionskraft F_C in radialer Richtung in Bezug auf die Rotationsachse des Reifens.) Der Durchmesser D_1 des zylindrischen Volumens V ist in Fig. 2B kleiner, wo keine Kompressionskraft angelegt wird, als der Höchstdurchmesser D_2 desselben zylindrischen Volumens V, wenn die Kompressionskraft F_C angelegt wird. (Es wird angenommen, dass die Kompressionskraft F_C gleichförmig über die oberen und unteren Flächen **50**, **52** wirkt, die jeweils Gebietszunahmen erfahren, um die oberen und unteren Flächen **51**, **53** zu bilden, wenn das Material sich während der Kompression seitlich ausdehnt.) Fig. 2C zeigt das zylindrische Volumen V unter dem Einfluss einer axial gerichteten Kompressionslast F_C. Entsprechend ist die Form des zylindrischen Volumens V, wie in Fig. 2C gezeigt, verschieden von der in Fig. 2B gezeigten. Spezieller hat das Material des Volumens V eine unterschiedliche Länge und unterschiedlichen Durchmesser, sodass die in Fig. 2C gezeigte Länge L_2 weniger beträgt als die Länge L_1 von Fig. 2B und der in Fig. 2C gezeigte Durchmesser D_2 größer als der in Fig. 2B gezeigte entsprechende Durchmesser D_1 ist, wo das zylindrische Volumen V keine Kompressionslast trägt.

[0067] Somit wird in den Fig. 2B und Fig. 2C eine generelle Eigenschaft zylindrischer Feststoffe, die axial gerichteten Kompressionsbeanspruchungen unterzogen werden, demonstriert: der Durchmesser nimmt zu, wenn die Länge abnimmt. Wird der Durchmesser jedoch am Zunehmen oder Ausdehnen gehindert, dann verändern sich die formdeformierenden Effekte einer auf das Volumen V wirkenden Kompressionskraft. Spezieller muss, wenn der Durchmesser während axial gerichteter Kompressionsbelastung am Ausdehnen gehindert wird, die Kraft F_C erhöht werden, um eine entsprechende Abnahme der Länge von L_1 in Fig. 2B auf die in Fig. 2C gezeigte kürzere Länge L_2 zustande zu bringen. Mit anderen Worten, wenn Begrenzungen auf die Durchmesserausdehnung eines solchen zylindrischen Volumens plaziert werden, dann wird das Material innerhalb des Volumens V unter einer gegebenen Kompressionslast F_C einen erhöhten Widerstand gegen Verformung bieten. Der Nettoeffekt ist, dass das zylindrische Volumen V in Bezug auf Kompressionsbelastung steifer sein wird.

[0068] Hierin liegt ein Teil des Prinzips, das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegt, deren Ziel es ist, die Starrheit des Keileinsatzes zu erhöhen, wenn er der dem Notlaufbetrieb zugeordneten radial gerichteten Belastung unterzogen wird, indem die Ausdehnung des flexibleren Materials in den Richtungen, die senkrecht zu der Richtung der Kompressionskraft verlaufen, die der Keileinsatz erfährt, am signifikantesten während des Notlaufbetriebs begrenzt wird. Mit anderen Worten, indem die Ausdehnung des Kei-

leinsatzes begrenzt wird, wenn er den mit dem Notlaufbetrieb zusammenhängenden Kompressionskräften unterzogen wird, steigt das Trägheitsmoment des Keileinsatzes (Widerstand gegen mit Notlaufbetrieb zusammenhängende Biegeverformungen) an, wenn die Verformung zunimmt. Oder, eine andere Weise der Betrachtung der Wirkung der vorliegenden Erfindung ist, zu sagen, dass der Keileinsatz, wenn er im Querschnitt gesehen und als ein endbelasteter gekrümmter Steg betrachtet wird, einen Anstieg seines strukturellen Trägheitsmoments, oder Widerstands gegen Biegeverformung, erfährt, der die Seitenwände während des Notlaufbetriebs starrer macht als während normal aufgepumpten Betriebs. Dieser Anstieg des strukturellen Trägheitsmoments der Keileinsatzstruktur ist nachfolgend detaillierter beschrieben. Im allgemeinen jedoch beinhaltet das Verfahren zur Begrenzung einer solchen kompressionsveranlassten Ausdehnung, die seitlich zur Richtung der angelegten Kompressionskraft verläuft, die Verwendung neuer Verfahren. Spezieller ist das begrenzende Verfahren der vorliegenden Erfindung derart, dass die Begrenzung gegen eine seitliche Ausdehnung nur einen geringe Wirkung hat, wenn die Kompressionskräfte minimal sind, jedoch einen zunehmenden begrenzenden Effekt hat, wenn die Kompressionskräfte zunehmen. Das heißt, die Steifheit der Keileinsätze nimmt in direkter Beziehung zur Größenordnung der angelegten Kompressionskräfte zu.

Begrenzung der Ausdehnung kompressionsbelasteter Elastomere

[0069] Nun wird auf Fig. 3A Bezug genommen, worin ein zylindrisches Volumen aus flexiblem Material **54**, das dem Volumen V der Fig. 2A bis Fig. 2C entspricht, gezeigt ist, umwickelt mit drei umfangsgerichtet angeordneten unausdehnbaren Metall-Begrenzungsdrähten **56**. Fig. 3B zeigt, wie der Zylinder **65** einer axial gerichteten Kompressionskraft F_C unterworfen wird. Der Durchmesser des Zylinders **54** kann einen Größenanstieg erfahren, der am größten in denjenigen Gebieten U ist, die am weitesten von dem Einfluss der Begrenzungsdrähte **56** entfernt sind.

[0070] Bei wirklichen Reifen sind solche unausdehnbaren zylindrischen Rückhaltevorrichtungen, wie die in den

[0071] Fig. 3A und Fig. 3B gezeigten, kein gangbarer Weg, um die Ausdehnung eines kompressionsbelasteten Elements, wie etwa einer Seitenwand-Keileinsatzverstärkung, zu begrenzen. Entsprechend zeigt Fig. 4A in einer schematischen Querschnittsansicht ein alternatives Verfahren, wodurch die Ausdehnung eines zylindrischen Teils **58** von Keileinsatzmaterial, das Kompressionskräften unterzogen werden soll, eingegrenzt werden soll. Der zylindrische Teil **58** umfasst abwechselnde Lagen starreren Materials **60** und weniger starren Materials **62**. Wie in Fig. 4B gezeigt, begrenzen während axial gerichteter Kompressionsbelastung des zylindrischen Volumens **48** unter einem Satz von Kräften F_C die starreren (steiferen) Teile **60** die Durchmesserausdehnung der weniger starren Teile **62**. Der Nettoeffekt ist äquivalent zur Verwendung unausdehnbarer Metall-Begrenzungsvorrichtungen **56**, wie in den Fig. 3A und Fig. 3B gezeigt. Fig. 4B zeigt die Verformung, die stattfindet, wenn die axial gerichtete Kompressionskraft F_C angelegt wird.

[0072] Somit hat das geschichtete Komposit der in den Fig. 4A und Fig. 4B abgebildeten Art den Vorteil, während kleiner Kompressionsbelastungen flexibler und nachgiebiger und weniger starr zu sein als während größerer Kompressionsbelastungen. Mit anderen Worten, das in den Fig. 4A und Fig. 4B gezeigte geschichtete Material gestattet das Kombinieren von Materialien mit niedriger Starrheit und Hysterese (d.h., Material **62**) mit Materialien mit höherer Starrheit und Hysterese (Material **60**) auf Arten und Weisen, die ein Kompositmaterial verschaffen, das die Eigenschaften niedriger Starrheit unter Bedingungen niedriger Kompressionsbelastung und zunehmender Starrheit, wenn die Kompressionsbelastung erhöht wird, aufweist.

[0073] Weiterhin hat die niedrige Hysterese des flexibleren Materials **62** den Vorteil, die Erzeugung von Biegeerhitzung während zyklischer Kompressionsbelastung des zylindrischen Teils **58** zu minimieren. Folglich verschafft eine solche Anordnung von Materialien ein Komposit mit einem Elastizitätsmodul, der höher als der des weniger starren Materials allein ist und der bei zunehmender Kompressionskraft ansteigt. Mit anderen Worten, ein solches Komposit wird steifer und widerstandsfähiger gegen Kompressionsverformung, wenn die Kompressionsbelastung erhöht wird. Oder, mit noch anderen Worten, es wird nicht nur die Steifheit des seitlich begrenzten Materials durch das Vorhandensein von Lagen starren Materials erhöht, sondern die Steifheit nimmt zu, wenn die Last zunimmt und die Belastung sich erhöht. Daher ist eine Bruttoeigenschaft einer solchen Kompositkonstruktion ein Kompressionsmodul, der auf eine Weise variabel ist, die bei Belastung zunimmt.

[0074] Ein solch variabler Kompressionsmodul hat, wenn er auf die Konstruktion von Keileinsätzen zur Verstärkung der Seitenwände von Reifen mit Notlaufeigenschaften angewendet wird, den Effekt, den Seitenwand-Keileinsatzstrukturen ein variables Trägheitsmoment zu verschaffen, das zunimmt, wenn die radial gerichteten endbelastenden Kompressionskräfte, die mit dem Notlaufbetrieb zusammenhängen, zunehmen. Der offensichtliche Vorteil ist, dass keileinsatzverstärkte Seitenwände, die abwechselnde Lagen in Umfangsrichtung angeordneter steiferer Lagen mit dazwischenliegenden flexibleren Lagen umfassen, während normal aufgepumpten Betriebs eine

relativ niedrigere Starrheit verschaffen als während des Notlaufbetriebs. In dem letzteren Zustand wird, wenn die Biegeverformung der Seitenwände in dem Bereich, der. am dichtesten bei dem den Boden berührenden Teil der Seitenwand liegt, groß ist, wie während des Notlaufbetriebs, der Widerstand der verstärkten Seitenwände gegen Biegeverformung größer als während normal aufgepumpten Betriebs. Somit verschafft diese Erfindung flexiblen Fahrkomfort während normal aufgepumpten Betriebs, während sie auch eine gute strukturelle Starrheit der Seitenwände während des Notlaufbetriebs verschafft.

[0075] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht eines einzelnen Seitenwandkeils **64**, der das in den Fig. 4A und Fig. 4B demonstrierte Prinzip geschichteter Materialien beinhaltet. Die Lagen **68** aus starrerem Material sind innerhalb des in Umfangsrichtung angeordneten Keileinsatzes **64** in Umfangsrichtung angeordnet, wobei sie zwischen dem flexibleren Material **66** mit niedriger Hysterese liegen. Bezugnehmend auf Fig. 5 verleiht das flexiblere Material **66** mit niedriger Hysterese den Seitenwänden des Reifens während normal aufgepumpten Betriebs eine gute Flexibilität. Während des Notlaufbetriebs, wenn die Verformung am extremsten wird, tragen die starreren Lagen **68**, die die Ausdehnung des Keileinsatzes einschränken, eine verstärkte Starrheit zu dem geschichteten Komposit-Keileinsatz **64** bei, während sie den Widerstand gegen Kompressionsverformung erhöhen. Somit nimmt das strukturelle Trägheitsmoment des Keileinsatzes, und somit der Seitenwand, mit der Biegeverformung zu. Zusätzlich verringert das dominante Vorhandensein des Materials **66** mit niedriger Hysterese das biegeverursachte Erhitzen während des Notlaufbetriebs. Somit kombiniert sich während des Notlaufbetriebs niedrige Hysterese mit hoher Starrheit, verschafft jedoch flexible Seitenwände während normal aufgepumpten Betriebs.

[0076] Die in Fig. 5 abgebildete Gestaltung des seitenwandverstärkenden Keileinsatzes kann beschrieben werden als Bereiche **66** aus flexiblem Material **62** mit niedriger Hysterese umfassend, wie etwa Elastomer (elastisches Polymer), getrennt von einer Vielzahl radial angeordneter Lagen **68** aus relativ starrem Material aus der Gruppe einschließlich faserverstärkten Elastomers, Thermoplastik mit oder ohne Metallverstärkung, Metall und Metalllegierung. Der Elastizitätsmodul ist definiert als die Neigung der Tangente am Ursprung einer Spannungs-Dehnungs-Kurve unter Zug oder Kompression. Der Elastizitätsmodul der steiferen Lage **68** ist 2–50.000 Mal der des flexibleren Materials **66**. Das flexiblere Material **66** hat eine Härte von typischerweise zwischen 45 und 70 auf der Shore A-Skala und umfasst typischerweise zwischen 5% und 99% des Gesamtvolumens des Einsatzes **64**. Die Lagen **68** starren Materials haben eine Härte, die überall zwischen etwas steifer als das flexible Material **66** bis vollkommen starr liegen kann. Die Lagen **68** haben parallele obere und untere Oberflächen und sind innerhalb des Keileinsatzes in Umfangsrichtung angeordnet. Die Anzahl von Lagen **68** in einem Einsatz **64**, und die relative Dicke der jeweiligen Schichten steiferer Lage **68** und flexibleren Materials **66** können von dem Reifenentwerfer so gewählt werden, dass die Reifengestaltung für den beabsichtigten Endgebrauch maßgeschneidert wird.

[0077] Fig. 6A zeigt in schematischer Querschnittsansicht eine andere Herangehensweise an dieselbe Herausforderung des Verschaffens eines Reifens mit Notlaufeigenschaften, der während normal aufgepumpten Betriebs eine komfortable Fahrt ergibt, während er während des Notlaufbetriebs eine gute Seitenwandstarrheit verschafft. In Fig. 6A ist ein Komposit-Keileinsatz **70** gezeigt, der einen einzigen „Begrenzer" **72** umfasst, der aus relativ starrem Elastomer gefertigt ist und einen dreieckigen Querschnitt hat, in dem Keileinsatz angeordnet. Der Keileinsatz **70** ist in erster Linie aus einem flexiblen Material mit niedriger Hysterese von der typischerweise in Keileinsätzen verwendeten Art hergestellt. Der Begrenzer **72** ist mit dem „Kernprofil" **72a** an der Oberfläche **70a** des Keileinsatzes **70**, das axial nach außen von der Äquatorebene des Reifens liegt, positioniert, während die Basis **72b** einen Teil der Oberfläche **70b** bildet, die axial nach innen von der Oberfläche **70a** hin zur Äquatorebene liegt. Fig. 6B zeigt den Effekt des starreren Materials des Begrenzers **72** auf den Keileinsatz **70**, wenn der Keileinsatz einer Kompresionskraft F_C unterzogen wird. Solch eine radial gerichtete Kompressionsbelastung veranlasst die Verformung des Keileinsatzelements **70**, sodass die Kompressionsdistanz CD größer bleibt, als wenn das starrere Material des Begrenzers **72** nicht vorhanden wäre. Gleichzeitig werden die Dicken E_1 (des oberen Teils $\mathbf{73_U}$ des Keileinsatzes **70**) und E_2 (des unteren Teils $\mathbf{73_L}$ des Keileinsatzes) von den größeren Ausdehnungsgrößenordnungen zurückgehalten, denen sie anderweitig bei Nichtvorhandensein des starren Elements **72**, das die seitliche Ausdehnung des benachbarten flexibleren Materials von $\mathbf{73_u}$ und $\mathbf{73_L}$ begrenzt, unterzogen würden. Diese Begrenzung der seitlichen Ausdehnungen, wie durch die Dicken E_1, E_2 gekennzeichnet, wäre natürlich in denjenigen Teilen $\mathbf{73_U}$ und $\mathbf{73_L}$ am größten, die dem starren Element **72** am unmittelbarsten benachbart sind.

[0078] Fig. 7 zeigt in schematischer Querschnittsansicht einen Keileinsatz **74**, wobei das in den Fig. 6A und Fig. 6B demonstrierte Prinzip in einem Umfeld abwechselnder Bereiche flexiblen Materials **76** und steiferen Materials **78** verwirklicht wird. Fig. 7 zeigt daher eine spezifische Anwendung des in den Fig. 6A und Fig. 6B demonstrierten allgemeinen Prinzips.

[0079] Bezugnehmend auf die Ausführung von Fig. 7 umfasst der Keileinsatz **74** radial abwechseln-

de Bereiche flexibler Abschnitte **76** und steiferer Abschnitte **78**. Die jeweiligen Abschnitte **76**,**78** haben generell einen dreieckigen Querschnitt und sind in Umfangsrichtung innerhalb des in Umfangsrichtung angeordneten Keileinsatzes **74** angeordnet. Sie sind radial abwechselnd in dem Sinn, dass die Abschnitte in der radialen Richtung des Reifens abwechseln. Ein Scheitelpunkt **77** jedes der generell dreieckigen, flexiblen Abschnitte **76** weist (oder ist im allgemeinen axial nach innen orientiert) zur Äquatorebene des Reifens. Ein Scheitelpunkt **79** jeder der in Umfangsrichtung angeordneten und generell dreieckigen steiferen Abschnitte **78** weist nach außen (weg von der Äquatorebene des Reifens). Die generell dreieckigen flexiblen Abschnitte **76** mit niedriger Hysterese haben eine Härte von zwischen etwa 45 und etwa 70 auf der Shore A-Skala. Die generell dreieckigen steiferen Abschnitte **78** haben eine Härte, die irgendwo zwischen etwas steifer als der flexible Abschnitt **76** (wie etwa ein Elastomer) bis vollkommen starr (wie etwa Metall) liegen kann. Die Anzahl starrer Bereiche **78** und flexibler Bereiche **76** und die spezifischen Formen der allgemein einen dreieckigen Querschnitt aufweisenden Bereiche kann so variiert werden, dass die Eigenschaften des Reifens für seine spezifischen beabsichtigten Verwendungen, wie etwa an Personenkraftwagen oder leichten Lastkraftwagen, maßgeschneidert werden.

[0080] Die Anordnung der dreieckigen Bereiche **76**, **78** des in Fig. 7 gezeigten Keileinsatzes **74** verschafft zwei Funktionsweisen, die Gestaltungen von Reifen mit Notlaufeigenschaften Vorzüge verschaffen. Eine Funktionsweise ist die Begrenzung bei seitlicher Ausdehnung des Keileinsatzes **74**, wie in Bezug auf die in Fig. 5 gezeigte geschichtete Kompositgestaltung beschrieben und in Bezug auf die Abmessungen E_1, E_2 in der Beschreibung von Fig. 6B erwähnt. Der andere Effekt ist unter Verweis auf die Fig. 8A und Fig. 8B beschrieben.

[0081] Fig. 8A zeigt einen vergrößerten Abschnitt **80** des in Fig. 7 gezeigten Keileinsatzes **74**. Der vergrößerte Abschnitt **80** enthält generell dreieckig geformte steifere Begrenzer **78**, durchsetzt mit generell dreieckig geformten, flexibleren Bereichen **76** mit niedriger Hysterese. Der Abschnitt **80** ist mit radial gerichteter Kompression belastet und hat einen Krümmungsradius von R_1. Die starren Begrenzer **78** berühren einander an den Punkten **84**. Während des Notlaufbetriebs verändert sich die Form des Abschnitts **80**. Fig. 8B zeigt einen Teil **81** des in Fig. 8A gezeigten Abschnitts **80**. Der Teil **81** wird durch die Kraftvektoren F_C, die in den Seitenwandteilen auftreten, die, wenn der Reifen unaufgepumpt ist, am meisten benachbart zu dem den Boden berührenden Teil der Lauffläche des Reifens sind, mit radial gerichteter Kompression belastet. Der in Fig. 8B gezeigte Krümmungsradius R_2 ist daher weniger als der in Fig. 8A gezeigte R_1, aufgrund des Biegeeffekts der Kompressionslast. In Fig. 8B sind die starren Begrenzer **78** als aufgrund der Biegeeffekte der Kompressionskraft F_C entlang dem Bereich **82** verformt dargestellt. Der Effekt des durch die Kompressionskraft F_C verursachten Biegens ist daher so, dass die starren Begrenzerteile **78** an den Stellen, die ihren anfänglichen Kontaktpunkten **84** benachbart sind, in engeren Kontakt gebracht werden. Der mit 82 bezeichnete Bereich wird durch die Kompression verformt, wenn die Scheitelpunktteile **83** der weniger starren Abschnitte **76**, die am dichtesten bei den Kontaktpunkten **84** liegen, komprimiert werden.

[0082] Somit ist der Nettoeffekt des durch Kompression verursachten Biegens der in Fig. 7 gezeigten Keileinsatzausführung derart, dass, beim Ansteigen des kompressionsabhängigen Biegemoments, der Bereich **82** sich auf eine Weise verbreitert (verlängert), die einer Kompressionskraft auf die Scheitelpunktbereiche **83** des flexiblen Materials **76** entspricht. Mit anderen Worten, wenn die Kompressionskraft zunimmt, so nähern die Bereiche **82** der Begrenzer **78**, die am dichtesten an den Stellen **84** liegen, sich einander auf eine Weise, die das Gebiet von Bereichen **82** vergrößert, die dem komprimierten Scheitelpunktteil **83** der flexiblen Bereiche **76** benachbart sind.

Bevorzugte Ausführungsform

[0083] Bezugnehmend auf Fig. 9 ist dort in Querschnittsansicht eine Ausführung der Erfindung illustriert in einem Pneumatik-Radialreifen **86** mit Notlaufeigenschaften mit einer Lauffläche **87**, einer Karkasse **96** einschließlich einer Radiallagenstruktur **98**, einer Innenisolierung **100**, zwei unausdehnbaren ringförmigen Wülsten **102a**, **102b** und zwei Seitenwänden **88a**, **88b**. Eine Gürtelstruktur **103** befindet sich zwischen der Lauffläche **87** und der Karkasse **96**. Jede Seitenwand **88a**, **88b** dieses Pneumatik-Radialreifens **86** mit Notlaufeigenschaften enthält einen einzelnen seitenwandverstärkenden Keileinsatz **89a** beziehungsweise **89b**, der radial abwechselnde Bereiche **90a**, **90b** flexiblen Materials mit niedriger Hysterese umfasst, getrennt durch eine Vielzahl oder zumindest eine von mehreren starren (steiferen) Lagen **91a** beziehungsweise **91b**. Die Vielzahl radial geschichteter, in Umfangsrichtung angeordneter Bereiche (**90a**, **90b**) wird durch die Vielzahl in Umfangsrichtung angeordneter Lagen (**91a**, **91b**) eines Materials, das steifer als das Material der Bereiche **90a**, **90b** ist, getrennt.

[0084] Der Reifen **86** verschafft flexible Seitenwände und einen guten Fahrkomfort bei normal aufgepumptem Betrieb, während er auch eine hochsteife Seitenwandverstärkung während des Notlaufbetriebs verschafft. Während der Keileinsatz **89a**, **89b** bei Verwirklichung der in Fig. 5 dargestellten Ausführung gezeigt ist, kann er durch die in Fig. 7 gezeigte Kei-

leinsatzausführung ersetzt werden.

Alternative bevorzugte Ausführungsform

[0085] Bezugnehmend auf Fig. 10 ist dort in Querschnittsansicht eine andere Ausführung der Erfindung in einem Radialreifen **104** mit Notlaufeigenschaften dargestellt, der eine Lauffläche **106**, eine Karkasse **116** einschließlich einer Radiallagenstruktur **108**, eine Innenisolierung **112**, zwei unausdehnbare ringförmige Wülste **114a**, **114b** und zwei Seitenwände **116a**, **116b** umfasst. Eine Gürtelstruktur **110** befindet sich zwischen der Lauffläche **106** und der Karkaasse **108**. Jede Seitenwand **116a**, **116b** dieses Radialreifens **104** mit Notlaufeigenschaften enthält einen ersten inneren seitenwandverstärkenden Keileinsatz **118a** beziehungsweise **118b** (wie **74** von Fig. 6B) und einen zweiten, außen angeordneten Seitenwandkeileinsatz **120a**, **120b**. Jeder der ersten seitenwandverstärkenden Keileinsätze **118a**, **118b** umfasst radial abwechselnde und generell dreieckig geformte Bereiche **122a**, **122b** (wie **76**) flexiblen Materials mit niedriger Hysterese, die durch eine Vielzahl generell dreieckig geformter Bereiche **124a** beziehungsweise **124b** aus steiferem Material getrennt werden. Die generell dreieckig geformten Bereiche **122a**, **122b** aus flexiblem Material mit niedriger Hysterese und die Bereiche **124a**, **124b** sind so angeordnet, dass ein Scheitelpunkt jedes flexiblen dreieckigen Bereichs **122a**, **122b** mit niedriger Hysterese generell axial nach innen hin zur Äquatorebene EP des Reifens orientiert ist, während ein Scheitelpunkt jedes generell dreieckig geformten dazwischenliegenden Bereichs **124a**, **124b** aus starrem Material generell axial nach außen weg von der Äquatorebene des Reifens orientiert ist. Der Reifen **104** verschafft flexible Seitenwände und einen guten Fahrkomfort bei normal aufgepumptem Betrieb, während er auch eine hochsteife Seitenwandverstärkung während des Notlaufbetriebs verschafft. Während die Keileinsätze **118a**, **118b** als die in Fig. 7 gezeigte Ausführung dargestellt sind, liegt es innerhalb der Reichweite der vorliegenden Erfindung, sie durch Keileinsätze des in Fig. 5 gezeigten Typs zu ersetzen.

[0086] Während in dieser Ausführung die inneren Einsätze **118a**, **118b** Komposit sind (d.h. aus geschichteten flexiblen Bereichen **122a**, **122b** und steiferen Bereichen **124a**, **124b**) und die äußeren Einsätze **120a**, **120b** keine Komposite sind, liegt es innerhalb der Reichweite dieser Erfindung, dass die äußeren Einsätze Komposite sind und die inneren Einsätze keine Komposite sind, oder dass sowohl die inneren Einsätze als auch die äußeren Einsätze Komposite sind.

[0087] Während die Erfindung in Kombination mit Ausführungen davon beschrieben wurde, ist deutlich, dass den Fachleuten in der Technik im Licht der vorangehenden Lehren viele Alternativen, Modifikationen und Variationen deutlich sein werden. Entsprechend soll die Erfindung alle derartigen Alternativen, Modifikationen und Variationen, wie sie innerhalb der Reichweite der beigefügten Ansprüche liegen, einbeziehen.

Patentansprüche

1. Ein Pneumatik-Radialreifen mit Notlaufeigenschaften (**86**, **104**) mit einer Lauffläche (**87**, **106**), einer Karkasse (**96**, **108**) einschließlich einer Radiallagenstruktur (**98**, **110**) und zwei Seitenwänden (**88a**, **88b**, **116a**, **116b**), die jede durch zumindest einen Verstärkungs-Keileinssatz (**89a**, **89b**, **118a**, **118b**, **120a**, **120b**) verstärkt sind, wobei der zumindest eine Verstärkungs-Keileinsatz (**89a**, **89b**, **118a**, **118b**, **120a**, **120b**) aus zwei oder mehr verschiedenen Materialien konstruiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Verstärkungs-Keileinsatz (**89a**, **89b**, **118a**, **118b**, **120a**, **120b**) in jeder Seitenwand (**88a**, **88b**, **116a**, **116b**) jeweils eine Mehrzahl radial geschichteter, umfangsgerichtet angeordneter Bereiche (**90a**, **90b**, **122a**, **122b**) aus einem ersten flexiblen Material mit niedriger Hysterese aufweist, getrennt durch eine oder mehrere umfangsgerichtet angeordnete Lagen (**91a**, **91b**, **124a**, **124b**) eines zweiten Materials, das steifer als das erste Material ist, um so eine Erhöhung der Steifheit in direkter Beziehung zur Größenordnung der angelegten Kompressionskräfte bereitzustellen.

2. Reifen (**86**, **104**) gemäß Anspruch 1, weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (**90a**, **90b**, **122a**, **122b**) flexiblen Materials mit niedriger Hysterese eine Härte von zwischen 45 und 70 auf der Shore A-Skala haben und die Lagen (**91a**, **91b**, **124a**, **124b**) steiferen Materials eine Härte haben, die zwischen etwas mehr als der des flexiblen Materials mit niedriger Hysterese bis hin zu vollkommen starr liegt.

3. Reifen (**86**, **104**) gemäß Anspruch 1, weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass der Reifen einen zweiten Verstärkungs-Keileinsatz (**120a**, **120b**) umfasst, der axial nach außen von dem zumindest einen Keileinsatz (**89a**, **89b**, **118a**, **118b**) jeweils in jeder Seitenwand (**88a**, **88b**, **116a**, **116b**) gelegen ist.

4. Reifen (**104**) gemäß Anspruch 1, wobei die radial geschichteten, umfangsgerichtet angeordneten Bereiche (**122a**, **122b**) flexiblen Materials mit niedriger Hysterese und die Lagen (**124a**, **124b**) eines zweiten, steiferen Materials beide im Querschnitt eine dreieckige Form aufweisen.

5. Reifen (**104**) gemäß Anspruch 4, wobei die radial abwechselnden, umfangsgerichtet angeordneten dreieckig geformten Bereiche (**122a**, **122b**) aus flexiblem Material mit niedriger Hysterese und die dazwischenliegenden, umfangsgerichtet angeordneten, dreieckig geformten Materiallagen (**124a**, **124b**)

so angeordnet sind, dass ein Scheitelpunkt jedes dreieckig geformten Bereichs flexiblen Materials mit niedriger Hysterese axial nach innen zur Äquatorebene (EP) des Reifens orientiert ist, und ein anderer Scheitelpunkt jeder der umfangsgerichtet angeordneten, dreieckig geformten abwechselnden Lagen steiferen Materials axial nach außen von der Äquatorebene (EP) des Reifens orientiert ist.

6. Reifen (**104**) gemäß Anspruch 5, wobei die Bereiche (**122a**, **122b**) flexiblen Materials mit niedriger Hysterese aus einem Material mit einer Härte zwischen 45 und 70 auf der Shore A-Skala gewählt sind.

7. Reifen (**104**) gemäß Anspruch 6, wobei die Lagen (**124a**, **124b**) steiferen Materials aus einem Material mit einer Härte gewählt sind, die zwischen etwas mehr als der des flexiblen Materials mit niedriger Hysterese bis hin zu vollkommen starr liegt.

8. Reifen (**104**) gemäß Anspruch 7, der weiterhin einen zweiten Verstärkungs-Keileinsatz (**120a**, **120b**) umfasst, der axial nach außen von dem zumindest einen Keileinsatz (**118a**, **118b**) jeweils in jeder Seitenwand (**116a**, **116b**) angeordnet ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

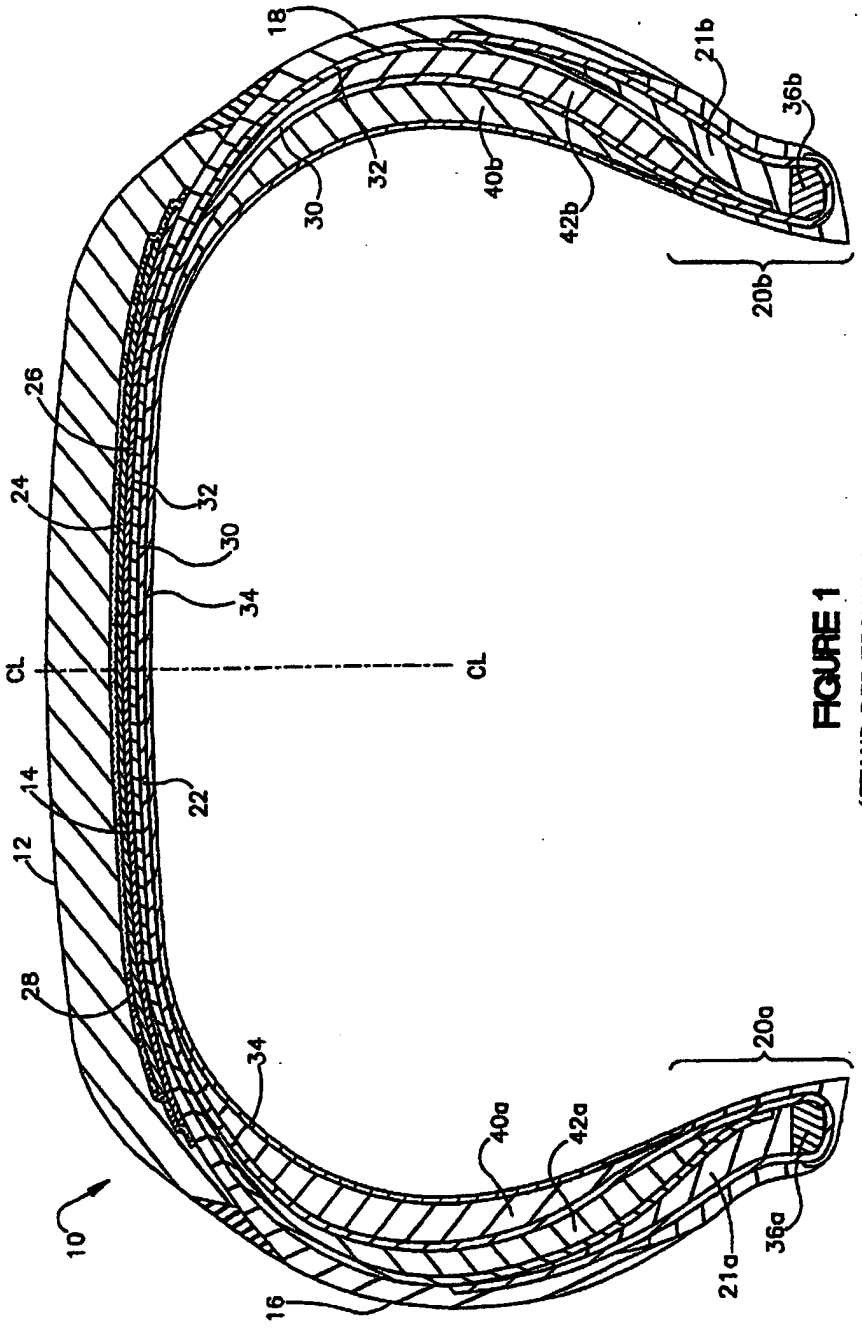


FIGURE 1
(STAND DER TECHNIK)

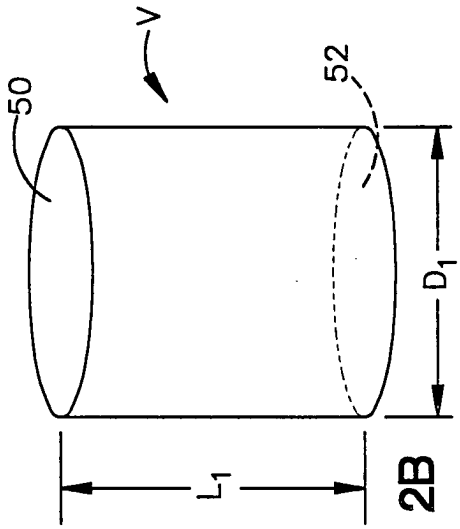


FIGURE 2B

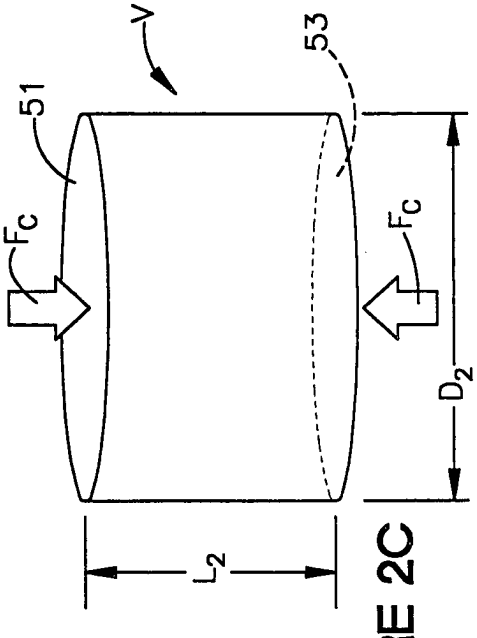


FIGURE 2C

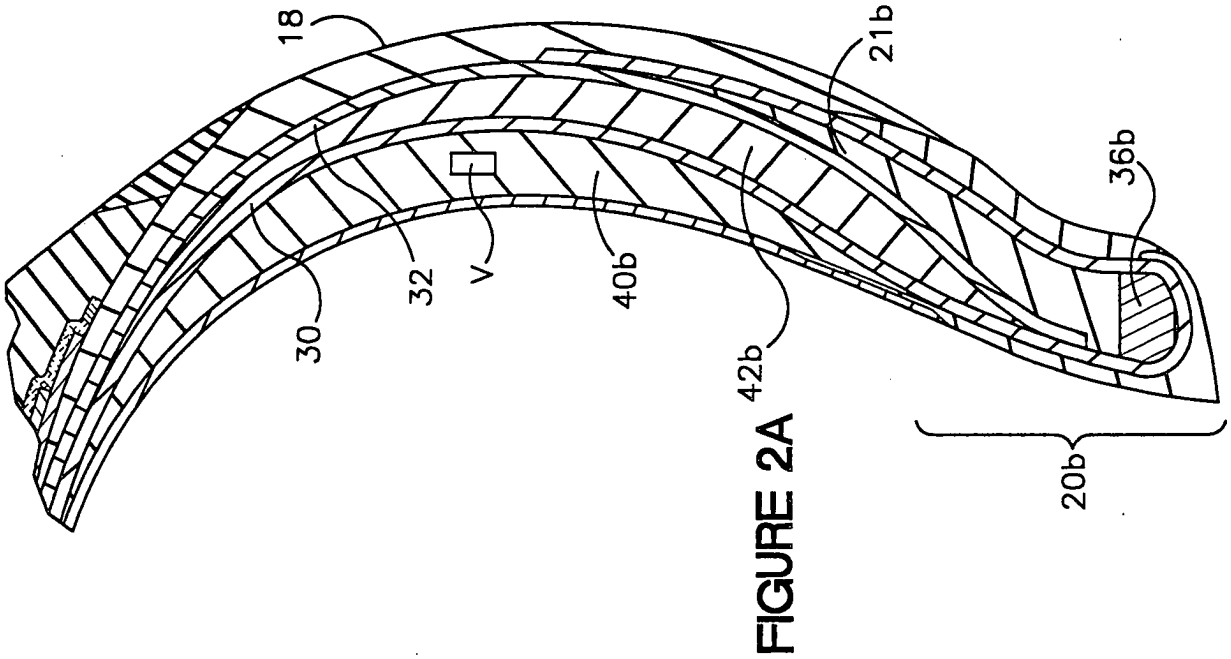


FIGURE 2A

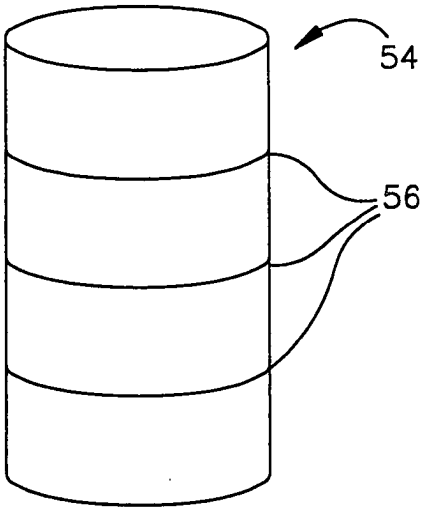


FIGURE 3A

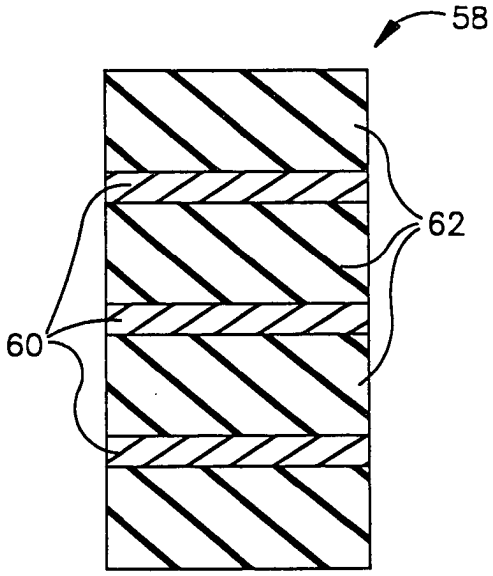


FIGURE 4A

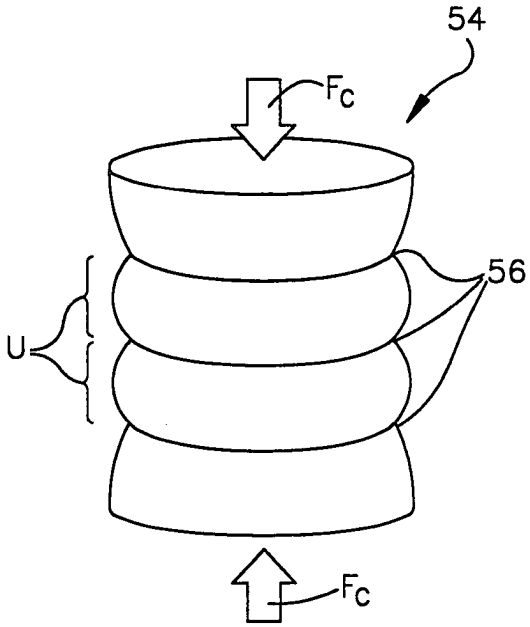


FIGURE 3B

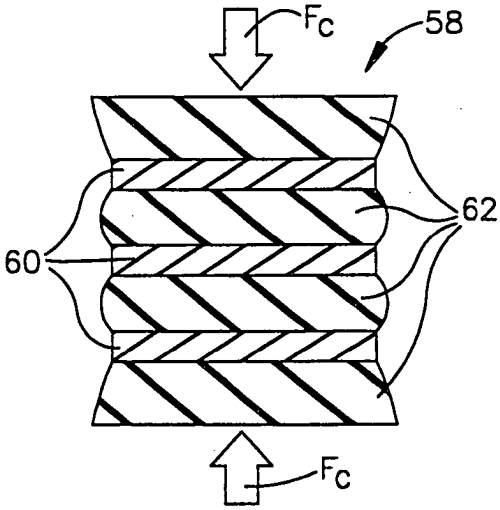


FIGURE 4B

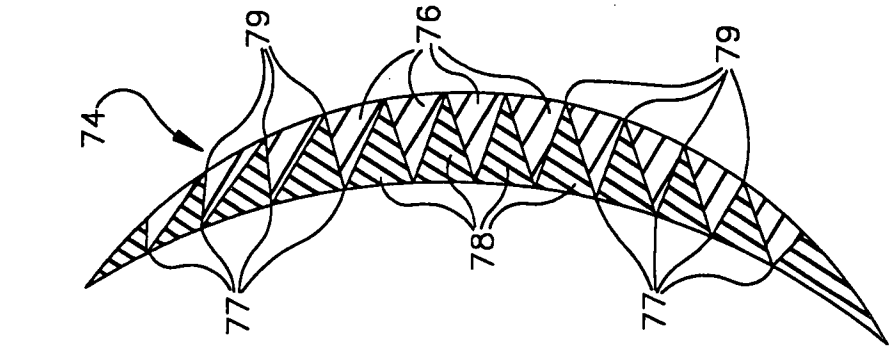


FIGURE 7

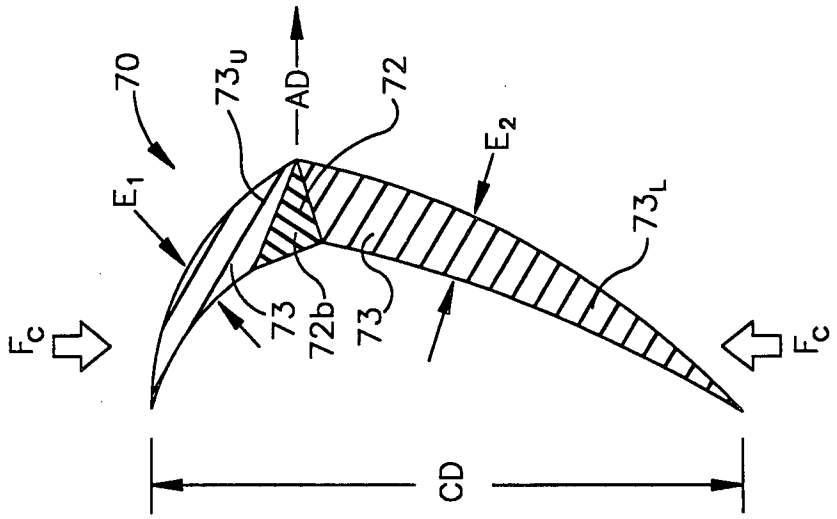


FIGURE 6B

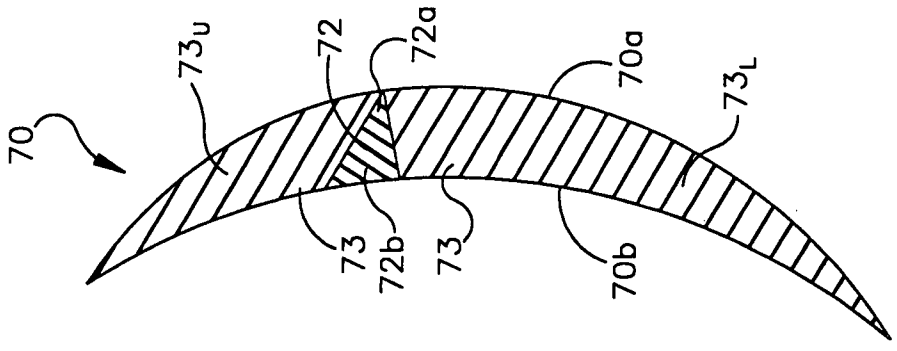


FIGURE 6A

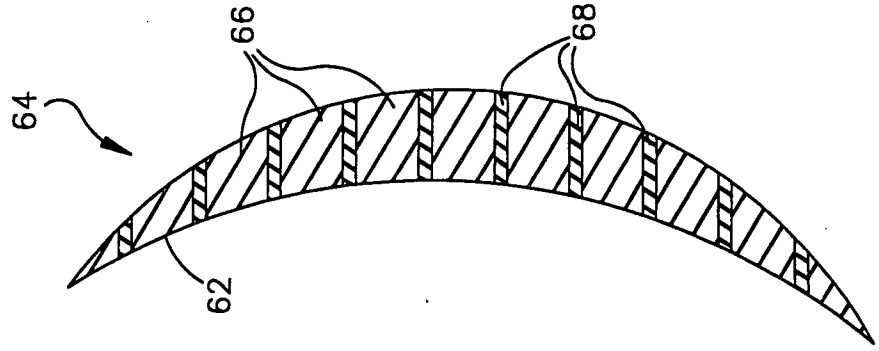


FIGURE 5

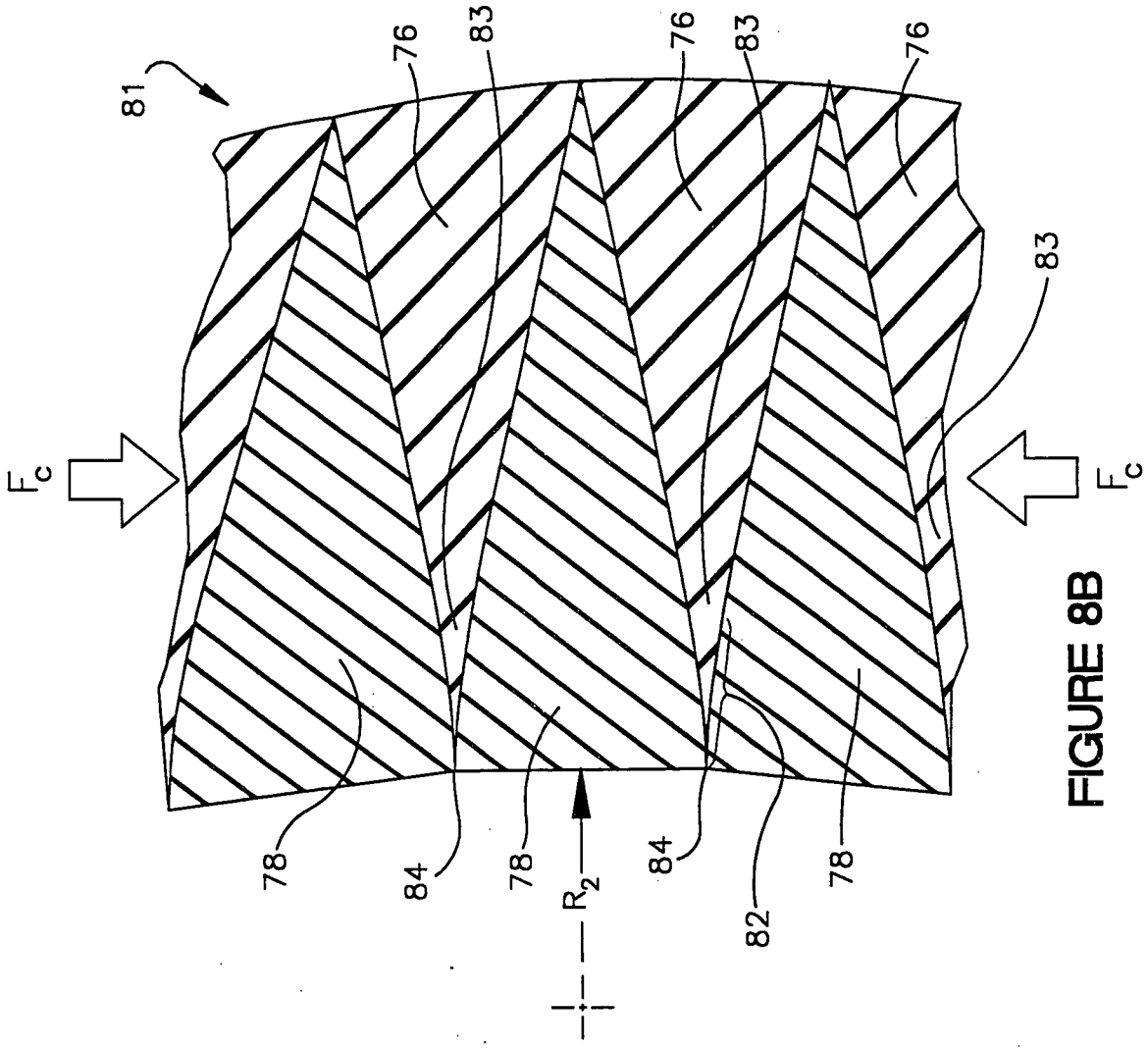


FIGURE 8B

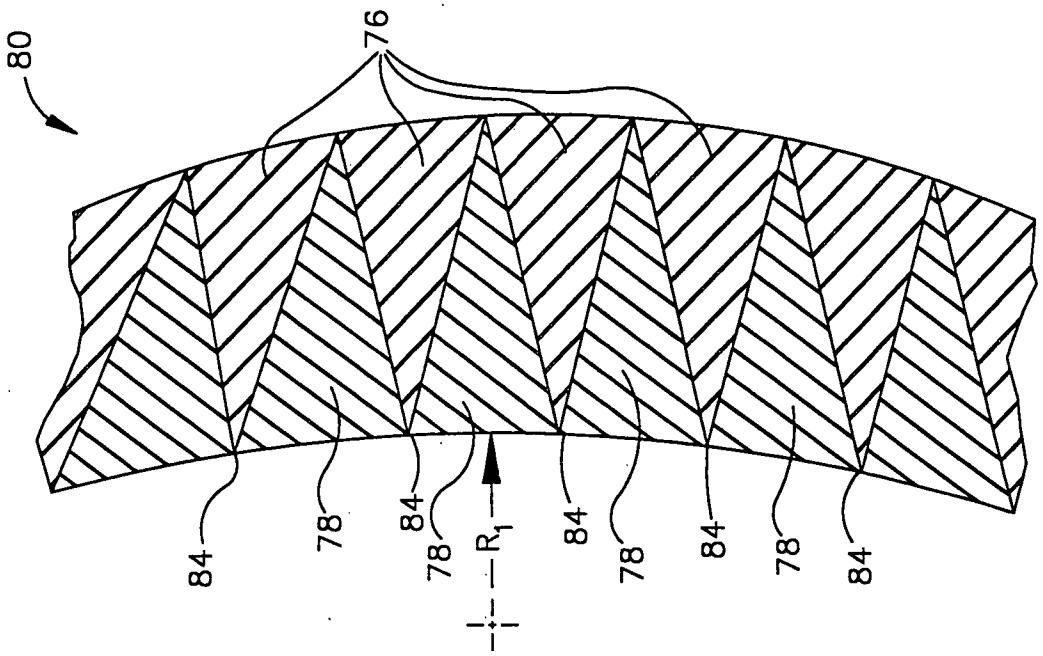


FIGURE 8A

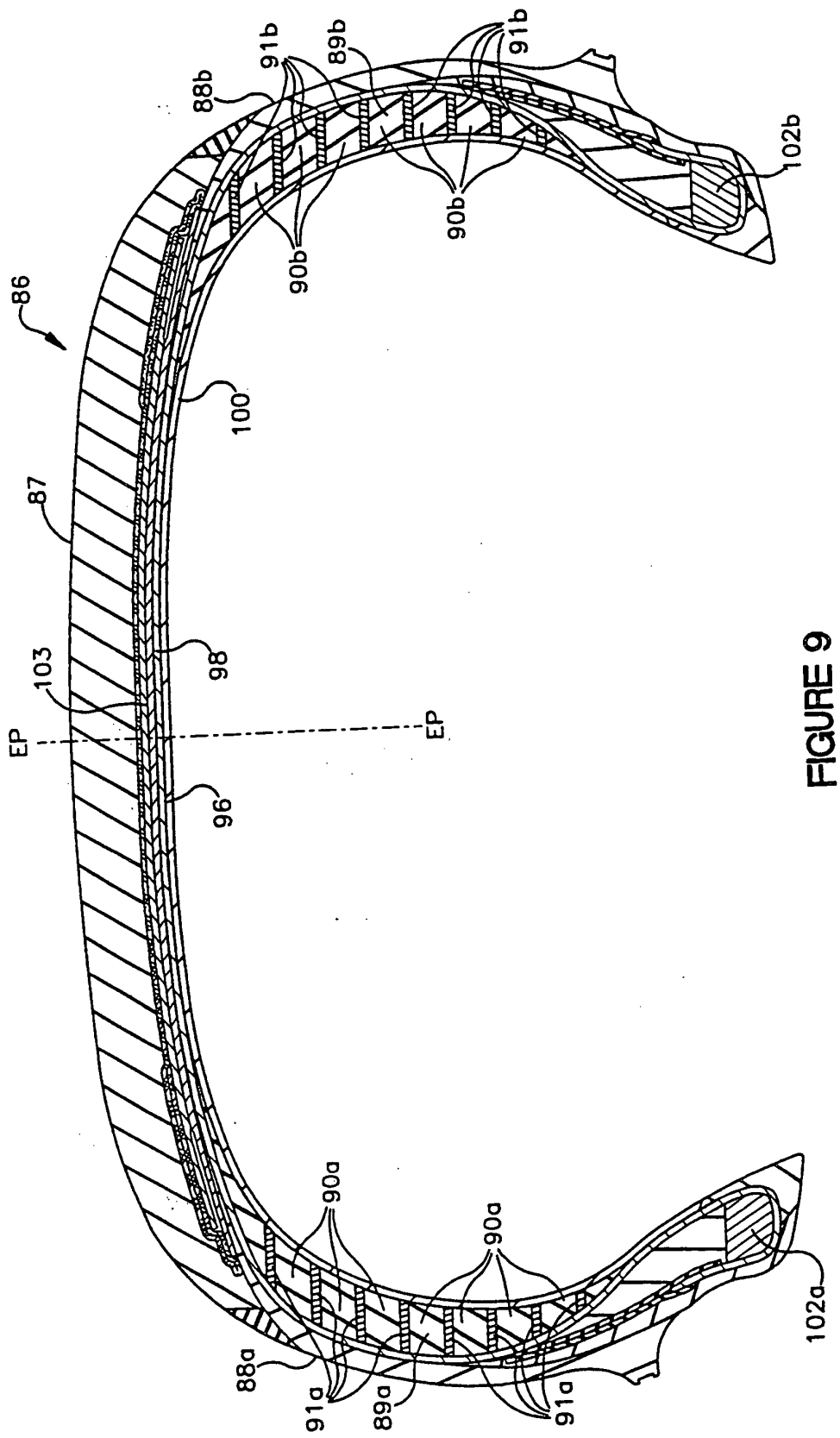

86
87
88b
91b
89b
91b
102b
90b
90b
100
103
98
EP
EP
96
90a
90a
102a
88a
91a
89a
91a

FIGURE 9

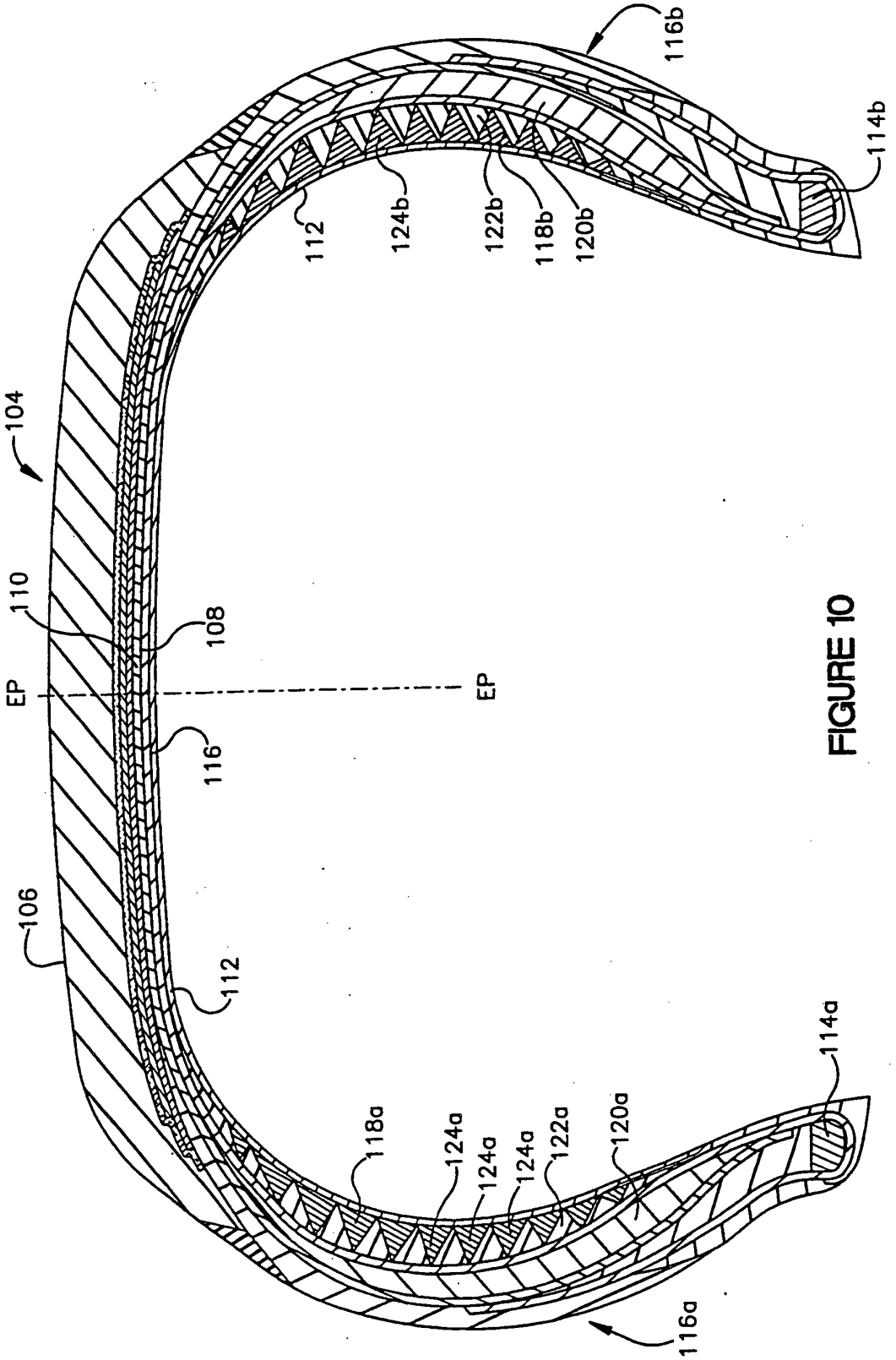

116b
114b
112
124b
122b
118b
120b
104
110
108
EP
EP
116
106
112
114a
118a
124a
124a
124a
122a
120a
116a

FIGURE 10