



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 06 178 T2** 2006.06.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 409 233 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B29D 30/06** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 06 178.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP02/04488**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 748 672.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/087863**

(86) PCT-Anmeldetag: **24.04.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **07.11.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.04.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.09.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.06.2006**

(30) Unionspriorität:

01830282	30.04.2001	EP
298882 P	19.06.2001	US

(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:

Pirelli Pneumatici S.p.A., Milano, IT

(72) Erfinder:

**MANCOSU, Federico, I-20135 Milano, IT;
FIORAVANTI, Paola, Anna, I-20052 Monza, IT;
MISANI, Pierangelo, I-20052 Monza, IT**

(74) Vertreter:

v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano, 81541 München

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG MIT GESTEUERTEM VOLUMEN UND VERFAHREN ZUM FORMEN UND VULKANISIEREN EINES REIFENS**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens, wobei die Ausform- und Vulkanisiervorgänge mit einem gesteuerten Volumen ausgeführt werden.

[0002] Zu der traditionellen Reifenherstellung gehört die auf einer Trommel vorgenommene Vorbereitung eines Rohprodukts, das aus einer torusförmigen Hülle mit einer Karkasse, die eine Kronenzone hat, die zwischen einem Paar von axial gegenüberliegenden Seitenwänden eingesetzt ist, die in Wulsten zum Verankern des Reifens an einer entsprechenden Montagefelge enden, mit einem Gurtaufbau und mit einem Laufflächenband besteht. Die Karkasse und der Gurtaufbau werden aus vorher ausgewählten elastomeren Materialien und Verstärkungselementen, das Laufflächenband und die Seitenwände aus Streifen aus elastomerem Material gebildet.

[0003] Dann wird der Rohreifen aus der Trommel herausgenommen und einer Vulkanisierung in einer Form unter der kombinierten Wirkung von Wärme und Druck unterworfen.

[0004] Im Allgemeinen hat die Vulkanisierform eine Krone aus radial einstellbaren Sektoren, die zwischen zwei axial gegenüberliegenden Hochglanzkästen angeordnet sind, sowie eine aufblähbare, innere elastische Kammer. Innerhalb der Form wird der Rohreifen gleichzeitig von der Außenseite und von der Innenseite mit Hilfe eines Druckfluids (gewöhnlich Dampf oder heißes Wasser) erhitzt, das in der Form umgewälzt und in die innere elastische Kammer eingeführt wird. Während die Form geschlossen ist, werden die Kästen axial näher zueinander gebracht und die Sektoren zentripetal bewegt, um einen nach außen geschlossenen Hohlraum zu erzeugen. Während der Vulkanisierung dehnt sich die elastische Kammer aus und drückt den Reifen von innen gegen die Form. Der Reifen erhält so das abschließende Laufflächenmuster und die Endform.

[0005] Während des Ausform- und Vulkanisierungsprozesses können alle Änderungen im Volumen und/oder der Dicke des Rohreifens toleriert werden, da die innere elastische Kammer, die verformbar ist, sich automatisch an diese Änderungen anpasst und für sie "Einstellungen ausführen" kann.

[0006] Neuerdings wurde diese traditionelle Technik durch eine Reifenausform- und Vulkanisierertechnik mit einer Form mit konstantem Volumen ergänzt. Diese besteht in der Anordnung eines vorgegebenen Volumens von Verstärkungselementen und elastischem Material, die den aufzubauenden und zu vulkanisierenden Rohreifen bilden, auf einem starren Träger mit einer Toroidform (dessen Außenfläche der Innen-

fläche des fertig gestellten Reifens entspricht). Die Vulkanisierform hat eine Außenhülle, die von einer Krone von Sektoren und von Kästen gebildet wird, sowie einen Innenteil, der von dem starren Träger gebildet wird, der den Rohreifen trägt. Wenn die Form geschlossen ist, befindet sich der Außenteil der Form in seiner Arretierposition, wobei zwischen dieser Position und dem starren Träger die Bildung eines Hohlraums besteht, dessen Volumen immer konstant bleibt.

[0007] Der Rohreifen, der in der Form ausgeformt und vulkanisiert werden soll, hat eine Form, die ähnlich der des Hohlraums ist, und ein Volumen, das im Wesentlichen gleich dem konstanten Volumen des Hohlraums der Form ist, da der Ausformdruck von der Differenz zwischen dem Volumen des Rohreifens und dem Volumen des Hohlraums abhängt. Wenn das Volumen des Rohreifens kleiner als das des Hohlraums ist, ist der Wert des Ausformdrucks unzureichend und somit das Endergebnis nicht zufrieden stellend. Im Falle eines übermäßigen Volumens des Rohreifens (im Hinblick auf das konstante Volumen, das innerhalb der Form zur Verfügung steht und auf die Inkompressibilität des Kautschuks) werden innerhalb der Form hohe Drucke erzeugt. Diese hohen Drucke können übermäßige Spannungen an den mechanischen Bauelementen der Form erzeugen und zu einer Deformation der Form und somit zur Erzeugung eines "verzerrten" Produkts oder zur Bildung nicht akzeptabler Rippen, wenn das elastomere Material in die Freiräume zwischen den mechanischen Bauelementen und/oder in geeignete, in der Form vorgesehene Lüftungsöffnungen fließt oder sogar zu einem Bruch der Form führen.

[0008] Deshalb sollte beim Ausformen bei konstantem Volumen das Volumen des Rohreifens im Wesentlichen gleich dem freien Volumen der geschlossenen Form sein. In der Praxis muss das Volumen des Rohreifens gerade etwas größer als das des Hohlraums sein, in dem er untergebracht wird.

[0009] Die EP-A-O 264 600 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausformen und Vulkanisieren eines Luftreifens bei konstantem Volumen, wobei elastomere Produkte und Verstärkungselemente nacheinander auf einem starren Träger so angeordnet werden, dass progressiv ein Rohreifen aufgebaut wird. Die Anordnung der elastomeren Produkte wird mit Hilfe wenigstens eines volumetrischen Extruders bewirkt, dessen Abgabeöffnung bezüglich des Trägers in einer Ebene positioniert ist, in der das elastomere Erzeugnis zur Herstellung des Rohreifens aufgebracht wird. Die Menge des abgelegten elastomeren Erzeugnisses wird durch Extrudieren eines vorgegebenen Volumens aus dem volumetrischen Extruder bezüglich der Drehzahl des Trägers und des Ablegeradius gesteuert. Das Profil des herzustellenden elastomeren Produkts wird mit Hilfe ei-

ner im Wesentlichen meridianen Bewegung des Mundstücks bezüglich der rotierenden Ablagefläche erhalten.

[0010] Das Verfahren und die Vorrichtung, die in diesem Dokument beschrieben sind, verwenden eine Form, bei der die Innenseite von einem starren Träger gebildet wird, auf dem der Rohreifen aufgebaut wird. Somit handelt es sich um eine Form mit konstantem Volumen.

[0011] Deshalb erfordern auch in diesem Fall das Verfahren und die Vorrichtung, die in dem vorstehend erwähnten Dokument beschrieben sind, einen Rohreifen, der mit einem Volumen ausgeformt und vulkanisiert wird, das so konstant wie möglich ist und so nahe wie möglich bei dem theoretischen (Nenn-)Volumen des Hohlraums der geschlossenen Form liegt.

[0012] Wegen der unvermeidbaren Änderungen eines industriellen Prozesses ist jedoch die Menge der gelieferten elastomeren Masse Schwankungen unterworfen, und das Volumen der Rohreifen ist nicht konstant, während das Volumen des Hohlraums der Form konstant ist. Wenn es einen Engpass bei der elastomeren Masse gibt, werden deshalb die Konstanz und der genaue Ausformdruck nicht gewährleistet, während, wenn ein Überschuss an elastomere Masse vorhanden ist, es zu den vorstehend beschriebenen Problemen und Schwierigkeiten kommt.

[0013] Darüber hinaus können die oben erwähnten Änderungen im Volumen des gelieferten Materials sowohl von rein mechanischen Ursachen als auch von verschiedenen Eigenschaften des elastomeren Materials und/oder der Zusatzstoffe von einem Lieferanten zum anderen oder von Charge zu Charge und/oder von dem Mischprozess der Komponenten der elastomeren Masse abhängen.

[0014] Die US 1,366,750 bezieht sich auf Kerne, die in der Karkasse bei der Reifenfertigung verwendet werden, und insbesondere auf einen Kern mit elastischer Eigenschaft. Es wird ein Kernelement aus Abschnitten vorgesehen. Jeder Abschnitt hat drei Teile, die, wenn sie zusammengefügt sind, einen Körperabschnitt bilden können, auf dem die Reifenkarkasse ausgebildet wird. Ein oder mehrere Teile eines jeden Abschnitts bestehen aus Federmetall, um die richtige Elastizität zu liefern.

[0015] Die US 1,393,998 bezieht sich auf die Herstellung von Reifen. Bei der Karkassenherstellung für Luftreifen ist es erforderlich, dass die Karkasse während des Vulkanisierens unter Druck steht. Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Reifen bereitgestellt, bei denen ein innerer Fluidruck, vorzugsweise Luftdruck, ohne Verwendung eines inneren Behälters oder Luftbalgs verwen-

det wird, so dass bei der Herstellung der Reifen ein großer Kostenbetrag ausgeschlossen wird.

[0016] Die GB 121,439 bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Reifenkarkassen, bei denen ein Fluidruck zum Einsatz kommt, der indirekt an den Innenraum der Karkasse über eine elastische Wand angelegt wird, um die Karkasse zur eigentlichen Reifenbildung zu bringen, und bei welchen danach ein Fluidruck zur Anwendung gelangt, der direkt an den Innenraum angelegt wird, um der Karkasse die abschließende Form zu geben und um die Karkasse während der Vulkanisierung zu halten.

[0017] Die US 1,328,676 bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur Herstellung von Luftreifen. Die Reifenkarkasse wird anfänglich ausgebildet, wobei ihre End-Innenabmessung mit Ausnahme dessen, was in etwa dem Laufflächenbereich entspricht, abgeflacht ist, d.h. nicht zu der End-Innenform abgerundet ist, während abschließend der abgeflachte Abschnitt einem den abgeflachten Abschnitt umfassenden Dehnvorgang unterworfen wird, wobei die Dehneinrichtung auf eine Bewegung begrenzt ist, die erforderlich ist, um die volle Innenraumausformung und Größe des gewünschten Reifens abzuschließen.

[0018] Die EP-A-O 400 496 beschreibt eine volumetrische Pumpe zum Fördern von Rohkautschuk für eine Vorrichtung zum Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens mit konstantem Volumen. Die Pumpe hat wenigstens einen Förderkolben, der sich in einem Zylinder mit einer abwechselnden Bewegung zwischen einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt verschiebt. Die Pumpe hat ferner eine Beschickungskammer, eine Einrichtung zur Zwangsbeschickung zum Füllen des Zylinders und eine Abführöffnung, die mit einem Rückschlagventil versehen ist. Die Zylinderwand hat als einzige Verbindung des Zylinders nach außen einen oder mehrere Einlasskanäle, in denen die Beschickungskammer endet. Der Einlasskanal ist axial zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt angeordnet und wird von dem Förderkolben während seiner Bewegung zum oberen Totpunkt verschlossen. Das in einem Zyklus der Pumpe extrudierte Volumen hängt von dem Volumen, das von dem Förderkolben zwischen dem Punkt, an dem er den Einlasskanal schließt, und dem oberen Totpunkt mitgenommen wird, sowie davon ab, dass die Beschickungseinrichtung und der Förderkolben durch eine einzige Eingangswelle betätigt werden.

[0019] Es handelt sich um eine sehr komplexe Pumpe, die jedoch Förderungen von genau konstanten Volumina nicht gewährleistet.

[0020] Die Erfinder haben beobachtet, dass in der

Praxis bei einem Prozess des Aufbaus eines Rohreifens es immer eine Änderung der Masse der gelieferten Materialien gibt, die gleich $\pm \delta_{\text{Masse}}$ ist, und somit eine Variabilität im Volumen des Rohreifens gleich $\pm \delta_{\text{Volumen}}$ bezüglich des Nennvolumens V_0 vorliegt. Wenn beispielsweise $\pm \delta_{\text{Masse}}$ in der Größenordnung von ± 100 mg liegt und eine spezifische Dichte von $1,1 \text{ g/cm}^3$ angenommen wird, ist δ_{Volumen} gleich $\pm 91 \text{ cm}^3$. Die Variabilität des Reifenvolumens ist, ausgedrückt in Prozent, $\pm 1\%$.

[0021] Dieser Wert ist jedoch für moderne, hochentwickelte Reifen für die Ausrüstung von Hochleistungskraftfahrzeugen nicht akzeptabel.

[0022] Die Ziele der Erfindung sind auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ausformen und Vulkanisieren eines Rohreifens gerichtet, welche die Vorteile einer Ausformungstechnik mit konstantem Volumen bietet, jedoch seine Nachteile vermeidet.

[0023] Dies wird dadurch erreicht, dass bei genau gesteuertem Volumen gearbeitet wird.

[0024] In der vorliegenden Beschreibung und in den anschließenden Ansprüchen bedeutet der Ausdruck "gesteuertes Volumen", dass das Volumen des Ausform- und Vulkanisierhohlraums für eine Anpassung an das Volumen des in dem Hohlraum enthaltenen Rohreifens zunimmt oder abnimmt. Auf diese Weise ist das Volumen des Hohlraums immer gleich dem des Rohreifens, wodurch die Nachteile aufgrund von "Änderungen" des technischen Prozesses vermieden werden, die später beschrieben werden.

[0025] Gemäß einem ersten Aspekt bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zum Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens nach dem Anspruch 1.

[0026] In einem zweiten Aspekt bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens nach Anspruch 11.

[0027] Vorteilhafterweise wird das erwähnte Verfahren mit der vorher beschriebenen Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ausgeführt.

[0028] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0029] Die Vorrichtung und das Verfahren der Erfindung ermöglichen es, das Volumen des Hohlraums zum Ausformen und Vulkanisieren auf das effektive Volumen des Rohreifens einzustellen, während der Ausformdruck innerhalb des zweckmäßigen Bereichs von Werten zum Ausformen gehalten wird, wenn sich das Volumen des Rohreifens innerhalb vorgegebener Toleranzen des Reifenaufbauprozesses ändert.

[0030] Die Vorrichtung und das Verfahren haben den Vorteil, dass sie gewährleisten, dass der minimale Ausformdruck erreicht wird, der Ausformdruck innerhalb des zweckmäßigen Bereichs von Werten gehalten wird, während eine Formdeformation oder ein Bruch der Form vermieden wird, und Fehler im fertig gestellten Reifen ausgeschlossen sind.

[0031] Ein weiterer Vorteil, den die Vorrichtung und das Verfahren der Erfindung bietet, ist die Vulkanisierung ohne Dampf, indem die Beheizung der Form durch den Joule-Effekt mit Hilfe spezieller Einrichtungen erfolgen kann, die hier nicht beschrieben werden, da sie an sich bekannt sind.

[0032] Es werden nun Eigenschaften und Vorteile der Erfindung unter Bezugnahme auf Ausführungsformen veranschaulicht, die als nicht begrenzendes Beispiel in den beiliegenden Zeichnungen gezeigt sind, in denen

[0033] [Fig. 1](#) eine Teilansicht des Meridianschnitts einer Vorrichtung für das Ausformen und Vulkanisieren eines Rohreifens mit gesteuertem Volumen ist,

[0034] [Fig. 2](#) eine Teilansicht in einem Meridianschnitt längs der Linie B-B der später beschriebenen [Fig. 5](#) eines Rohreifens und des kollabierbaren inneren Trägers der Vorrichtung von [Fig. 1](#) ist,

[0035] [Fig. 3](#) eine Teilansicht im Meridianschnitt längs der Linie B-B von der später beschriebenen [Fig. 5](#) des inneren Trägers der Vorrichtung von [Fig. 1](#) ist, wobei die zwei Positionen eines unteren Anschlags (ausgezogen) und eines oberen Anschlags (gestrichelt) gezeigt sind, die der Kronenabschnitt einnimmt,

[0036] [Fig. 4](#) ein Diagramm ist, das eine charakteristische Kurve von Federn zeigt, die in dem kollabierbaren inneren Träger von [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) vorhanden sind,

[0037] [Fig. 5](#) schematisch die Ansicht im Äquatorialschnitt (d.h. in einer Ebene senkrecht zu der Axialrichtung) des inneren toroidförmigen Trägers und die Einzelheit der Kontaktzone zwischen den beweglichen Kronenabschnitten in den beiden Positionen, nämlich der Nominalposition und der unteren Anschlagsposition zeigt,

[0038] [Fig. 6](#) eine Variante des inneren Trägers von [Fig. 2](#) im Meridianschnitt längs der Linie B-B von [Fig. 5](#) zeigt, und

[0039] [Fig. 7](#) eine weitere Ausführungsform des inneren Trägers von [Fig. 2](#) im Meridianschnitt längs der Linie B-B von [Fig. 5](#) zeigt.

[0040] [Fig. 1](#) zeigt eine Vorrichtung 10 zum – bei

vorgegebenen Bedingungen von Temperatur und Druck – Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens **5**, der wenigstens teilweise roh ist. Die Vorrichtung **10** hat

- eine äußere Hülle mit:
- einem Paar von koaxialen ringförmigen Kästen **11a** und **11b**, die axial gegenüberliegen und bezüglich einander bis zum Schließen der Form bewegbar und geeignet sind, in Übereinstimmung der Seitenwände des Reifens **5** zu wirken,
- einer Vielzahl von konkaven Umfangssektoren **9**, die axial zwischen den Kästen **11a** und **11b** angeordnet und geeignet sind, in Übereinstimmung mit dem Laufflächenband des Reifens **5** zu wirken, und die radial in beiden Richtungen bis zum Schließen der Form bewegbar sind, und
- zwei Hälften **16**, die der Bewegung der Umfangssektoren **9** unterworfen sind, und
- einen inneren toroidförmigen Träger, dessen Meridianhalbschnitt im Einzelnen in [Fig. 2](#) gezeigt ist und der eine Vielzahl von konvexen Umfangssektoren **25** aufweist, von denen jeder
- einen radial inneren Basisabschnitt **4**, der zur Bildung der axial inneren Fläche der Seitenwände des Reifens **5** geeignet ist, und
- eine radial äußere Kronenkappe **20** aufweist, die zur Bildung der radial inneren Fläche der Krone des Reifens **5** geeignet ist, wobei die Kappe **20**
- einen radial inneren Tragaufbau **7**, der in einem Stück mit dem Basisabschnitt **4** mit Hilfe von greifenden Schrauben **3** ausgeführt ist, und
- einen radial äußeren Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** (entweder flexibel oder starr) aufweist, der in beide radiale Richtungen bezüglich der Teile **7** und **4** aufgrund des Nachgebens einer elastischen Einrichtung **1** bewegbar ist, die radial zwischen den Teilen **7** und **2** angeordnet ist.

[0041] In dem Tragaufbau **7** (siehe [Fig. 2](#)) sind geeignete Formen **8** ausgeführt, die sowohl als Führung für die elastische Einrichtung **1** als auch als unterer Anschlag für den Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** wirkt, um die elastische Einrichtung vor übermäßigen Spannungen zu schützen.

[0042] Der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** ist an den Enden mit Anschlägen **6** versehen, die sich zwischen den Hohlräumen/Nuten **12** (siehe [Fig. 2](#)) verschieben, die zwischen dem Halteaufbau **7** und dem Basisabschnitt **4** ausgeführt sind.

[0043] Im Stadium der Vorbereitung des Rohreifens entspricht die Form der in [Fig. 2](#) gezeigten, wobei die elastische Einrichtung **1** auf einen optimalen Wert vorgespannt ist, der von dem Konstrukteur als Funktion des Prozesses ausgewählt ist, und wobei der Anschlag **6** sich an der oberen Seite des Hohlraums **12** befindet und der Vorspannung entgegenwirkt und sie ausgleicht.

[0044] Die Vorspannung der elastischen Einrichtung und das Außenprofil des Kronenabschnitts (beweglicher Teil) **2** sind so ausgewählt, dass das Außenprofil der Trommel **25** während der Aufbaustufe des Rohreifens **5** (die nachstehend als Nominalposition bezeichnet wird) in der Ausform-/Vulkanisierstufe unverändert bleibt, jedoch ein ausreichender Ausformdruck gewährleistet ist, wenn sich das Volumen des Rohreifens **5** an seinem unteren Toleranzextremum befindet (d.h. $V = V_{\min} = V_0 - \delta_{\text{Volumen}}$, wobei V_0 gewöhnlich in der Größenordnung von 10000 cm^3 und die Toleranz δ_{Volumen} in der Größenordnung von 100 cm^3 liegt).

[0045] Während der Ausformstufe kann sich der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** bewegen und das Volumen des Hohlraums **18** zwischen der äußeren Hülle, die von den Kästen **11** und von den konkaven Sektoren **9** gebildet wird, und dem inneren Träger **25** der Vorrichtung **10** an das Volumen des Rohreifens (das innerhalb der Prozesstoleranz variabel ist) anpassen.

[0046] Das bedeutet im Einzelnen:

- Wenn das Volumen des Rohreifens $V = V_{\min} = V_0 - \delta_{\text{Volumen}}$ ist, gilt: Zum Zeitpunkt des Schließens der Form nimmt die Kontaktkraft zwischen dem Anschlag **6** und der oberen Seite des Hohlraums/der Nut **12** fortschreitend ab, bis sie null erreicht, der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** bewegt sich nicht aus der Nominalposition **2'** in [Fig. 3](#) und die Vorspannung der elastischen Einrichtung **1** gewährleistet den gewünschten Ausformdruck, der im Bereich von beispielsweise 2,0 bis 3,0 MPa, und gewöhnlich bei 2,5 bis 3,0 MPa liegt.
- Wenn das Volumen des Rohreifens $V = V_{\min} = V_0 - \delta_{\text{Volumen}}$ gilt: Zum Zeitpunkt des Schließens der Form bewegt sich der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** aus der Nominalposition **2'** zu der unteren Anschlagposition, die in [Fig. 3](#) gestrichelt und mit **2''** bezeichnet ist und in der die Profile **8** verhindern, dass sich der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** weiter absenkt, um sowohl die elastische Einrichtung **1** als auch die Endform des fertigen Reifens zu schützen. Diese Bewegung erfolgt aufgrund der Tatsache, dass ein Volumenüberschuss des Rohreifens **5** dazu neigt, den auf den Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** wirkenden Druck zu steigern, und als Folge gibt die elastische Einrichtung **1** um Δs nach, wobei das Volumen des Hohlraums **18**, das für den Rohreifen **5** während des Vulkanisierens/Ausformens zur Verfügung steht, um Δs pro Außenflächenbereich des Teils **2** zunimmt.
- Wenn das Volumen V des Rohreifens zwischen $V_{\min}$ und $V_{\max}$ liegt, gilt: Zum Zeitpunkt des Schließens der Form bewegt sich der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **2** in eine Zwischenposition zwischen der Nominalposition **2'** und der unteren An-

schlagposition 2" (siehe [Fig. 3](#)).

[0047] Bei dem gezeigten Beispiel besteht die elastische Einrichtung 1 aus geeigneten Anordnungen von Scheibenfedern, die vorzugsweise eine "weich werdende" Kennlinie der in [Fig. 4](#) gezeigten Art haben, d.h. mit einer Steifigkeit, die abnimmt, wenn die Auslenkung zunimmt. In [Fig. 4](#) sind als Beispiel die entsprechenden Werte des Ausformdrucks, der mit der Form und Anordnung der Scheibenfedern erreichbar ist, für einen Reifen der Größe 225/50 R16 auf der rechten Ordinate gezeigt. Aufgrund der weich werdenden Kennlinie der elastischen Einrichtung und der zugeordneten Vorspannung arbeitet die elastische Einrichtung 1 in einer Zone niedriger Steifigkeit, was es ermöglicht, kleine Änderungen im Ausformdruck bezogen auf das Nachgeben Δs zu erhalten, das ausreicht, um die Prozesstoleranz im Volumen des Rohreifens 5 zu kompensieren. Der Außenflächenbereich des Kronenabschnitts (beweglicher Teil) 2 für einen inneren Träger 25, der aus acht Sektoren zusammengesetzt ist und in der Größenordnung von 500 cm² für jeden Sektor liegt, beträgt wiederum als Beispiel und unter Bezug auf die Größe 225/50 R16 die maximale Abnahme $\Delta s_{\max}$, die zum Absorbieren der Volumentoleranzen des Rohreifens erforderlich ist, $2\delta_{\text{Volumen}}/(500 \text{ cm}^2 \times 8) = 0,5 \text{ mm}$, was der elastischen Einrichtung eine Vorspannung zuordnet, die einer Auslenkung s von 1,5 mm entspricht (gezeigt durch eine gestrichelte Linie in [Fig. 4](#)), wobei die Zunahme in der Auslenkung $\Delta s_{\max}$ zu einer Änderung des Ausformdrucks von 0,2 MPa führt.

[0048] Der innere torusförmige Träger 25, der die Kronenabschnitte (bewegliche Teile) 2 trägt, ist aufgrund des Nachgebens der elastischen Einrichtung 1 geeignet, die Masse-/Volumentoleranzen des Rohreifens zu absorbieren, und ermöglicht daher das Ausformen und Vulkanisieren bei gesteuertem Volumen.

[0049] Vorteilhafterweise kann der Ausformdruck durch die gleichzeitige und parallele Wirkung der elastischen Einrichtung 1 und des unter Druck stehenden Fluids, das während des Ausform/Vulkanisierschritts in den Hohlraum zwischen dem Kronenabschnitt (beweglicher Teil) 2 und dem Tragaufbau 7 geliefert wird, gewährleistet werden.

[0050] Vorzugsweise sind die Kronenabschnitte (bewegliche Teile) 2 der Vielzahl von konvexen Umfangssektoren, die den inneren Träger 25 bilden, mit Dichtungen 150 (siehe [Fig. 5](#)) versehen, die in Umfangsrichtung zusammengedrückt werden können, um Probleme des Co-Eindringens von Feststoffen zu vermeiden, was ansonsten beim Durchgang von der Position 2' zur Position 2" des beweglichen Kronenabschnitts 2 (siehe [Fig. 5](#)) eintreten würde. Die Dichtungen 150 sind mit einer der beiden gegenüberliegenden Flächen von zwei benachbarten Kronenab-

schnitten 2 verklebt oder mechanisch daran befestigt.

[0051] [Fig. 6](#) zeigt den Meridianhalbschnitt eines konvexen Umfangssektors 125, der eine Variante des konvexen Umfangssektors 25 von [Fig. 2](#) bildet. Der Sektor 15 hat einen radial inneren Basisabschnitt 4, der geeignet ist, die axial innere Fläche der Seitenwände des Reifens 5 zu bilden, sowie eine radial äußere Kappe 120, die zur Bildung der radial inneren Fläche der Krone des Reifens 5 geeignet ist und die einen Tragaufbau 107 hat, der mit wenigstens einer zentralen Radialrippe 113 und einem radial äußeren Kronenabschnitt (beweglicher Teil) 102 versehen ist, der beidseitig in der Radialrichtung bezüglich der Teile 107 und 104 aufgrund des Nachgebens der elastischen Einrichtung 101 bewegbar ist, die radial zwischen den Teilen 107 und 102 angeordnet ist.

[0052] Der Tragaufbau 107 ist in einem Stück mit dem Basisabschnitt 104 nur in der Radialrichtung, jedoch nicht in der Axialrichtung mit Hilfe von Armen 105 hergestellt, die biegeverformbar und durch Schrauben 103 verbunden sind.

[0053] Die die Rippe 113 mit den Kästen 114 des Basisabschnitts 104 verbindenden verformbaren Arme 105 ermöglichen durch Nutzung des Vorteils der Elastizität der Materialien die Relativbewegung in Axialrichtung, die durch den Doppelpfeil A angezeigt ist. Die Relativbewegung ermöglicht erforderlichenfalls eine Kompensation der Volumentoleranz auch an den Seitenwänden des Reifens. Wenn ein Volumenüberschuss in den Seitenwänden des Reifens 5 in dem Ausformstadium vorliegt, kann der Druck auf die Kästen 114 des Basisabschnitts 104 eines jeden Trommelsektors 125 solche Werte annehmen, dass die Arme 105 zum Biegen gebracht werden und somit die Kästen 114 näher zur Äquatorialebene der Linie 115 kommen können, wodurch das Volumen des Hohlraums zwischen den äußeren ringförmigen Kästen 11 (a und b) und den inneren Kästen 114 an das Volumen der Seitenwände des Rohreifens 5 angepasst wird.

[0054] Bei einer weiteren Ausgestaltung können die Rippe 113 und der Basisabschnitt 104 durch eine "Luftfeder", die nicht gezeigt/beschrieben ist, da sie bekannt ist, verbunden werden, die in der Richtung des Doppelpfeils A wirkt und die so geeicht werden kann, dass der nominale Ausformdruck im Falle eines Mangels oder eines Überschusses des Volumens der Seitenwände des Reifens 5 gewährleistet wird.

[0055] Der Kronenabschnitt 102 ist mit einem Anschlag 106 versehen, der durch Eingriff mit dem geeigneten Profil 112 des Basisabschnitts der Vorspannung der elastischen Einrichtung 101 entgegentwirkt.

[0056] In dem Tragaufbau **107** sind Profile **108** ausgeführt, die sowohl als Führung für die elastische Einrichtung **101** als auch als unterer Anschlag für den Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **102** wirken, um die elastische Einrichtung vor übermäßigen Spannungen zu schützen.

[0057] Der konvexe Umfangssektor **125** arbeitet ähnlich wie der Sektor **25** von [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#). Während der Ausformstufe bewegt sich der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **102** aufgrund des Nachgebens der elastischen Einrichtung **101**, wobei das Volumen des Hohlraums zwischen dem inneren Träger **125** und der äußeren Hülle, die von den Kästen **11** und den konkaven Sektoren **9** gebildet wird, an das Volumen des Rohreifens **5** (variabel innerhalb der Prozesstoleranz) angepasst wird.

[0058] [Fig. 7](#) zeigt den Meridianhalbschnitt eines konvexen Umfangssektors **225**, der eine weitere Ausführungsform des konvexen Umfangssektors **25** von [Fig. 2](#) bildet. Der Sektor **225** hat einen Basisabschnitt **204**, der zur Bildung der axial inneren Fläche der Seitenwände des Reifens **5** geeignet ist, sowie eine radial äußere Kappe **220**, die zur Bildung der radial inneren Fläche der Krone des Reifens **5** geeignet ist und die einen Tragaufbau **207**, der mit wenigstens einer zentralen radialen Rippe **213** versehen ist, und einen radial äußeren Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **202** hat, der in beide Radialrichtungen bezüglich der Teile **207** und **204** aufgrund des Nachgebens der elastischen Einrichtung **201** bewegbar ist, die radial zwischen den Teilen **207** und **202** angeordnet ist.

[0059] Im Gegensatz zu den vorhergehenden Ausgestaltungen sind der Basisabschnitt **204** und der Tragaufbau **207** als ein Stück ausgeführt. Der Basisaufbau **204** ist mit der radialen Rippe **213** durch eine axiale Rippe **241** verbunden, die so bemessen ist, dass ein Schlitz **240** verbleibt, der eine Relativbewegung der inneren Kästen **214** bezüglich der radialen Rippe **214** zulässt, die maximal der Öffnung des Schlitzes **240** gleich ist. Diese Relativbewegung ermöglicht die Kompensation von Volumentoleranzen an den Seitenwänden des Reifens **5** durch Nutzung des elastischen Biegenachgebens der inneren Kästen **214**.

[0060] Der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **202** ist mit dem Tragaufbau **207** mit Hilfe der elastischen Einrichtung **201** und von Stiften **203** verbunden, die mit einem Gewindeende **210**, das in den Kronenabschnitt **202** eingreift, und mit einem Kopf **206** versehen sind, der als oberer Anschlag für den Kronenabschnitt **202** wirkt und die Vorspannung der elastischen Einrichtung **201** ausgleicht. Die Stifte **203** ermöglichen eine steuerbare Vorspannung der elastischen Einrichtung **201** mit Hilfe des Gewindeendes **210**.

[0061] Die Profile **208**, die sowohl als Führung für die elastische Einrichtung **201** als auch als unterer Anschlag für den Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **202** wirken, um die elastische Einrichtung vor übermäßigen Spannungen zu schützen, sind in dem Tragaufbau **207** ausgeführt.

[0062] Die Einlagen **205** wirken als "Abdichtung" für die Masse des Rohreifens **5** und verhindern beim Schließen der Form, dass die Masse des Rohreifens **5** in den freien Raum zwischen dem Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **202** und dem Basisabschnitt **204** fließt und unerwünschte Rippen und/oder ein Festfressen des Systems erzeugt. Die Einlagen **205** bestehen aus einem elastomeren oder ähnlichen Material, das sowohl mit dem Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **202** als auch mit dem Basisabschnitt **204** verklebt (beispielsweise mit Epoxyharzen) ist. Die Einlagen **205** werden, wenn der Kronenabschnitt (beweglicher Teil) **202** zu den unteren Niveaus gedrückt wird, scherverformt, wodurch die Bewegung möglich wird. Vorteilhafterweise können die Einlagen **205** ebenfalls in ähnlicher Weise und Position in dem konvexen Umfangssektor **125** verwendet werden.

[0063] Die Sektorausführung **225** ist äußerst einfach und leicht zu montieren, da der Kronenabschnitt **202** leicht von oben auf das Bett der Federn **201** gelegt werden kann und die Vorspannung durch Einwirken auf den Gewindestift **203** angelegt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10**) zum – bei vorgegebenen Bedingungen von Temperatur und Druck– Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens (**5**), der wenigstens teilweise roh ist und ein festgelegtes Volumen hat,
– wobei die Vorrichtung eine äußere Hülle und einen kollabierbaren inneren Träger sowie auch eine bewegliche Krone (**2**, **202**) aufweist, die zwischen dem inneren Träger und der äußeren Hülle angeordnet ist und mit der äußeren Hülle einen Hohlraum (**18**) mit gesteuertem Volumen zum Ausformen und Vulkanisieren des Reifens (**5**) bildet, und
– wobei das Volumen des Hohlraums (**18**) dem Volumen des Reifens (**5**), den er enthält, so angepasst ist, dass der Ausformungsdruck innerhalb eines vorgegebenen Bereichs von Werten aufrechterhalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass
– der innere Träger eine Toroidform hat und eine Vielzahl von konvexen Umfangssektoren (**25**) aufweist, von denen jeder einen Basisabschnitt (**4**, **204**) hat,
– jedem konvexen Umfangssektor (**25**) ein Abschnitt der Krone (**2**, **202**) unter Zwischenlage von elastischen Elementen (**1**, **101**, **201**) zugeordnet ist, die ihn elastisch bewegbar machen, und
– ein Abschnitt der Krone (**2**, **202**) mit dem Basisabschnitt (**4**, **204**) mittels wenigstens eines Stifts (**203**) verbunden ist, der mit einem Gewindeende (**210**) und mit einem Kopf (**206**) versehen ist, der als oberer An-

schlag für den Kronenabschnitt (2, 202) wirkt und ein Vorspannen der elastischen Elemente in steuerbarer Weise ermöglicht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Basisabschnitte (4, 204) radial innen dazu geeignet ist, die axial innere Fläche der Seitenwände des Reifens (5) zu begrenzen, wobei dem Basisabschnitt (4, 204) ein Abschnitt der Krone (2, 202) radial außen zugeordnet ist, der sich dazu eignet, die radial innere Fläche des Reifens (5) zu begrenzen, und wobei der Abschnitt der Krone (2, 202) in beiden radialen Richtungen bezüglich des Basisabschnitts (4, 204) bewegbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kronenabschnitt (2, 202) mit dem Basisabschnitt (4, 204) so verbunden ist, dass ihre gegenseitige Bewegung in der Radialrichtung möglich ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kronenabschnitt (2, 202) mit wenigstens zwei Anschlägen versehen ist, die in Nuten des Basisabschnitts (4, 204) eingreifen, um den Kräften/die Kräfte infolge der Vorspannung der elastischen Elemente entgegen zu wirken/auszugleichen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kronenabschnitt (2, 202) ein radial äußeres Profil hat, das mit der Innenfläche der Krone des Reifens (5) übereinstimmt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Trag- aufbau geeignete Profile ausgeführt werden, die sowohl als Führung für die elastischen Elemente als auch als unterer Anschlag für den Kronenabschnitt (2, 202) wirken.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die elastischen Elemente Scheibenfedern (1, 101, 201) sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Trag- aufbau mit inneren Kästen so verbunden ist, dass seine Relativbewegung in der Axialrichtung möglich ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass an der Kontaktstelle zwischen zwei benachbarten Kronenabschnitten (2, 202) ein Einsatz aus elastomerem Material oder dergleichen an eine der zwei gegenüberliegenden Flächen der beiden benachbarten Kronenabschnitte (2, 202) angeklebt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis

9, dadurch gekennzeichnet, dass an der Kontaktstelle zwischen zwei benachbarten Basisabschnitten (4, 204) ein Einsatz aus elastomerem Material oder dergleichen an eine der zwei gegenüberliegenden Oberflächen der beiden benachbarten Basisabschnitte (4, 204) angeklebt ist.

11. Verfahren zum Ausformen und Vulkanisieren eines Reifens mit den Schritten:

a) Vorbereiten eines Rohreifens, der ein bestimmtes Volumen hat und aus vorgewählten elastomeren Materialien und Verstärkungselementen ausgebildet ist, auf einem kollabierbaren inneren toroidförmigen Träger, der eine bewegliche Krone (2, 202) und eine Vielzahl von konvexen Umfangsabschnitten (25) hat, wobei jeder der konvexen Sektoren einen Basisabschnitt (4, 204) aufweist, wobei jedem konvexen Umfangssektor (25) ein Abschnitt der Krone (2, 202) unter Zwischenlage von elastischen Elementen (1, 101, 201) zugeordnet ist, die ihn elastisch bewegbar machen,

b) Positionieren des Rohreifens und des jeweiligen kollabierbaren toroidförmigen inneren Trägers in einer Vorrichtung (10), die eine äußere Hülle aufweist,

c) Ausformen und Vulkanisieren des Reifens,

d) Vorspannen der elastischen Elemente in steuerbarer Weise derart, dass der Ausformschritt und der Vulkanisierschritt in einem Hohlraum mit gesteuertem Volumen zwischen der beweglichen Krone (2, 202) und der äußeren Hülle ausgeführt werden, dessen Volumen zur Anpassung des Volumens des Rohreifens, den er enthält, so zu vergrößern oder zu verkleinern, dass das Volumen des Hohlraums immer gleich dem des Rohreifens ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass es mit der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgeführt wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

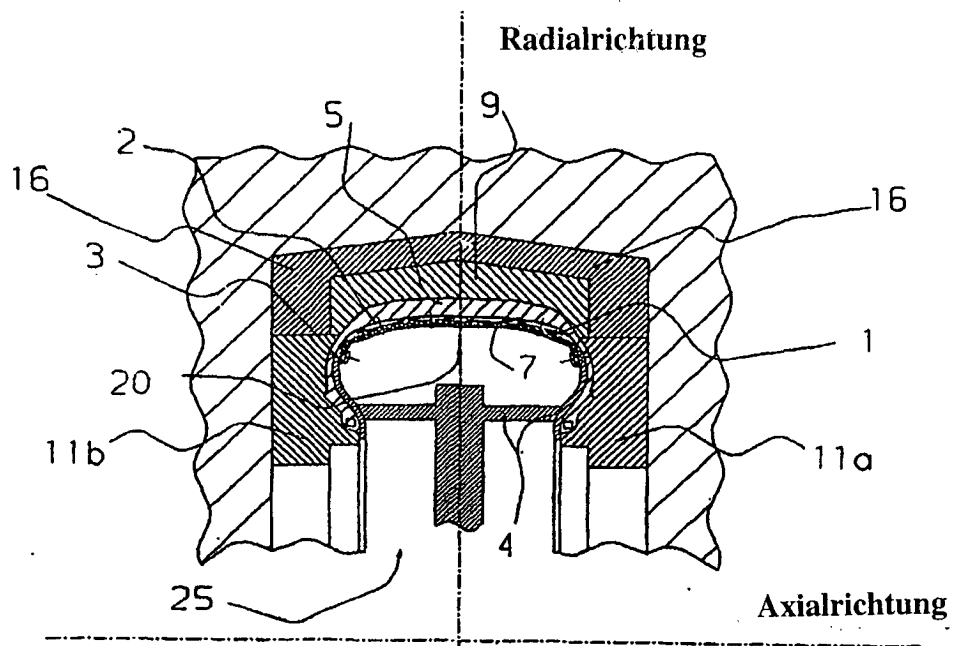


Fig. 1

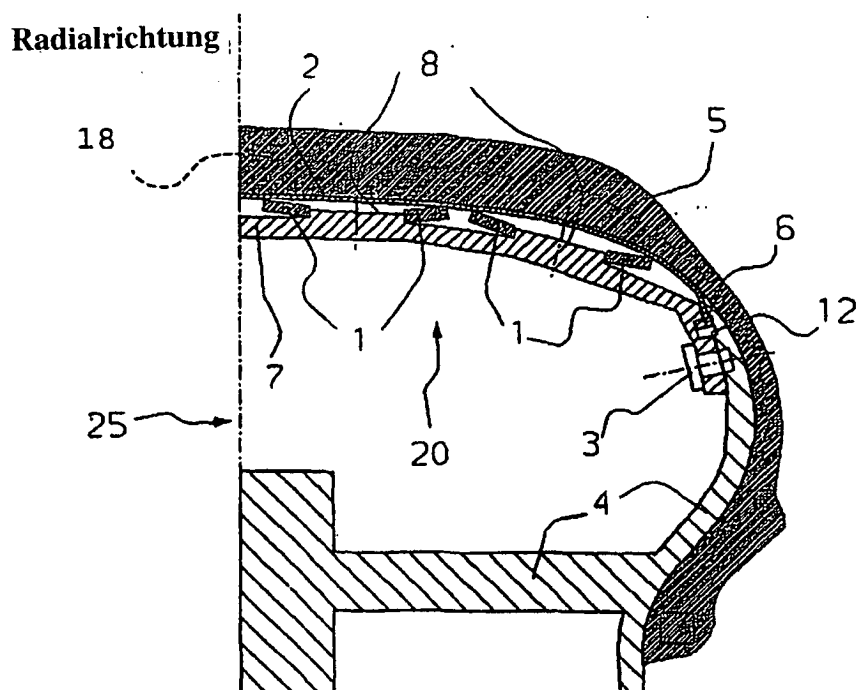


Fig. 2

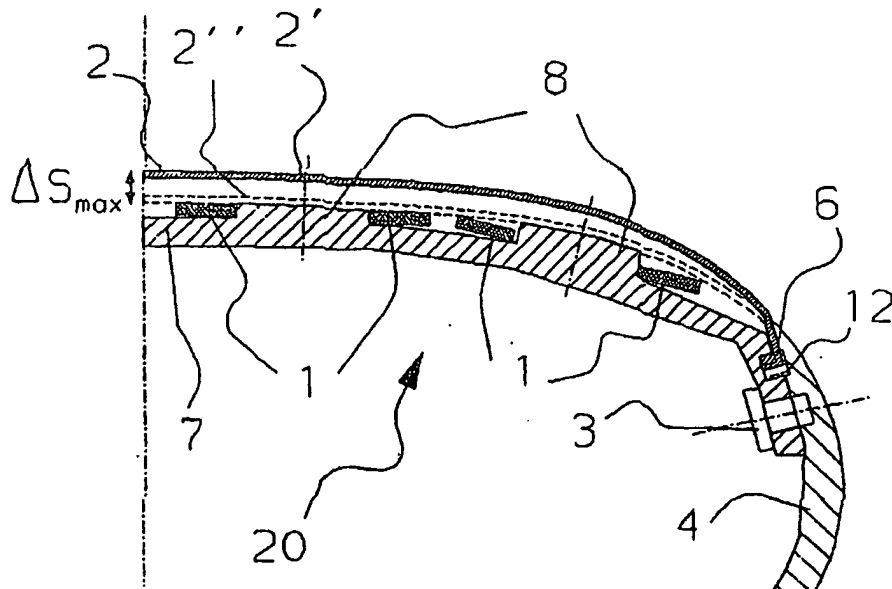


Fig. 3

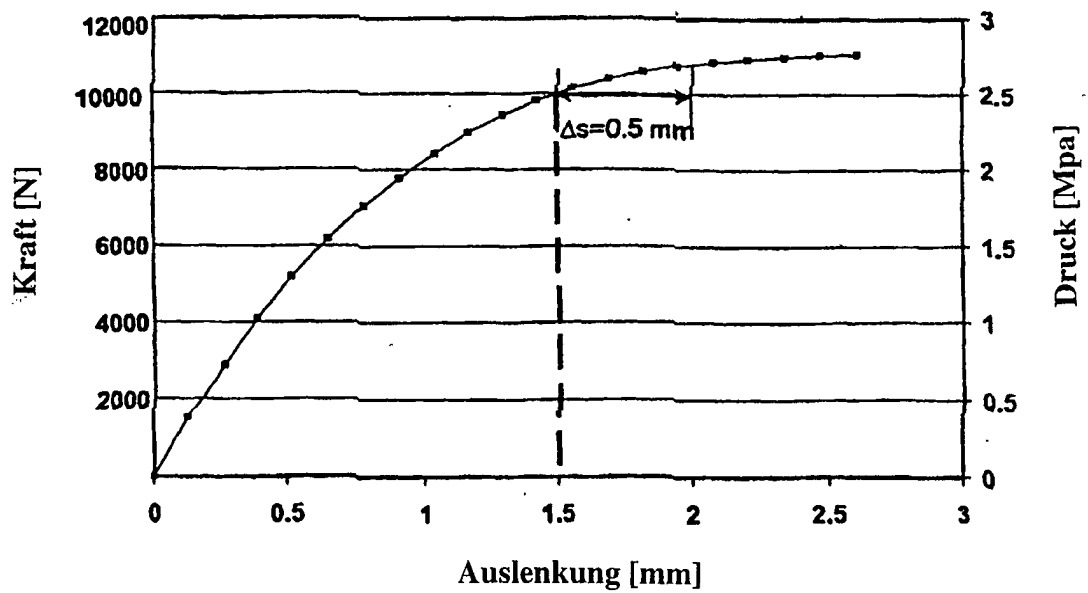


Fig. 4

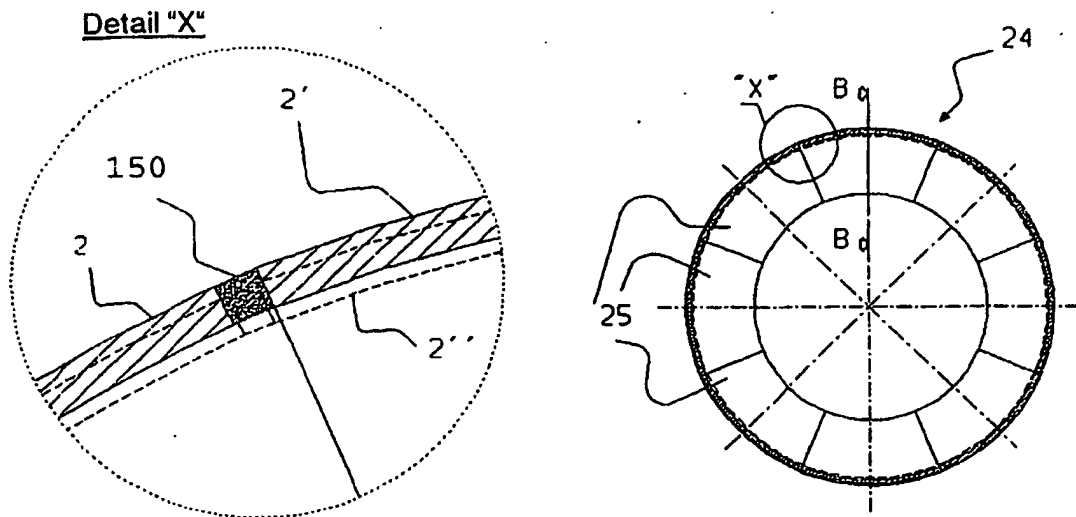


Fig. 5

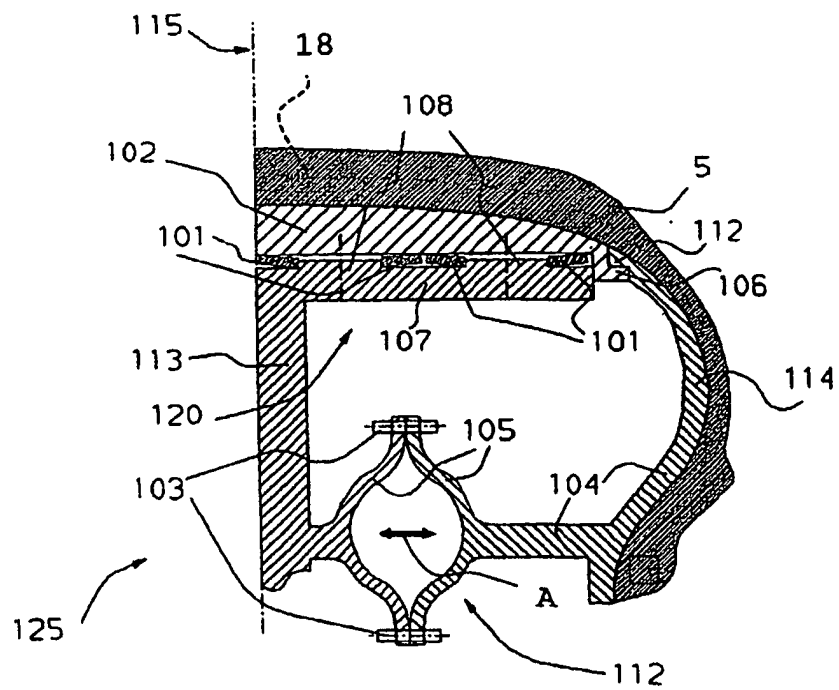


Fig. 6

