



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.10.2019 Patentblatt 2019/43

(51) Int Cl.:
F17C 13/08 (2006.01) F17C 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19161168.0**

(22) Anmeldetag: **07.03.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder:
• **Eidmann, Florian**
74613 Öhringen (DE)
• **Machalett, Sascha**
74523 Schwäbisch Hall (DE)
• **Stoll, Oliver**
69429 Waldbrunn (DE)

(30) Priorität: **28.03.2018 DE 102018204805**

(54) **DRUCKBEHÄLTER SOWIE VERFAHREN ZUR ANBINDUNG EINES DRUCKBEHÄLTERS IN EINE KAROSSERIESTRUKTUR**

(57) Die Erfindung betrifft einen Druckbehälter (10) sowie ein Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur und ein Werkzeug zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes einer Außenhülle (12) eines solchen Druckbehälters (10). Der Druckbehälter (10) umfasst eine Außenhülle (12), welche einen zylinderähnlichen Mittelbereich (14) und zwei sich daran anschließende Endbereiche (16, 18) aufweist, wobei an beiden axialen Enden des zylinderähnlichen Mittelbereichs (14) der Außenhülle (12) jeweils ein hohlzylindrischer Fortsatz (20) ausge-

bildet ist, welcher über den jeweiligen Endbereich (16, 18) übersteht. Erfindungsgemäß ist der jeweilige hohlzylindrische Fortsatz (20) an seinem offenen Ende als zug- und/oder druckelastischer Ausgleichsbereich (22) ausgebildet, welcher in mehrere zug- und/oder druckelastische, laschenähnliche Ausgleichselemente (24) übergeht, an deren Ende jeweils ein Befestigungselement (26) ausgebildet ist, welche dafür geeignet sind, mit entsprechenden Befestigungselementen (32) einer Karosseriestruktur (30) eine torsionssteife Verbindung einzugehen.

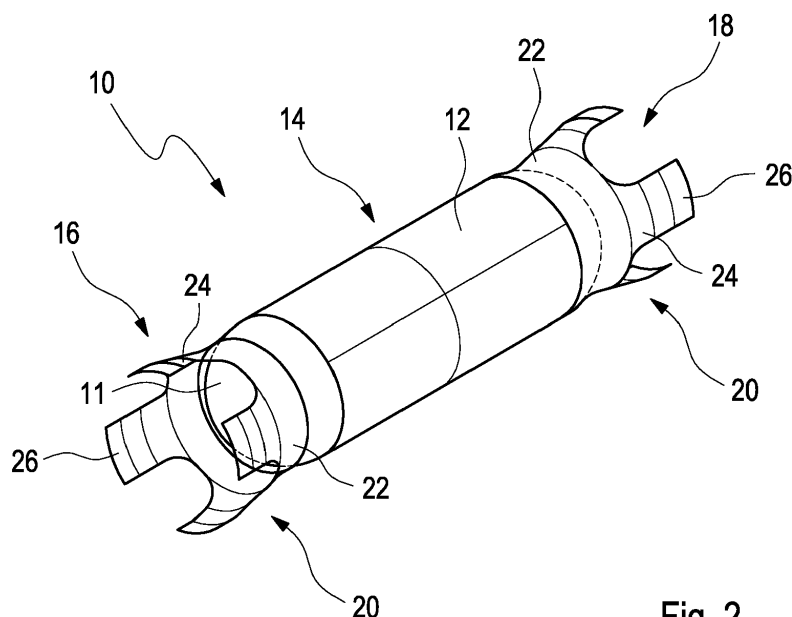


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Druckbehälter gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur sowie ein Werkzeug und ein Verfahren zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes einer Außenhülle eines solchen Druckbehälters.

[0002] Druckbehälter und korrespondierende Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur und Werkzeuge und ein Verfahren zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes einer Außenhülle eines solchen Druckbehälters sind in zahlreichen Variationen bekannt. Allgemein können solche Druckbehälter beispielsweise mit Gasen oder druckverflüssigten Gasen befüllt werden und daher eine erhebliche Energiemenge speichern. Aufgrund der Ausdehnung von Druckbehältern mit sehr hohen Fülldrücken und der daraus resultierenden Längenänderung in axialer sowie radialer Richtung während des Befüllens bzw. eine Druckbeaufschlagung werden diese Druckbehälter üblicherweise mittels flexibler Tankspannbänder an der Fahrzeugstruktur befestigt. Diese Tankspannbänder ermöglichen einen Toleranzausgleich beim Befüllen des Behälters, bieten jedoch keinen strukturellen Einfluss der Behältersteifigkeit auf die Karosserie des Fahrzeugs. Dadurch wird die Längenänderung des Drucktanks nicht durch die Karosserie beeinträchtigt und die Übertragung der Crashenergie erfolgt einzig durch die Bauteile bzw. Lastpfade der Karosserie.

[0003] Zwar sind bereits mehrere Anbindungskonzepte für Druckbehälter in eine Karosseriestruktur bekannt, diese weisen jedoch in der Regel eine Fest- und/oder Loslageraufnahme zum Toleranzausgleich auf und/oder benötigen aufgrund der Montagezugänglichkeit eine Vielzahl von Zusatzhaltern zur Realisierung ausreichender Anbindungspunkte zur Fahrzeugstruktur.

[0004] Ein gattungsgemäßer Druckbehälter, welcher in einem heckseitigen Laderaum und/oder unterflurig im Bereich eines Mitteltunnels der Fahrzeugkarosserie eines Fahrzeugs verbaut sein kann, weist bevorzugt eine zylindrische Bauform auf, bei der ein zylindrischer Druckbehältermantel durch nach außen gewölbte, stirnseitigen Böden beidseitig verschlossen ist. Die Druckbehälterwand kann beispielsweise dreilagig aufgebaut sein und eine Innenlage, eine Mittellage aus einem Faserverbundkunststoff sowie eine Außenlage aus einem weiteren Faserverbundkunststoff umfassen. In einem sogenannten Typ-4-Hochdruckbehälter für Erdgas ist die Innenlage ein Kunststoff-Liner, der über Blasformen oder Rotations-/Sinter-Verfahren oder Thermoformverfahren hergestellt ist. Die den Kunststoff-Liner verstärkende Mittellage ist bevorzugt in einem Nasswickelverfahren als eine Faserwicklung auf den Kunststoff-Liner aufgewickelt. Exemplarisch besteht die Faserwicklung aus zum Beispiel Kohlenstoff-, Aramid-, Glas- und/oder Borfasern, die in einer Matrix aus Duromeren oder aus Thermoplasten

eingebettet sind. Die Fasern sind in unterschiedlichen Faserorientierungen auf den Kunststoff-Liner aufgebracht. Die bevorzugt schlagabsorbierende Außenlage kann ebenfalls eine Faserwicklung sein, die in einem Nasswickelverfahren auf die Mittellage aufgewickelt wird. Die so gebildete Außenwicklung besteht beispielhaft aus Kohlenstoff- und/oder Glasfasern, die in einer Matrix eingebettet sind.

[0005] Der fertiggestellte Hochdruckbehälter weist beispielsweise an einem stirnseitigen Behälterboden ein nach außen abragendes Halsstück auf, in das ein Ventil integriert ist. Ansonsten ist Hochdruckbehälter außenseitig meist komplett glattflächig ausgeführt. In seiner Einbaulage ist der Hochdruckbehälter in gängiger Praxis mittels Spannbänder lagegesichert, die die glattflächige Zylinderwand des Hochdruckbehälters umgreifen.

[0006] Aus der DE 10 2015 206 826 A1 ist ein Druckbehälter für ein Kraftfahrzeug, mit einer Befestigungsvorrichtung bekannt. Die Befestigungsvorrichtung ist ausgebildet, den Druckbehälter mit einer Karosserie des Kraftfahrzeuges zu verbinden. Die Befestigungsvorrichtung umfasst mindestens zwei Verbindungstifte und mindestens zwei Lager. Jeweils ein Verbindungsstift ist mit einem Lager in einem Verbindungspunkt verbunden. Die Verbindungsstifte und/oder die Lager sind jeweils mit dem Druckbehälter in einem Druckbehälteranschlussbereich verbunden und erstrecken sich von der Außenoberfläche des Druckbehälters weg. Die Druckbehälteranschlussbereiche weisen jeweils eine Ausdehnung auf. Der Verbindungsstift und das Lager sind im Verbindungspunkt zumindest bereichsweise derart geformt und angeordnet, dass die Ausdehnung E durch eine Bewegung des Lagers und/oder des Verbindungsstiftes mit nur einem translatorischen Freiheitsgrad kinematisch geführt wird.

[0007] Aus der DE 10 2015 007 047 B4 ist ein Verfahren zur Herstellung eines mit Druck beaufschlagbaren Behälters bekannt, welcher ein aus einem Faserkunststoffverbundmaterial hergestelltes, zylindrisches Mittelteil aufweist, an dessen Enden zur Schließung des Behälters jeweils ein Bodenteil aus einem Faserkunststoffverbundmaterial hergestellt wird. Hierbei wird das Mittelteil des Behälters auf einem Wickeldorn eines Wickelkörpers als vorgefertigtes Mittelteil angeordnet oder durch Aufwickeln eines Rovings hergestellt. Eine Innenfläche des Bodenteils wird durch den Wickeldorn des Wickelkörpers sowie ein an das Bodenteil angrenzendes Ende des Mittelteils definiert, und eine Außenfläche des Bodenteils wird durch mehrere Formgebungsteile definiert. Das Bodenteil des Behälters wird durch Aufwickeln eines vorzugsweise unidirektionalen Rovings in einen durch den Wickeldorn und die Formgebungsteile definierten Wickelraum bis zu dem Ende des Mittelteils hergestellt, wobei die Formgebungsteile nacheinander von einer Wickelachse des Wickelkörpers beginnend nach außen auf der Wickelachse angeordnet werden, wenn ein zwischen dem Wickeldorn und dem jeweils vorher angeordneten Formgebungsteil gebildeter Teilwickel-

raum ausgefüllt ist.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Druckbehälter und ein Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur sowie ein Werkzeug und ein Verfahren zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes einer Außenhülle eines solchen Druckbehälters bereitzustellen, welcher in einfacher Weise als Versteifungselement in die Karosseriestruktur eingebunden werden kann und einen füllstandsunabhängige Toleranzausgleich ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Druckbehälter mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch ein Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 und durch ein Werkzeug zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes einer Außenhülle eines solchen Druckbehälters mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 sowie durch ein Verfahren zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes einer Außenhülle eines solchen Druckbehälters mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0010] Um einen Druckbehälter sowie ein Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur bereitzustellen, welcher in einfacher Weise als Versteifungselement in die Karosseriestruktur eingebunden werden kann und einen füllstandsunabhängigen Toleranzausgleich ermöglicht, sind hohlzylindrische Fortsätze an ihren offenen Enden jeweils als zug- und/oder druckelastische Ausgleichsbereiche ausgebildet, welcher in mehrere zug- und/oder druckelastische, laschenähnliche Ausgleichselemente übergehen, an deren Ende jeweils ein Befestigungselement ausgebildet ist, welche dafür geeignet sind, mit entsprechenden Befestigungselementen einer Karosseriestruktur eine torsionssteife Verbindung einzugehen. Der Druckbehälter umfasst eine Außenhülle, welche einen zylinderähnlichen Mittelbereich und zwei sich daran anschließenden Endbereiche aufweist. An beiden axialen Enden des zylinderähnlichen Mittelbereichs der Außenhülle ist jeweils ein solcher hohlzylindrischer Fortsatz ausgebildet, welcher über den jeweiligen Endbereich übersteht.

[0011] Die korrespondierende Karosseriestruktur, an welche der Druckbehälter eingebunden werden soll, weist an Form und Anordnung der laschenähnlichen Ausgleichselemente angepasste Gegenelemente auf. Hierbei sind die Befestigungselemente der Ausgleichselemente und die Gegenelemente in einer Einsatzposition des Druckbehälters durch eine Drehbewegung des Druckbehälters um seine Längsachse ineinander verschiebbar und bilden dadurch eine formschlüssige Verbindung aus. Das Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur umfasst die Schritte: Ausrichten des Druckbehälters derart, dass der Druckbehälter von einer offenen Seite der Karosseriestruktur senkrecht zu seiner Längsachse in die Karos-

seriestruktur einführbar ist, wobei der Druckbehälter zum Ausrichten um seine Längsachse gedreht wird, dass sich die Befestigungselemente und die Gegenelemente beim Einführen nicht gegenseitig behindern. Einführen des Druckbehälters in die Karosseriestruktur bis die Einsatzposition erreicht ist, und Drehen des Druckbehälters um seine Längsachse derart, dass eine formschlüssige Verbindung mit der Karosseriestruktur hergestellt ist.

[0012] Ein Werkzeug zum Wickeln der hohlzylindrischen Fortsätze der Außenhülle des Druckbehälters umfasst einen Wickeldorn, durch dessen Außenradius beim Wickeln ein Innenradius des hohlzylindrischen Fortsatzes vorgegeben ist. Erfindungsgemäß ist der Wickeldorn von einem ersten Zustand mit einem vorgegebenen Wickelradius und einem sich daraus ergebenden Querschnitt in einen zweiten Zustand mit einem geringeren Querschnitt überführbar. Hierzu kann der Wickeldorn beispielsweise mehrteilig ausgeführt werden, wobei die Überführung vom ersten in den zweiten Zustand dann durch eine Zerlegung erfolgt.

[0013] Das Verfahren zum Wickeln des hohlzylindrischen Fortsatzes der Außenhülle des Druckbehälters mittels eines solchen Werkzeugs umfasst die Schritte: Überführung des Wickeldorns in seinen ersten Zustand, Wickeln des hohlzylindrischen Fortsatzes, Überführen des Wickeldorns in seinen zweiten Zustand, und Herausnehmen des Wickeldorns aus dem hohlzylindrischen Fortsatz.

[0014] Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Druckbehälters zeichnen sich dadurch aus, dass der strukturell angebundene Druckbehälter aufgrund des im Faserverbund auslegbaren elastischen Ausgleichsbereichs einen Toleranzausgleich ermöglicht, jedoch auch Kräfte aus der Fahrzeugstruktur, wie beispielsweise Biege- und Torsionskräfte aus der Karosseriesteifigkeit sowie zusätzliche Kräfte aus Crashlastfällen, übertragen und somit erheblich zur Erhöhung der Leichtbaugüte und Crashsicherheit der Karosserie beitragen kann.

[0015] In vorteilhafter Ausgestaltung des Druckbehälters können die Ausgleichselemente durch eine spanabhebende Nachbearbeitung, insbesondere durch Fräsen oder Schneiden, in den hohlzylindrischen Fortsatz eingebracht werden.

[0016] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des Druckbehälters kann der Ausgleichsbereich und/oder die laschenähnlichen Ausgleichselemente bereichsweise unterschiedliche Steifigkeiten aufweisen. Bei der Herstellung des Ausgleichsbereichs und/oder der laschenähnlichen Ausgleichselemente und/oder der Befestigungselemente können verschiedene Faserwerkstoffe, Faserverbunde und/oder Laminatstrukturen in Abhängigkeit der gewünschten Anforderungen, wie beispielsweise Steifigkeit, Festigkeit, Flexibilität, Elastizität usw., verwendet werden. So können die Außenhülle und die hohlzylindrischen Fortsätze beispielsweise aus einem faserverstärkten, vorzugsweise einem endlosfaserverstärkten Kunststoff (CFK, GFK) gefertigt werden, der beispielsweise ein kohlefaserverstärkter, vorzugsweise ein

endloskohlefaserverstärkter Kunststoff (CFK), oder ein glasfaserverstärkter, vorzugsweise ein endlosglasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) ist.

[0017] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des Druckbehälters kann die Außenhülle einen fluiddichten Innenbehälter aus Metall oder aus faserverstärktem Kunststoff oder aus unverstärktem Kunststoff flächig umschließen oder den fluiddichten Innenbehälter selbst ausbilden.

[0018] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des Druckbehälters können mehrere laschenähnliche Ausgleichselemente mit den Befestigungselementen über den Umfang des hohlzylindrischen Fortsatzes äquidistant verteilt angeordnet werden.

[0019] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des Verfahrens zur Anbindung eines solchen Druckbehälters in eine Karosseriestruktur kann zwischen den Befestigungselementen des Druckbehälters und den Gegenelementen der Karosseriestruktur zusätzlich eine kraftschlüssige und/oder stoffschlüssige Verbindung hergestellt werden. Die Befestigungselemente und die Gegenelemente können beispielsweise miteinander verschraubt und/oder verklebt und/oder verclipst werden.

[0020] Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen als von der Erfindung umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt oder erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung bezeichnen gleiche Bezugszeichen Komponenten bzw. Elemente, die gleiche bzw. analoge Funktionen ausführen. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Druckbehälters in einem ersten Zustand;

Fig. 2 eine schematische perspektivische Darstellung des Druckbehälters aus Fig. 1 aus einem anderen Blickwinkel;

Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung des erfindungsgemäßen Druckbehälters aus Fig. 1 und 2 in einem ausgedehnten zweiten Zustand;

Fig. 4 eine Darstellung eines Details IV aus Fig. 1,

Fig. 5 eine Darstellung eines Details V aus Fig. 3,

Fig. 6 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Druckbehälters und einer korrespondierenden Karosseriestruktur vor dem Einführen des Druckbehälters;

Fig. 7 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Druckbehälters und der korrespondierenden Karosseriestruktur aus Fig. 6 während des Einführens des Druckbehälters;

Fig. 8 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Druckbehälters und der korrespondierenden Karosseriestruktur aus Fig. 6 und 7 nach dem Herstellen der formschlüssigen Verbindung;

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Abschnitts des Druckbehälters aus Fig. 1 bis 8 mit einem Wickelwerkzeug während eines Wickelvorgangs eines hohlzylindrischen Fortsatzes des Druckbehälters; und

Fig. 10 eine Darstellung eines Details X aus Fig. 9.

[0022] Wie aus Fig. 1 bis 10 ersichtlich ist, umfasst das dargestellte Ausführungsbeispiel eines Druckbehälters 10 eine Außenhülle 12, welche einen zylinderähnlichen Mittelbereich 14 und zwei sich daran anschließende Endbereiche 16, 18 aufweist. An beiden axialen Enden des zylinderähnlichen Mittelbereichs 14 der Außenhülle 12 ist jeweils ein hohlzylindrischer Fortsatz 20 ausgebildet, welcher über den jeweiligen Endbereich 16, 18 übersteht.

[0023] Erfindungsgemäß ist der jeweilige hohlzylindrische Fortsatz 20 an seinem offenen Ende als zug- und/oder druckelastischer Ausgleichsbereich 22 ausgebildet, welcher in mehrere zug- und/oder druckelastische, laschenähnliche Ausgleichselemente 24 übergeht, an deren Ende jeweils ein Befestigungselement 26 ausgebildet ist, welche dafür geeignet sind, mit entsprechenden Befestigungselementen 32 einer Karosseriestruktur 30 eine torsionssteife Verbindung einzugehen.

[0024] Wie aus Fig. 1 bis 5 weiter ersichtlich ist, umschließt die Außenhülle 12 im dargestellten Ausführungsbeispiel den fluiddichten Innenbehälter 11 flächig. Der fluiddichte Innenbehälter 11 kann beispielsweise aus Metall oder aus faserverstärktem Kunststoff (CFK, GFK) oder aus unverstärktem Kunststoff hergestellt werden. Alternativ kann die Außenhülle 12 selbst den fluiddichten Innenbehälter 11 ausbilden. Die Außenhülle 12 und der hohlzylindrische Fortsatz 20 sind aus einem faserverstärkten, vorzugsweise einem endlosfaserverstärkten Kunststoff (CFK, GFK) gefertigt, welcher beispielsweise ein kohlefaserverstärkter, vorzugsweise ein endloskohlefaserverstärkter Kunststoff (CFK), und/oder ein glasfa-

serverstärkter, vorzugsweise ein endlosglasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) ist.

[0025] Die Ausgleichselemente 24 werden durch eine spanabhebende Nachbearbeitung in den hohlzylindrischen Fortsatz 20 eingebracht. Hierbei weisen der Ausgleichsbereich 22 und/oder die laschenähnlichen Ausgleichselemente 24 bereichsweise unterschiedliche Steifigkeiten auf, um die gewünschten zug- und/oder druckelastischen Eigenschaften zu erzielen. Wie aus Fig. 4 und 5 weiter ersichtlich ist, ermöglichen der Ausgleichsbereich 22 und/oder die laschenähnlichen Ausgleichselemente 24 eine Ausdehnung des Innenbehälter 11 entlang seiner Längsachse LA und eine Querschnittsvergrößerung senkrecht zur Längsachse.

[0026] Wie aus Fig. 1 bis 8 weiter ersichtlich ist, sind im dargestellten Ausführungsbeispiel vier laschenähnliche Ausgleichselemente 24 mit den Befestigungselementen 26 über den Umfang des hohlzylindrischen Fortsatzes 20 äquidistant verteilt angeordnet.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Anbindung eines solchen Druckbehälters 10 in eine Karosseriestruktur 30 wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 6 bis 8 beschrieben. Wie aus Fig 6 bis 8 weiter ersichtlich ist, weist die Karosseriestruktur 30 an Form und Anordnung der laschenähnlichen Ausgleichselemente 24 angepasste Gegenelemente 32 auf. Hierbei sind die Befestigungselemente 26 der Ausgleichselemente 24 und die Gegenelemente 32 in einer Einsatzposition des Druckbehälters 10 durch eine Drehbewegung des Druckbehälters 10 um seine Längsachse LA ineinander verschiebbar und bilden dadurch eine formschlüssige Verbindung aus. Wie aus Fig. 6 und 7 ersichtlich ist, wird der Druckbehälter 10 derart ausgerichtet, dass der Druckbehälter 10 von einer offenen Seite der Karosseriestruktur 30 senkrecht zu seiner Längsachse LA in die Karosseriestruktur 30 einführbar ist. Zum Ausrichten wird der Druckbehälter 10 um seine Längsachse LA so gedreht, dass sich die Befestigungselemente 26 und die Gegenelemente 32 beim Einführen nicht gegenseitig behindern, wie aus Fig. 7 ersichtlich ist. Wie aus Fig. 7 weiter ersichtlich ist, wird der Druckbehälter 10 in die Karosseriestruktur 30 eingeführt, bis die Einsatzposition erreicht ist. Dann wird der Druckbehälter 10 um seine Längsachse LA derart gedreht, dass eine formschlüssige Verbindung mit der Karosseriestruktur 30 hergestellt ist, wie aus Fig. 8 ersichtlich ist.

[0028] Zusätzlich wird zwischen den Befestigungselementen 26 des Druckbehälters 10 und den Gegenelementen 32 der Karosseriestruktur 30 eine kraftschlüssige und/oder stoffschlüssige Verbindung hergestellt. Hierzu können die Befestigungselemente 26 und die Gegenelemente 32 beispielsweise miteinander verschraubt und/oder verklebt und/oder verclipst werden.

[0029] Wie aus Fig. 9 und 10 weiter ersichtlich ist, umfasst das Werkzeug zum Wickeln des hohlzylindrischen Fortsatzes 20 der Außenhülle 12 des Druckbehälters 10 mit dem zylinderähnlichen Mittelbereich 14 und zwei sich daran anschließenden Endbereichen 16, 18 einen Wi-

ckeldorn 40, durch dessen Außenradius beim Wickeln ein Innenradius des hohlzylindrischen Fortsatzes 20 vorgegeben ist. Hierbei ist der Wickeldorn 40 von einem dargestellten ersten Zustand mit einem vorgegebenen Wickelradius und einem sich daraus ergebenden Querschnitt in einen zweiten Zustand mit einem geringeren Querschnitt überführbar.

[0030] Wie aus Fig. 9 weiter ersichtlich ist, ist der Wickeldorn 40 mehrteilig ausgeführt und die Überführung vom ersten in den zweiten Zustand erfolgt durch eine Zerlegung des Wickeldorns 40, indem zuerst ein erster Dornenteil 42 und dann ein zweiter Dornenteil 44 aus dem gewickelten Fortsatz 20 entfernt wird.

[0031] Das Verfahren zum Wickeln des hohlzylindrischen Fortsatzes 20 der Außenhülle 12 des Druckbehälters 10 mittels eines solchen Werkzeugs umfasst die Schritte: Überführung des Wickeldorns 40 in seinen ersten Zustand, Wickeln des hohlzylindrischen Fortsatzes 20, Überführen des Wickeldorns 40 in seinen zweiten Zustand, und Herausnehmen des Wickeldorns 40 aus dem hohlzylindrischen Fortsatz 20.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0032]

10	Druckbehälter
11	Innenbehälter
12	Außenhülle
14	Mittelbereich
16, 18	Endbereich
20	Fortsatz
22	zug- und/oder druckelastischer Ausgleichsbereich
24	zug- und/oder druckelastisches Ausgleichselement
26	torsionssteifes Befestigungselement
30	Karosseriestruktur
32	karosserie-seitige Gegenelemente
40	Wickeldorn
42	erster Teildorn
44	zweiter Teildorn
LA	Längsachse

Patentansprüche

1. Druckbehälter (10) mit einer Außenhülle (12), welche einen zylinderähnlichen Mittelbereich (14) und zwei sich daran anschließende Endbereiche (16, 18) aufweist, wobei an beiden axialen Enden des zylinderähnlichen Mittelbereichs (14) der Außenhülle (12) jeweils ein hohlzylindrischer Fortsatz (20) ausgebildet ist, welcher über den jeweiligen Endbereich (16, 18) übersteht,
dadurch gekennzeichnet,
dass der jeweilige hohlzylindrische Fortsatz (20) an seinem offenen Ende als zug- und/oder druckelas-

- tischer Ausgleichsbereich (22) ausgebildet ist, welcher in mehrere zug- und/oder druckelastische, laschenähnliche Ausgleichselemente (24) übergeht, an deren Ende jeweils ein Befestigungselement (26) ausgebildet ist, welche dafür geeignet sind, mit entsprechenden Befestigungselementen (32) einer Karosseriestruktur (30) eine torsionssteife Verbindung einzugehen.
2. Druckbehälter (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichselemente (24) durch eine spanabhebende Nachbearbeitung in den hohlzylindrischen Fortsatz (20) eingebracht sind.
3. Druckbehälter (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgleichsbereich (22) und/oder die laschenähnlichen Ausgleichselemente (24) bereichsweise unterschiedliche Steifigkeiten aufweisen.
4. Druckbehälter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenhülle (12) und der hohlzylindrische Fortsatz (20) aus einem faserverstärkten, vorzugsweise einem endlosfaserverstärkten Kunststoff (CFK, GFK) gefertigt sind.
5. Druckbehälter (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserverbundkunststoff ein kohlefaserverstärkter, vorzugsweise ein endloskohlefaserverstärkter Kunststoff (CFK) oder ein glasfaserverstärkter, vorzugsweise ein endlosglasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) ist.
6. Druckbehälter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenhülle (12) einen fluiddichten Innenbehälter (11) aus Metall oder aus faserverstärktem Kunststoff (CFK, GFK) oder aus unverstärktem Kunststoff flächig umschließt oder den fluiddichten Innenbehälter (11) selbst ausbildet.
7. Druckbehälter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere laschenähnliche Ausgleichselemente (24) mit den Befestigungselementen (26) über den Umfang des hohlzylindrischen Fortsatzes (20) äquidistant verteilt angeordnet sind.
8. Verfahren zur Anbindung eines Druckbehälter (10), welcher nach Anspruch 7 ausgebildet ist, in eine Karosseriestruktur (30), welche an Form und Anordnung der laschenähnlichen Ausgleichselemente (24) angepasste Gegenelemente (32) aufweist, wobei die Befestigungselemente (26) der Ausgleichselemente (24) und die Gegenelemente (32) in einer Einsatzposition des Druckbehälters (10) durch eine Drehbewegung des Druckbehälters (10) um seine Längsachse (LA) ineinander verschiebbar sind und dadurch eine formschlüssige Verbindung ausbilden, mit den Schritten:
- Ausrichten des Druckbehälters (10) derart, dass der Druckbehälter von einer offenen Seite der Karosseriestruktur (30) senkrecht zu seiner Längsachse (LA) in die Karosseriestruktur (30) einführbar ist, wobei der Druckbehälter (10) zum Ausrichten um seine Längsachse (LA) gedreht wird, dass sich die Befestigungselemente (26) und die Gegenelemente (32) beim Einführen nicht gegenseitig behindern, Einführen des Druckbehälters (10) in die Karosseriestruktur (30) bis die Einsatzposition erreicht ist, und Drehen des Druckbehälters (10) um seine Längsachse (LA) derart, dass eine formschlüssige Verbindung mit der Karosseriestruktur (30) hergestellt ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Befestigungselementen (26) des Druckbehälters (10) und den Gegenelementen (32) der Karosseriestruktur (30) zusätzlich eine kraftschlüssige und/oder stoffschlüssige Verbindung hergestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungselemente (26) und die Gegenelemente (32) miteinander verschraubt und/oder verklebt und/oder verclipst werden.
11. Werkzeug zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes (20) einer Außenhülle (12) eines Druckbehälters (10) mit einem zylinderähnlichen Mittelbereich (14) und zwei sich daran anschließenden Endbereichen (16, 18), mit einem Wickeldorn (40), durch dessen Außenradius beim Wickeln ein Innenradius des hohlzylindrischen Fortsatzes (20) vorgegeben ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wickeldorn (40) von einem ersten Zustand mit einem vorgegebenen Wickelradius und einem sich daraus ergebenden Querschnitt in einen zweiten Zustand mit einem geringeren Querschnitt überführbar ist.
12. Werkzeug nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wickeldorn (40) mehrteilig ausgeführt ist und die

Überführung vom ersten in den zweiten Zustand durch eine Zerlegung erfolgt.

13. Verfahren zum Wickeln eines hohlzylindrischen Fortsatzes (20) einer Außenhülle (12) eines Druckbehälters (10) mittels eines Werkzeugs nach einem der Ansprüche 9 oder 10, mit den Schritten:

Überführung des Wickeldorns (40) in seinen ersten Zustand, Wickeln des hohlzylindrischen Fortsatzes (20),

Überführen des Wickeldorns (40) in seinen zweiten Zustand, und Herausnehmen des Wickeldorns (40) aus dem hohlzylindrischen Fortsatz (20).

20

25

30

35

40

45

50

55

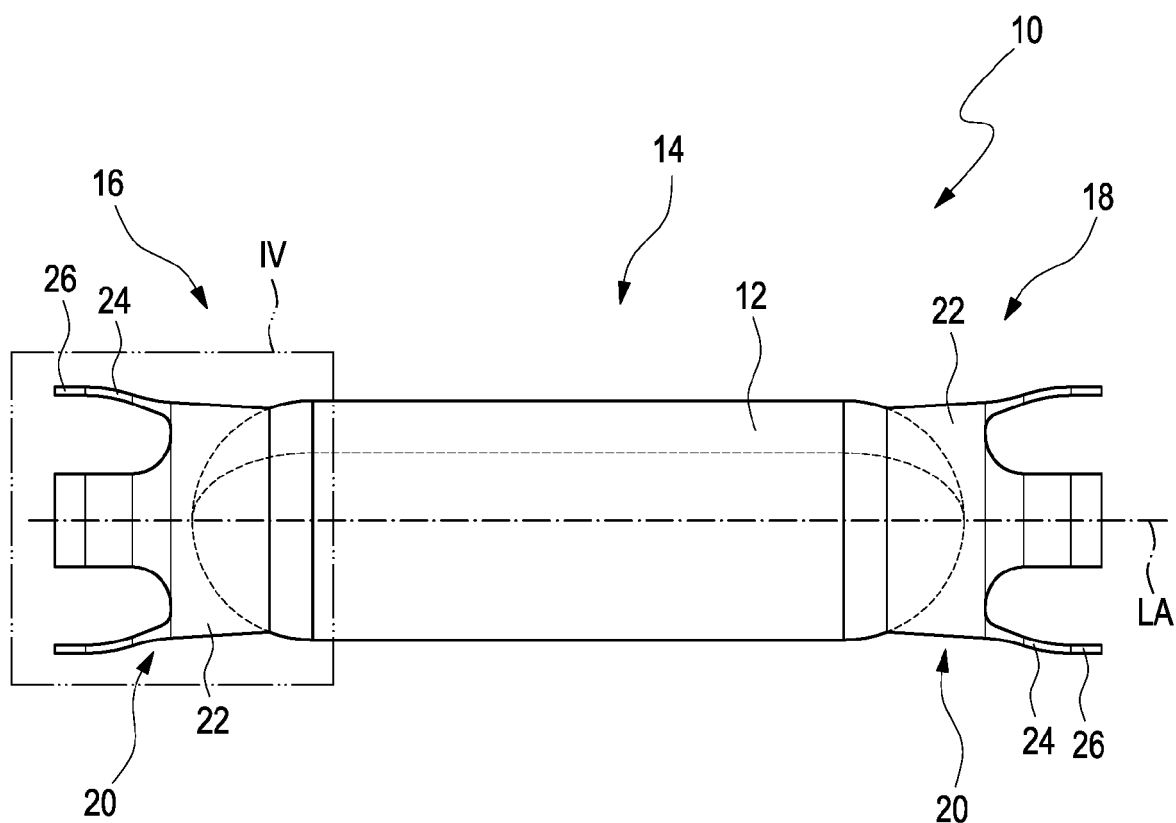


Fig. 1

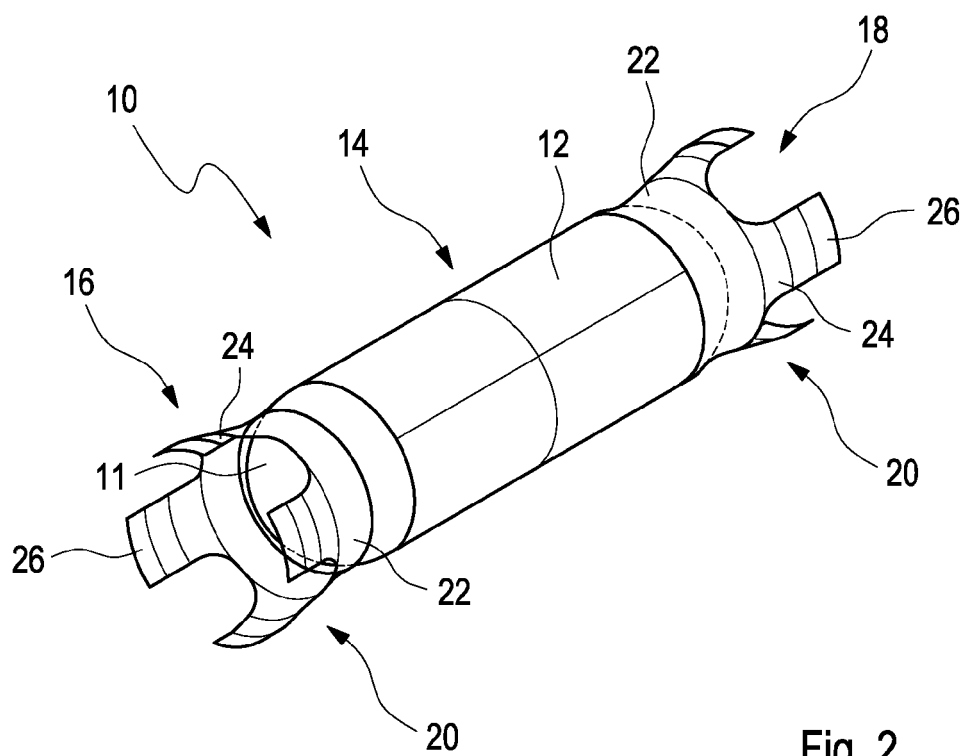


Fig. 2

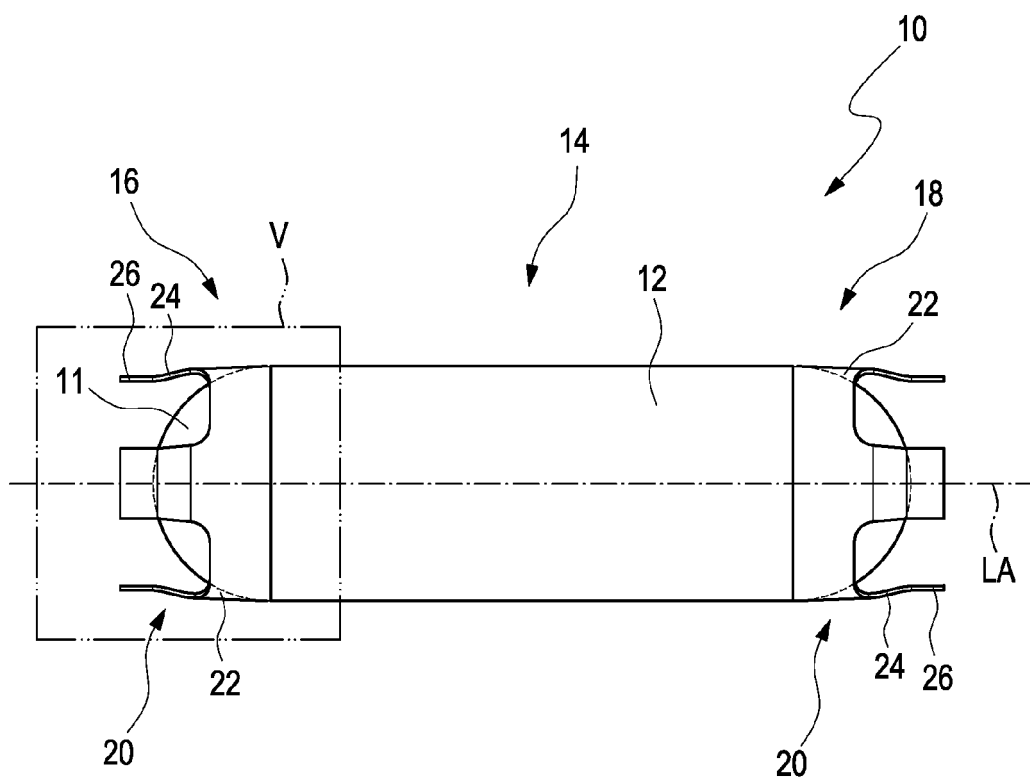


Fig. 3

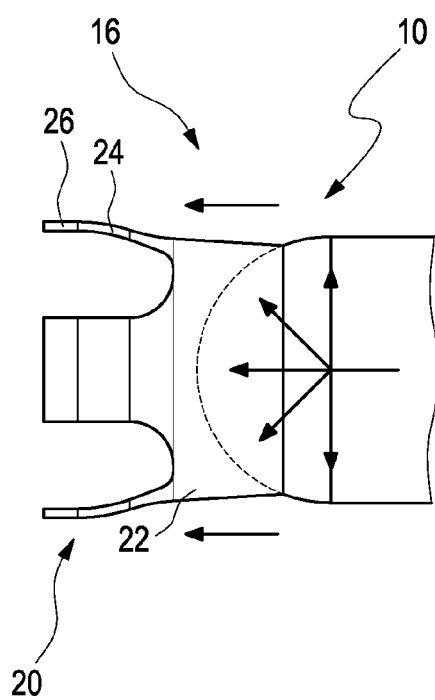


Fig. 4

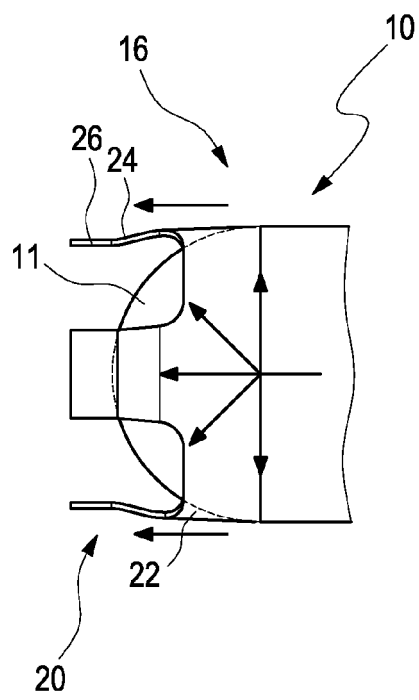


Fig. 5

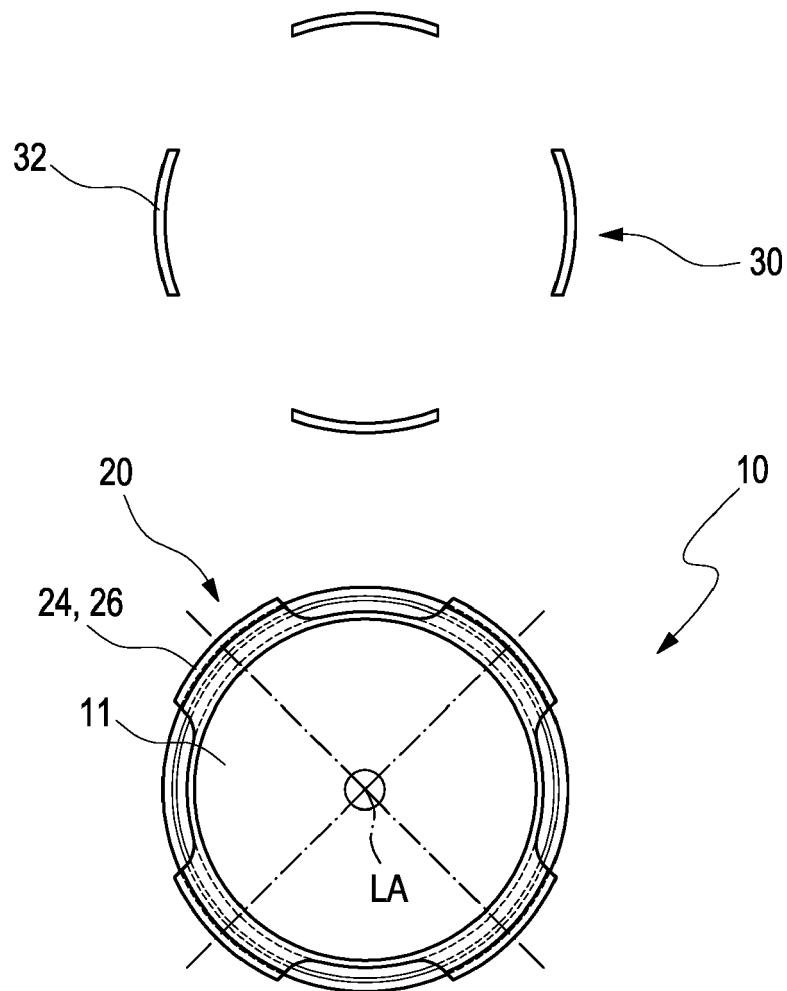


Fig. 6

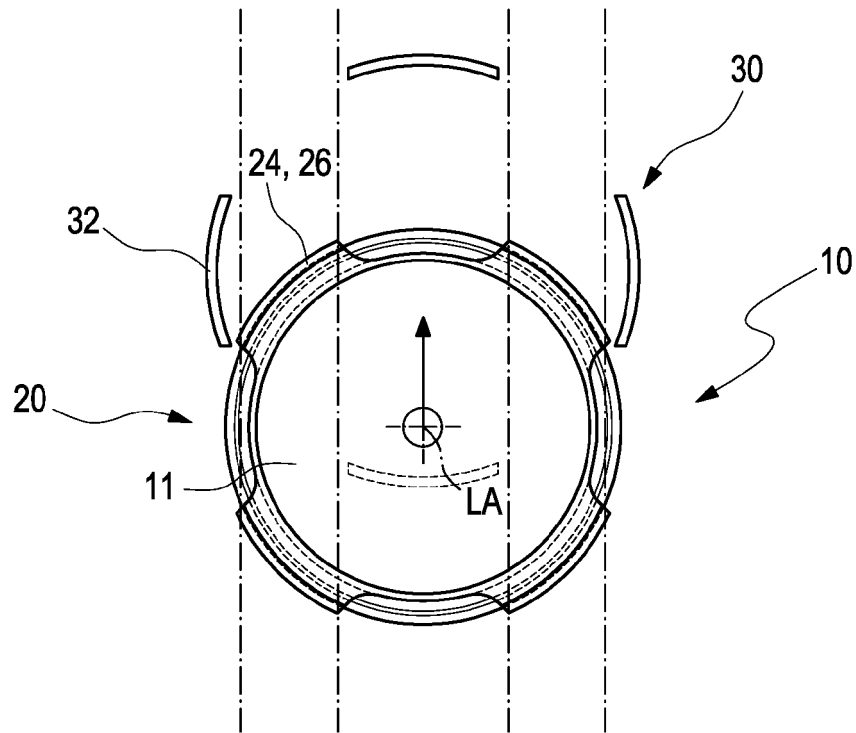


Fig. 7

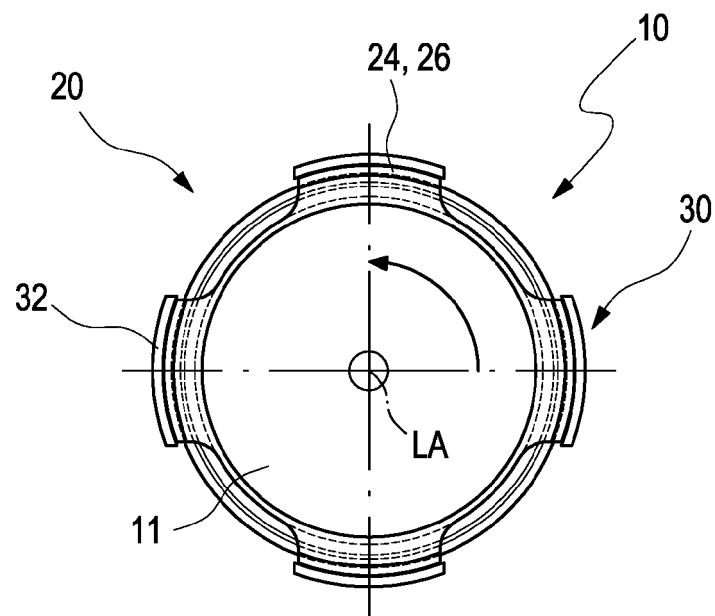


Fig. 8

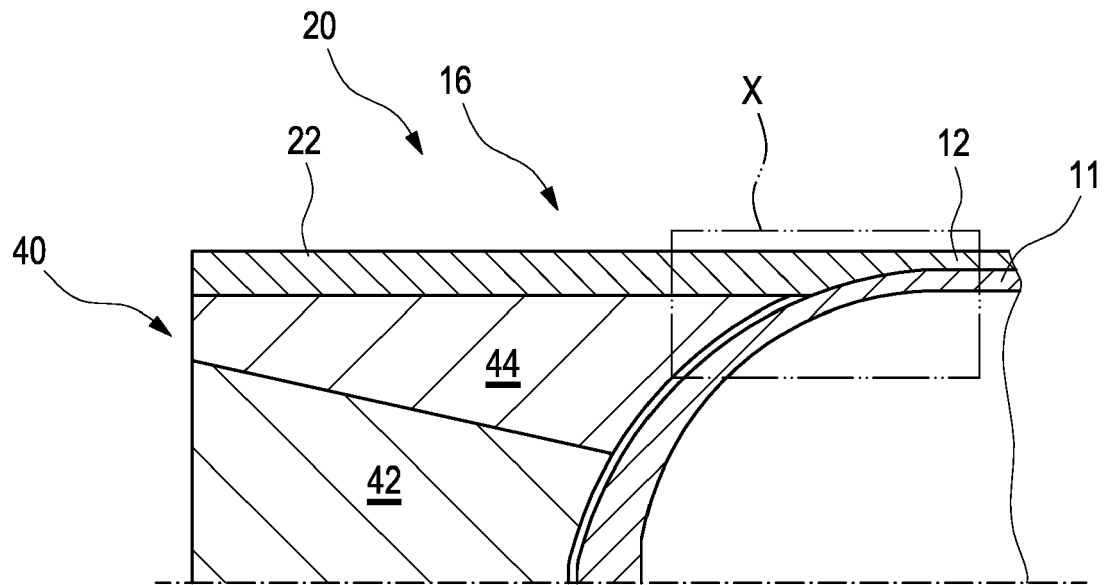


Fig. 9

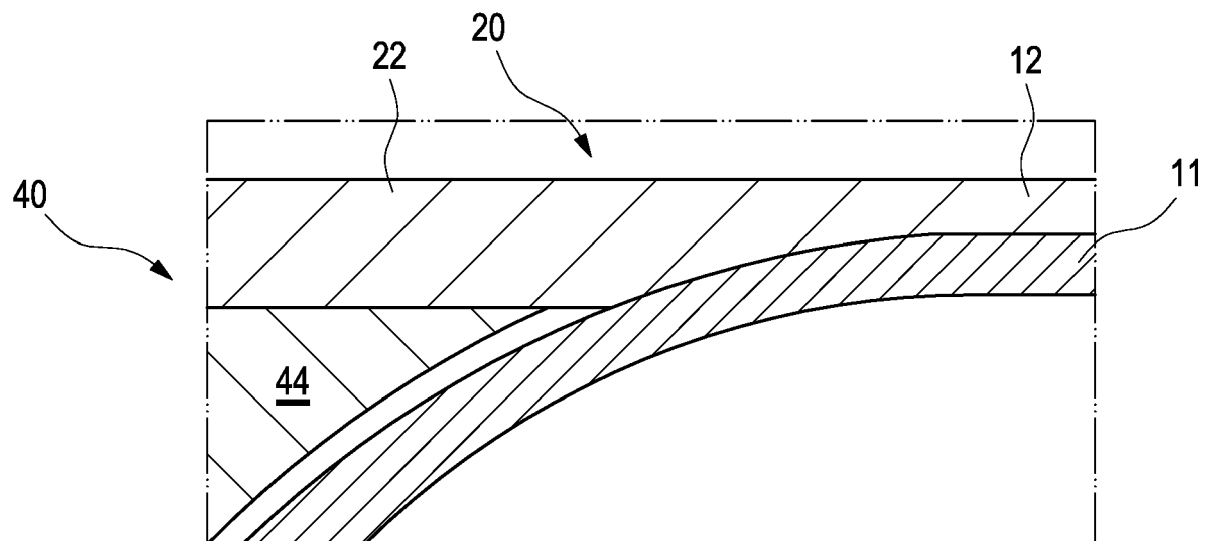


Fig. 10

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102015206826 A1 [0006]
- DE 102015007047 B4 [0007]