

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
4. Juni 2015 (04.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/078555 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 70/44 (2006.01) B29C 49/04 (2006.01)
B29C 70/32 (2006.01) B29L 31/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/002958

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. November 2014 (05.11.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 113 208.1
29. November 2013 (29.11.2013) DE

(71) Anmelder: REHAU AG + CO [DE/DE]; Otto-Hahn-
Strasse 2, 95111 Rehau (DE).

(72) Erfinder: LANZL, Thomas; Robert-Scott-Straße 12a,
95615 Marktrechwitz (DE). HOFMANN, Franz;
Saalgemeindeweg 24, 95213 Münchberg (DE).
FRIEDERICH, Markus; Am Wasserturm 4, 97241
Bergtheim (DE). FEIST, Marina; Lindenstrasse 41, 95028

Hof (DE). GRUHL, Andreas; Feigengasse 3, 01067
Dresden (DE).

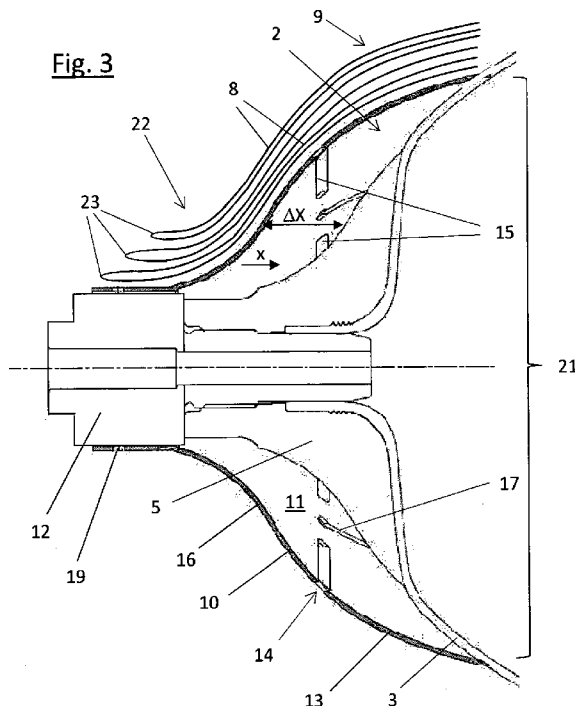
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A PRESSURE ACCUMULATOR, AND PRESSURE ACCUMULATOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DRUCKSPEICHERS SOWIE DRUCKSPEICHER



(57) Abstract: The invention relates to a method for
producing a pressure accumulator (1), in particular for
storing hydrogen in motor vehicles. First, a pressure
accumulator (1) inliner (3) which has at least one pole cap
(2, 2') is produced preferably by means of a plastic blow
molding method, and the outside of the inliner (3) is then
provided, preferably braided, with a multi-ply reinforcing
layer (9), which has reinforcing fibers (8). According to the
invention, a fiber supply cap (10, 10') is applied on the pole
cap (2, 2') prior to applying the reinforcing fibers (8), the
outer surface of the fiber supply cap being spaced from the
pole region (21, 21') of the pole cap (2, 2'). The reinforcing
fibers (8) are applied onto the body of the inliner (3) and in
the pole region (21, 21') so as to correspond to the outer
surface of the fiber supply cap (10, 10') while the reinforcing
layer (9) is being applied such that the inner reinforcing
layer (9) plies which are formed by the reinforcing fibers (8)
are provided with a fiber supply (22) in the pole region (21,
21') on the basis of the distance between the outer surface
of the fiber supply cap (10, 10') and the pole region (21,
21') of the pole cap (2, 2'). The invention also relates to a pressure
accumulator (1) produced in a corresponding manner.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/078555 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
TG).**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung eines Druckspeichers (1), insbesondere zur Speicherung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen, wobei zunächst, vorzugsweise mittels eines Kunststoff-Blasformverfahrens, ein mindestens eine Polkappe (2, 2') aufweisender Inliner (3) des Druckspeichers (1) hergestellt wird und wobei anschließend der Inliner (3) außenseitig mit einer Verstärkungsfasern (8) aufweisenden, mehrlagigen Armierungsschicht (9) versehen, vorzugsweise umflochten wird. Erfindungsgemäß wird auf die Polkappe (2, 2') vor der Aufbringung der Verstärkungsfasern (8) eine Faservorratskappe (10, 10') aufgebracht, deren äußere Oberfläche vom Polbereich (21, 21 ') der Polkappe (2, 2') beabstandet ist, wobei während der Aufbringung der Armierungsschicht (9) die Verstärkungsfasern (8) auf den Körper des Inliners (3) und im Polbereich (21, 21 ') entsprechend auf die äußere Oberfläche der Faservorratskappe (10, 10') aufgebracht werden, so dass aufgrund der Distanz zwischen äußerer Oberfläche der Faservorratskappe (10, 10') und dem Polbereich (21, 21 ') der Polkappe (2, 2') die von den Verstärkungsfasern (8) gebildeten inneren Lagen der Armierungsschicht (9) im Polbereich (21, 21 ') mit einem Faservorrat (22) versehen werden. Gegenstand der Erfindung ist auch ein entsprechend hergestellter Druckspeicher (1).

Verfahren zur Herstellung eines Druckspeichers sowie Druckspeicher

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Druckspeichers, insbesondere zur Speicherung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen,

- wobei zunächst, vorzugsweise mittels eines Kunststoff-Blasformverfahrens, ein mindestens eine Polkappe aufweisender Inliner des Druckspeichers hergestellt wird und
- wobei anschließend der Inliner außenseitig mit einer Verstärkungsfasern aufweisenden, mehrlagigen Armierungsschicht versehen, vorzugsweise umflochten wird.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der WO 2010/145795 A2 bekannt. Druckspeicher zur Speicherung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen müssen einerseits ein möglichst großes Speichervolumen bei einem vorgegebenen Bauraum bereitstellen und andererseits ein geringes Gewicht aufweisen, um einen niedrigen Kraftstoffverbrauch sicherzustellen. Darüber hinaus besteht selbstredend die Erfordernis, derartige Druckspeicher auch zu wettbewerbsfähigen Kosten herstellen zu können.

Gegenüber Wasserstoff-Druckspeichern z.B. aus Metall zeichnen sich Druckspeicher mit einem Inliner aus Kunststoff durch ein geringeres Gewicht aus. Um jedoch den bei der Speicherung einer ausreichend großen Wasserstoffmenge erforderlichen hohen Drücken, üblicherweise ca. 700 bar, standhalten zu können, müssen derartige Kunststoff-Inliner regelmäßig mit einer Armierungsschicht versehen werden. Diese wird beispielsweise in einem Flecht- oder auch Wickelverfahren auf den Inliner aufgebracht. Ein Ziel bei der Herstellung der Armierungsschicht ist es, die einzelnen Verstärkungsfasern der Armierungsschicht, welche z.B. als Carbon- und / oder Glasfasern ausgebildet sein können, im Betrieb möglichst gleichmäßig zu belasten. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die mechanische Belastbarkeit der Verstärkungsfasern möglichst gut ausgenutzt wird. Im Ergebnis kann bei einer möglichst gleichmäßigen Belastung der Verstärkungsfasern eine geringere Gesamtdicke der Armierungsschicht realisiert werden als bei einer ungleichmäßigen Belas-

tung der Fasern. Dies hat einerseits eine Kostenersparnis zur Folge, was sich insbesondere bei der Verwendung von vergleichsweise teuren Carbon-Fasern bemerkbar macht. Andererseits kann bei einer dünneren Armierungsschicht bei einem vorgegebenen Bauraum auch ein größeres nutzbares Speichervolumen für den Wasserstoff bereitgestellt werden.

5

Sofern man einen Kunststoff-Inliner mit einer aus Verstärkungsfasern bestehenden Armierungsschicht versieht, ergibt sich regelmäßig das Problem, dass bei einem üblichen Betriebsinnendruck des Inliners von mehreren hundert bar die Verstärkungsfasern der inneren Lagen der Armierungsschicht mechanisch deutlich höher beansprucht werden als die äußeren Lagen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Armierungsschicht im Rahmen der Herstellung des Druckspeichers mit einem Harz getränkt wird und gemeinsam mit dem Harz nach dessen Aushärtung einen hochfesten Verbund bildet. Sofern während der Aushärtungsphase eine fertigungsbedingte ungleichmäßige Faserspannung vorliegt, bleibt diese nach Aushärtung des Harzes dauerhaft erhalten und reduziert die mechanische Belastbarkeit des Druckspeichers bzw. erfordert die Auslegung einer dickeren Armierungsschicht.

10
15

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren mit den eingangs beschriebenen Merkmalen anzugeben, welches bei vorgegebenem Betriebsinnendruck des Druckspeichers eine möglichst geringe Dicke der Armierungsschicht erlaubt.

20

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass auf die Polkappe vor der Aufbringung der Verstärkungsfasern eine Faservorratskappe aufgebracht wird, deren äußere Oberfläche vom Polbereich der Polkappe beabstandet ist, wobei während der Aufbringung der Armierungsschicht die Verstärkungsfasern auf den Körper des Inliners und im Polbereich entsprechend auf die äußere Oberfläche der Faservorratskappe aufgebracht werden, so dass aufgrund der Distanz zwischen äußerer Oberfläche der Faservorratskappe und dem Polbereich der Polkappe die von den Verstärkungsfasern gebildeten inneren Lagen der Armierungsschicht im Polbereich mit einem Faservorrat versehen werden. Erfindungsgemäß wird also mittels des beschriebenen Verfahrens im Bereich der inneren Lagen der Armierungsschicht in Form eines Faservorrats mehr Fasermaterial aufgebracht, als aufgrund der Geometrie des Inliners, welcher i.d.R. einen zylindrischen Mittelabschnitt aufweist, eigentlich erforderlich wäre. Die Größe dieses Faservorrats wird durch die axiale Beabstandung der äußeren Oberfläche der Faservorratskappe vom Polbereich der Polkappe bestimmt, wodurch sich ein verlängerter Flechtweg für die entsprechenden Armierungsschichten ergibt. Dieser Faservorrat wird dann erfindungsgemäß, wie nachfolgend noch

25
30
35

ausführlich gezeigt wird, genutzt, um letztendlich im Betrieb des Druckspeichers eine möglichst gleichmäßige mechanische Belastung der Verstärkungsfasern über die gesamte Dicke der Armierungsschicht sicherzustellen.

5 Zweckmäßigerweise bilden die Faservorratskappe und die Polkappe während der Aufbringung der Armierungsschicht gemeinsam einen Hohlraum. Die axiale Länge dieses Hohlraums bestimmt maßgeblich die Größe des Faservorrats, da sie den zusätzlichen Flechtweg vorgibt, der bei der Aufbringung der inneren Lagen der Armierungsschicht im Vergleich zu einer direkten Umflechtung der Polkappe zusätzlich umflochten werden muss. Zweckmäßigerweise wird die Faservorratskappe bei der Aufbringung der Armierungsschicht von einer Fixiervorrichtung fixiert, die während dieses Arbeitsschrittes die Beabstandung der Faservorratskappe vom Polbereich sicherstellt. Hierdurch ist gewährleistet, dass während der Flechtung keine vorzeitige, ungewünschte Annäherung der Faservorratskappe an den Polbereich erfolgt, die zu einer Reduzierung des Faservorrats führen würde.

15 Um nun eine sehr kompakte Armierungsschicht zu erhalten, die bei vorgegebenen Außenabmessungen des Druckspeichers ein großes nutzbares Speichervolumen ermöglicht, wird folgendes Verfahren angewendet: Vorzugsweise wird nach Auftragung der Armierungsschicht der Inliner in ein die Armierungsschicht umschließendes Werkzeug eingebracht und mit einem inneren Überdruck beaufschlagt, so dass der Druckspeicher unter Presswirkung an der inneren Oberfläche des Werkzeugs anliegt. Die Fixiervorrichtung wird zweckmäßigerweise nach der Aufbringung der Armierungsschicht gelöst und aufgrund des inneren Überdrucks im Inliner wird die Faservorratskappe zum Polbereich geschoben und hierbei der Faservorrat freigegeben. Dieser Vorgang basiert im Wesentlichen auf zwei Effekten.

20 Aufgrund des inneren Überdrucks wird die Armierungsschicht radial aufgeweitet und zieht sich als Kompensation hierzu axial zusammen. Dieser Effekt ist über den Radius der Armierungsschicht gesehen jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt. Einerseits verlaufen die inneren Lagen der Armierungsschicht auf einem kleineren Radius als die äußeren, so dass in den inneren Lagen weniger Fasermaterial zum Aufweiten zur Verfügung steht als außen.

25 Gleichzeitig müssen aber andererseits bei der gewünschten radialen Kompression der Armierungsschicht die inneren Lagen deutlich mehr aufgeweitet werden als die äußeren, da die radiale Ausdehnung der äußeren Lagen durch die starre innere Oberfläche des Werkzeugs begrenzt ist. Dies hat insgesamt zur Folge, dass für die inneren Lagen ein deutlich größerer Faservorrat benötigt wird als für die äußeren Lagen der Armierungsschicht. Diesem Sachverhalt wird durch eine entsprechende geometrische Gestaltung der Faservor-

30 35

ratskappe Rechnung getragen. Zweckmäßigerweise wird hiernach die Armierungsschicht mit einem Harz, vorzugsweise einem Epoxidharz, getränkt, welches nach seiner Aushärtung die Armierungsschicht im durch den inneren Überdruck im Inliner aufgeweiteten Zustand einfriert. Das Harz kann mittels einer Infiltration (Unterdruckverfahren) oder alternativ mit Hilfe einer Injektion (Überdruckverfahren) in die Armierungsschicht eingebracht werden. Nach vollständiger Aushärtung des Harzes wird der Inliner entlastet und der Druckspeicher aus dem Werkzeug entnommen. Durch das ausgehärtete Harz ist sichergestellt, dass die Armierungsschicht in ihrer radial komprimierten Form, welche sie während der Beaufschlagung des Inliners mit dem inneren Überdruck eingenommen hat, verhardt, also „eingefroren“ ist. Die Armierungsschicht ist somit dauerhaft radial komprimiert und ermöglicht bei vorgegebenen Außenabmessungen des Druckspeichers die Nutzung eines großen freien Behältervolumens.

Zweckmäßigerweise werden die Verstärkungsfasern zumindest bereichsweise, vorzugsweise in den inneren Lagen der Armierungsschicht, mit einem gegenüber dem Neutralwinkel von ca. 54° reduzierten Winkel, z.B. $46 - 52^\circ$, insbesondere $48 - 50^\circ$, um den Inliner geflochten. Die Armierungsschicht ist somit bestrebt, sich diesem Neutralwinkel anzunähern und zieht sich aus diesem Grund bei einer inneren Druckbeaufschlagung des Inliners axial zusammen, wodurch die Faservorratskappen gegen die Polkappen gedrückt werden.

Durch die beschriebene Freigabe des Faservorrats stehen im unbelasteten Zustand des Druckspeichers die Verstärkungsfasern in den inneren Lagen der Armierungsschicht unter einer geringeren Vorspannung als ohne Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hierdurch wird die mechanische Belastung dieser Lagen im Betrieb reduziert und es kann insgesamt die Auslegung einer dünneren Armierungsschicht erfolgen, die eine Vergrößerung des nutzbaren Behältervolumens und dabei gleichzeitig die Einsparung von teurem Armierungsmaterial ermöglicht. Wie bereits erläutert, legt sich nach dem Lösen der Fixiervorrichtung die Faservorratskappe aufgrund der Zugspannung in den Verstärkungsfasern unter Presswirkung an die Polkappe an. Im Rahmen der Erfindung liegt es hierbei insbesondere, dass sich die Faservorratskappe zumindest bereichsweise an die Außenkontur der Polkappe anpasst. Hierdurch ist sichergestellt, dass sich während des Betriebs des Druckspeichers die Faservorratskappe gegenüber der Polkappe nicht verschieben kann. Zweckmäßigerweise wird die Faservorratskappe bei ihrer Anpassung an die Außenkontur der Polkappe elastisch verformt und verbleibt somit in diesem elastisch verformten Zustand dauerhaft im Druckspeicher.

Zweckmäßigerweise werden die einzelnen Lagen der Armierungsschicht derart aufgebracht, dass die auf der Faservorratskappe entstehenden Umkehrpunkte am Übergang zwischen den einzelnen Lagen mit zunehmender Schichtdicke axial in Richtung Inliner verschoben sind. Dies hängt insbesondere mit dem zuvor bereits beschriebenen, nach außen hin abnehmenden Bedarf an Faservorrat zusammen. Insgesamt ergibt sich hierdurch eine optimale Gestaltung der gesamten Flechtstruktur, die eine möglichst gleichmäßige Belastung aller Verstärkungsfasern sicherstellt. Zweckmäßigerweise wird die aus einer Vielzahl von Fasern aufgebaute Armierungsschicht nach oder ggf. auch vor der Freigabe des Faservorrats mit einem Harz getränkt, z.B. durch eine Injektion oder eine Infiltration des Harzes, und nach Freigabe des Faservorrats ausgehärtet, um die zwischen den Fasern befindlichen Freiräume aufzufüllen und die Festigkeit der Armierungsschicht hierdurch weiter zu stärken. Vorzugsweise wird die Armierungsschicht während der Infiltration von außen oder auch durch die Aufbringung eines Innenüberdrucks auf den Inliner von innen verpresst, um während dieses Verfahrensschrittes das Volumen der Freiräume zu reduzieren und damit nach Aushärtung des Harzes eine möglichst geringe Dicke der Armierungsschicht zu erhalten. So kann beispielsweise der Inliner während der Harzinfiltration bzw. -injektion mit einem Innenüberdruck von 2 – 100 bar, vorzugsweise 2 – 50 bar, beaufschlagt werden. In diesem Zustand des Druckspeichers wird nun die Armierungsschicht, welche durch den inneren Überdruck radial verpresst ist, mit dem Harz getränkt, welches bei weiterhin aufrechtem Innenüberdruck aushärtet. Auf diese Weise wird die Armierungsschicht in diesem radial verpressten Zustand „eingefroren“, so dass auch nach einer Entlastung des Inliners die hohe Faserdichte in der Armierungsschicht erhalten bleibt. Als Harz kann beispielsweise ein Epoxidharz zum Einsatz kommen.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Druckspeicher gemäß Anspruch 8. Bevorzugte Ausführungsformen dieses Druckspeichers sind in den Unteransprüchen 9 bis 16 beschrieben.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1a, b: einen erfindungsgemäßen Druckspeicher während des Herstellungsverfahrens in einer Seitenansicht bzw. einer dreidimensionalen Ansicht;

Fig. 2 a, b: den in Fig. 1a, b dargestellten Druckspeicher im fertig hergestellten Zustand,

Fig. 3: eine ausschnittsweise Querschnittsdarstellung des in den Fig 1a – 2b dargestellten Druckspeichers während des Herstellungsverfahrens, und

5

Fig. 4a bis d: die in der Fig. 3 dargestellte Faservorratskappe in verschiedenen Einzelansichten.

Die Figuren 1a, b sowie 2a, b zeigen einen Druckspeicher 1 zur Speicherung von Wasserstoff in einem Kraftfahrzeug. Der Druckspeicher 1 besitzt einen zwei Polkappen 2, 2' aufweisenden, aus Kunststoff hergestellten Inliner 3 mit einem zylindrischen Mittelabschnitt 4. An diesen Mittelabschnitt 4 sind endseitig die beiden Polkappen 2, 2' angeformt. Die Polkappe 2 des Druckspeichers 1 umfasst zur Befüllung bzw. zur Abgabe von Wasserstoff zusätzlich einen auch als Boss bezeichneten Stutzen 5 mit einer Öffnung 6. Die an dem gegenüberliegenden Ende des Druckspeichers 1 vorgesehene Polkappe 2' umfasst zusätzlich einen sog. Blindboss 7, welcher lediglich zur Montage des Druckspeichers 1 im Fahrzeug dient. Auf den Inliner 3 ist außenseitig eine Verstärkungsfasern 8 aufweisende, geflochtene, mehrlagige Armierungsschicht 9 aufgebracht. Die Verstärkungsfasern 8 sind im Ausführungsbeispiel als Carbon-Fasern ausgebildet und in den Figuren 1a – 2b zwecks Verbesserung der Übersichtlichkeit lediglich einzeln angedeutet. Ebenso ist zum besseren Verständnis der Zeichnungen die Armierungsschicht 9 nur in den Figuren 1a und 2a schematisch dargestellt. Den Figuren 1a und 2a ist zu entnehmen, dass zwischen den Polkappen 2, 2' und der Armierungsschicht 9 jeweils eine Faservorratskappe 10, 10' vorgesehen ist, die während der Aufbringung der Verstärkungsfasern 8 auf den Inliner 3 einen Faser-
vorrat 22 (vergl. Fig. 3) für die inneren Lagen der Armierungsschicht 9 sicherstellt. Der Fig. 3 kann entnommen werden, dass während der Aufbringung der Armierungsschicht 9 die Faservorratskappe 10 und die Polkappe 2 gemeinsam einen Hohlraum 11 bilden und die Faservorratskappe 10 durch eine Fixiervorrichtung 12 in einer entsprechenden Position fixiert ist. Analog sind auch die Faservorratskappe 10' und die Polkappe 2' zueinander positioniert. Die Faservorratskappen 10, 10' sind jeweils dünnwandig mit einer mittleren Wanddicke < 5 mm ausgebildet und aus Kunststoff hergestellt. Insbesondere die Fig. 2a und b zeigen, dass im fertig hergestellten Zustand des Druckspeichers 1 die Gestalt der Faservorratskappen 10, 10' an die Außenkontur der Polkappen 2, 2' angepasst ist. Hierzu weisen die Faservorratskappen 10, 10' im Außenbereich 13 eine elastische Verformbarkeit auf, die

die Anpassung an die Außenkontur der Polkappen 2, 2' ermöglicht. Dies wird insbesondere aus einer vergleichenden Betrachtung der Figuren 1a und 2a ersichtlich.

Die Figuren 4a bis d zeigen die in der Figur 3 dargestellte Faservorratskappe 10 als Einzel-
5 teil in unterschiedlichen Ansichten. In Fig. 4a ist eine Draufsicht von oben, in Fig. 4b der Schnitt A-A in Fig. 4a und in den Fig. 4c,d eine dreidimensionale Ansicht von schräg oben bzw. schräg unten dargestellt. Die Faservorratskappe 10 weist eine umlaufende Materialschwächung 14 auf, die während der Anpassung dieser Kappe 10 an die Außenkontur der Polkappe 2 als Drehgelenk für den Außenbereich 13 der Faservorratskappe 10 dient. Die
10 Materialschwächung 14 wird im Ausführungsbeispiel aus mehreren Umfangsschlitz 15 gebildet. Die Umfangsschlitze 15 sind gleichmäßig über den Umfang verteilt. Sie durchdringen das Material der Faservorratskappe 10 vollständig. Wie zuvor bereits beschrieben, ist der Außenbereich 13 elastisch, so dass er die entsprechende Kontur der Polkappe 2 in diesem Bereich annehmen kann. In ihrem achsnahen Innenbereich 16 ist die Faservorrats-
15 kappe 10 hingegen starr ausgebildet, so dass sie eine starre Verbindung mit der Fixiervorrichtung 12 eingehen kann. Die Geometrie des starren Innenbereiches 16 der Faservorratskappe 10 ist an die achsnahe Kontur der Polkappe 2 – welche im Ausführungsbeispiel durch die Kontur des Boss 5 gebildet wird – angepasst. Die Faservorratskappe 10 weist
20 ferner in ihrem Außenbereich 13 zum Außenrand hin verlaufende Materialschwächungen 17 auf, die in diesem Bereich 13 zur Erleichterung der Anpassung an die Außenkontur der Polkappe 2 dienen. Diese Materialschwächungen 17 sind im Ausführungsbeispiel jeweils als Längsschlitz ausgebildet. Die Längsschlitze 17 sind gleichmäßig über den Umfang verteilt. Bei einer Anpassung der Faservorratskappe 10 an die Geometrie der Polkappe 2 werden die Längsschlitze 17 aufgeweitet (s. Fig. 2a,b). Auch die Längsschlitze 17 durchdrin-
25 gen das Material der Faservorratskappe 10 vollständig. In ihrem achsnahen Innenbereich 16 weist die Faservorratskappe 10 ferner mehrere Fixieröffnungen 19 auf, die gemeinsam eine Verbindungseinrichtung 20 zur Verbindung der Faservorratskappe 10 mit der Fixiervorrichtung 12 bilden.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des Druckspeichers 1 wird anhand der Fig. 3 erläutert. Zunächst wird mittels eines Kunststoff-Blasformverfahrens der aus einem zylindrischen Mittelabschnitt 4 mit endseitigen Polkappen 2, 2' aufgebaute Inliner 3 des Druckspeichers 1 hergestellt. Die Polkappen 2, 2' umfassen zusätzlich einen, vorzugsweise jeweils aus Metall hergestellten, Boss 5 bzw. einen Blindboss 7, die nach dem Blasformver-
35 fahren montiert werden. Anschließend wird der Inliner 3 außenseitig mit der Verstärkungs-

fasern 8 aufweisenden, mehrlagigen Armierungsschicht 9 umflochten (zwecks Vereinfachung der Darstellung zeigt die Fig. 3 lediglich die innersten Lagen der Armierungsschicht 9). Auf die beiden Polkappen 2, 2' wird vor der Aufbringung der Verstärkungsfasern 8 jeweils eine Faservorratskappe 10, 10' aufgebracht, deren äußere Oberfläche vom Polbereich 21, 21' der entsprechenden Polkappe 2, 2' beabstandet ist. Während der Aufbringung der Armierungsschicht 9 werden die Verstärkungsfasern 8 auf den Körper des Inliners 3 und in den Polbereichen 21, 21' entsprechend auf die äußere Oberfläche der Faservorratskappen 2, 2' aufgebracht. Aufgrund der Distanz zwischen der äußeren Oberfläche der Faservorratskappen 10, 10' und dem Polbereich 21, 21' der Polkappen 2, 2' werden die von den Verstärkungsfasern 8 gebildeten inneren Lagen der Armierungsschicht 9 in den Polbereichen 21, 21' mit einem Faservorrat 22 versehen.

Die Fig. 3 zeigt, dass die Faservorratskappe 10 und die Polkappe 2 mit dem Boss 5 während der Aufbringung der Armierungsschicht 9 gemeinsam einen Hohlraum 11 bilden. Die Faservorratskappe 10 wird bei der Aufbringung der Armierungsschicht 9 von einer Fixier-
vorrichtung 12 fixiert, die während dieses Arbeitsschritts die Beabstandung der Faservorratskappe 10 vom Polbereich 21 sicherstellt.

Nach Aufbringung der kompletten Armierungsschicht 9 wird der Druckspeicher 1 in ein nicht dargestelltes, die Armierungsschicht 9 vollständig umschließendes, an die äußere Kontur der Armierungsschicht 9 angepasstes Infiltrations- bzw. Injektionswerkzeug eingebracht, die Fixiervorrichtung 12 gelöst und der Inliner 3 mit einem inneren Überdruck beaufschlagt. Hierbei legt sich die Armierungsschicht 9 unter Presswirkung an der inneren Oberfläche des Werkzeugs an. Aufgrund der Zugspannung der aufgetragenen Verstärkungsfasern 8 verschiebt sich die Faservorratskappe 10 zum Polbereich 21 in Pfeilrichtung x und hierbei wird der Faservorrat 22 freigegeben.

Bei der Freigabe des Faservorrates 22 passen sich die Faservorratskappen 10, 10' an die – zum Teil jeweils von Boss 5 bzw. Blindboss 7 gebildete – Außenkontur der Polkappen 2, 2' an (vergl. auch Fig. 2a, b). Hierzu ist – wie bereits zuvor im Zusammenhang mit den Fig. 4a – e beschrieben – der Außenbereich 13 der Faservorratskappen 10, 10' elastisch ausgebildet. Im Ausführungsbeispiel entspricht der Übergang vom starren Innenbereich 16 zum elastischen Außenbereich 13 der Faservorratskappe 10 in Bezug auf die äußere Oberfläche der Polkappe 2 im wesentlichen dem Übergang von Boss 5 zum Blasformteil des Inliners 3. D.h. der starre Innenbereich 16 der Faservorratskappe legt sich an der Oberfläche

des Boss 5 an, wohingegen sich der Außenbereich 13 unter einer elastischen Verformung an der umlaufenden Materialschwächung 14 an die angrenzende Oberflächenkontur des Blasformteils des Inliners 3 anpasst. Ferner ist anhand der Fig. 3 erkennbar, dass vor der Freigabe des Faservorrats 22 die einzelnen Lagen der Armierungsschicht 9 derart aufgebracht wurden, dass die auf der Faservorratskappe 10 entstehenden Umkehrpunkte 23 am Übergang zwischen den einzelnen Lagen mit zunehmender Schichtdicke axial in Richtung Inliner 3 verschoben sind. Die Faservorratskappe 10 selbst stellt einen vorgegebenen Abstand ΔX zur Polkappe 2 sicher, der maßgeblich die Größe des Faservorrats 22 bestimmt. Durch die Faservorratskappen 10, 10' können die Faserlängen in allen Lagen exakt vorgehalten und positioniert werden.

Nachdem sich die Faservorratskappen 10, 10' an die Polkappen 2, 2' angelegt haben, wird die Armierungsschicht 9 im Infiltrations- bzw. Injektionswerkzeug mit einem (ebenfalls nicht dargestellten) Harz getränkt, um die zwischen den einzelnen Verstärkungsfasern 8 befindlichen Freiräume aufzufüllen und die Festigkeit der Armierungsschicht 9 hierdurch weiter zu stärken. Aufgrund des inneren Überdrucks im Inliner 3 ist die Armierungsschicht 9 radial verpresst und besitzt hierdurch eine reduzierte Wandstärke. Gleichzeitig reduziert sich durch diese radiale Verpressung das Gesamtvolumen der Freiräume zwischen den Fasern 8, welches vom Harz aufgefüllt werden muss. Durch die Aushärtung des Harzes bei innerem Überdruck im Inliner 3 bleibt die Gestalt der verpressten Armierungsschicht 9 im fertig hergestellten, unbelasteten Druckspeicher 1 weitgehend erhalten; sie wird sozusagen „eingefroren“. Dies führt einerseits zu einer Gewichts- und Materialersparnis, da weniger Harzmaterial benötigt wird, und gewährleistet andererseits gleichzeitig ein größeres nutzbares Speichervolumen bei vorgegebenen Außenabmessungen des Druckspeichers 1.

- Patentansprüche -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Druckspeichers (1), insbesondere zur Speicherung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen,

- wobei zunächst, vorzugsweise mittels eines Kunststoff-Blasformverfahrens, ein
5 mindestens eine Polkappe (2, 2') aufweisender Inliner (3) des Druckspeichers (1) hergestellt wird und
- wobei anschließend der Inliner (3) außenseitig mit einer Verstärkungsfasern (8)
10 aufweisenden, mehrlagigen Armierungsschicht (9) versehen, vorzugsweise umflochten wird,

dadurch gekennzeichnet, dass auf die Polkappe (2, 2') vor der Aufbringung der Verstärkungsfasern (8) eine Faservorratskappe (10, 10') aufgebracht wird, deren äußere Oberfläche vom Polbereich (21, 21') der Polkappe (2, 2') beabstandet ist,
15 wobei während der Aufbringung der Armierungsschicht (9) die Verstärkungsfasern (8) auf den Körper des Inliners (3) und im Polbereich (21, 21') entsprechend auf die äußere Oberfläche der Faservorratskappe (10, 10') aufgebracht werden, so dass aufgrund der Distanz zwischen äußerer Oberfläche der Faservorratskappe (10, 10') und dem Polbereich (21, 21') der Polkappe (2, 2') die von den Verstärkungsfasern (8) gebildeten inneren Lagen der Armierungsschicht (9) im Polbereich (21, 21') mit einem Faservorrat (22) versehen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') und die Polkappe (2, 2') während der Aufbringung der Armierungsschicht (9) gemeinsam einen Hohlraum (11) bilden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') bei der Aufbringung der Armierungsschicht (9) von einer Fixier-
30 vorrichtung (12) fixiert wird, die während dieses Arbeitsschritts die Beabstandung der Faservorratskappe (10, 10') vom Polbereich (21, 21') sicherstellt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach Aufbringung der Armierungsschicht (9) der Inliner (3) in ein die Armierungsschicht (9) umschließendes Werkzeug eingebracht und mit einem inneren Überdruck beaufschlagt wird, so dass der Druckspeicher (1) unter Presswirkung an der inneren Oberfläche des Werkzeugs anliegt, und dass die Fixiervorrichtung (12) nach der Aufbringung der Armierungsschicht (9) gelöst und aufgrund des inneren Überdrucks im Inliner (3) die Faservorratskappe (10, 10') zum Polbereich (21, 21') geschoben und hierbei der Faservorrat (22) freigegeben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass hiernach die Armierungsschicht (9) mit einem Harz, vorzugsweise einem Epoxidharz, getränkt wird, welches nach seiner Aushärtung die Armierungsschicht (9) im durch den inneren Überdruck aufgeweiteten Zustand einfriert.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Faservorratskappe (10, 10') hierbei zumindest bereichsweise an die Außenkontur der Polkappe (2, 2') anpasst.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Lagen der Armierungsschicht (9) derart aufgebracht werden, dass die auf der Faservorratskappe (10, 10') entstehenden Umkehrpunkte (23) am Übergang zwischen den einzelnen Lagen mit zunehmender Schichtdicke axial in Richtung Inliner (3) verschoben sind.
8. Druckspeicher (1), insbesondere zur Speicherung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen, mit
- einem mindestens eine Polkappe (2, 2') aufweisenden, vorzugsweise auf Kunststoffbasis hergestellten, Inliner (3)
 - einer Verstärkungsfasern (8) aufweisenden, vorzugsweise geflochtenen, mehrlagigen Armierungsschicht (9), die außenseitig auf den Inliner (3) aufgebracht ist,
- dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Polkappe (2, 2') und Armierungsschicht (9) eine Faservorratskappe (10, 10') vorgesehen ist, die während der Aufbringung

der Verstärkungsfasern (8) auf den Inliner (3) einen Faservorrat (22) für die inneren Lagen der Armierungsschicht (9) sicherstellt.

- 5 9. Druckspeicher (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') dünnwandig, z.B. mit einer mittleren Wanddicke < 10 mm, ausgebildet und vorzugsweise aus Kunststoff hergestellt ist.
- 10 10. Druckspeicher (1) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass im fertig hergestellten Zustand des Druckspeichers (1) die Gestalt der Faservorratskappe (10, 10') an die Außenkontur der Polkappe (2, 2') angepasst ist.
- 15 11. Druckspeicher (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') zumindest bereichsweise, insbesondere im Außenbereich (13), eine, vorzugsweise elastische, Verformbarkeit aufweist, die die Anpassung an die Außenkontur der Polkappe (2, 2') ermöglicht.
- 20 12. Druckspeicher (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') eine umlaufende Materialschwächung (14) aufweist, die während der Anpassung der Faservorratskappe (10, 10') an die Außenkontur der Polkappe (2, 2') als Drehgelenk für den Außenbereich (13) der Faservorratskappe (10, 10') dient.
- 25 13. Druckspeicher (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') in ihrem achsnahen Innenbereich (16) starr ausgebildet ist.
- 30 14. Druckspeicher (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') in ihrem Außenbereich (13) zum Außenrand hin verlaufende Materialschwächungen (17) aufweist, die in diesem Bereich (13) zur Erleichterung der Anpassung an die Außenkontur der Polkappe (2, 2') dienen.
- 35 15. Druckspeicher (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservorratskappe (10, 10') im achsnahen Innenbereich (16) mindestens eine Verbindungseinrichtung (20) zur Verbindung der Faservorratskappe (10, 10') mit einer Fixiervorrichtung (12) aufweist, die zur Fixierung der Faservorratskappe (10, 10') während der Aufbringung der Armierungsschicht (9) dient.

16. Druckspeicher (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Armierungsschicht (9) mit einem Harz, vorzugsweise einem Epoxidharz, getränkt ist.

5

10

15

20

25

30

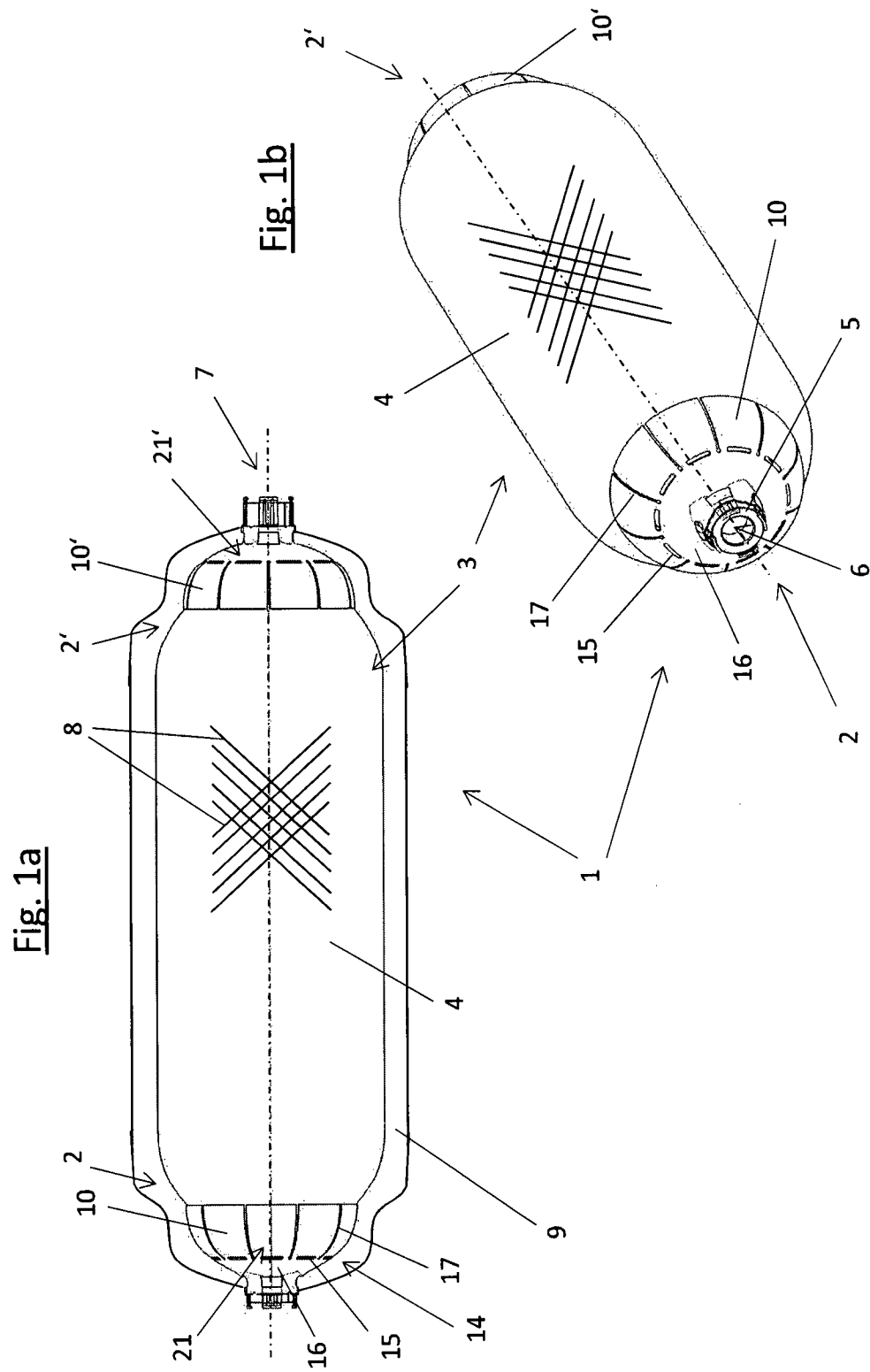


Fig. 2a

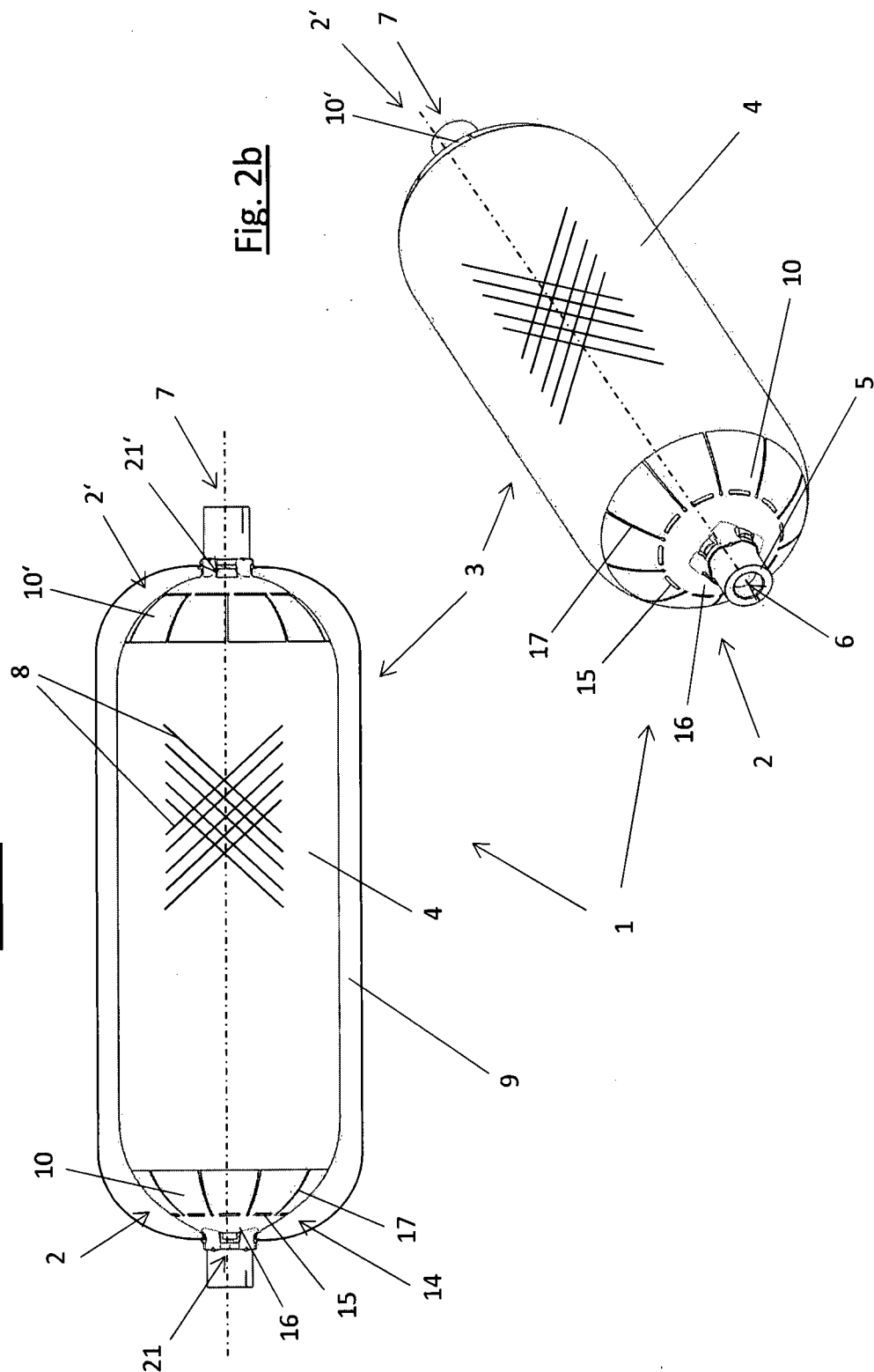
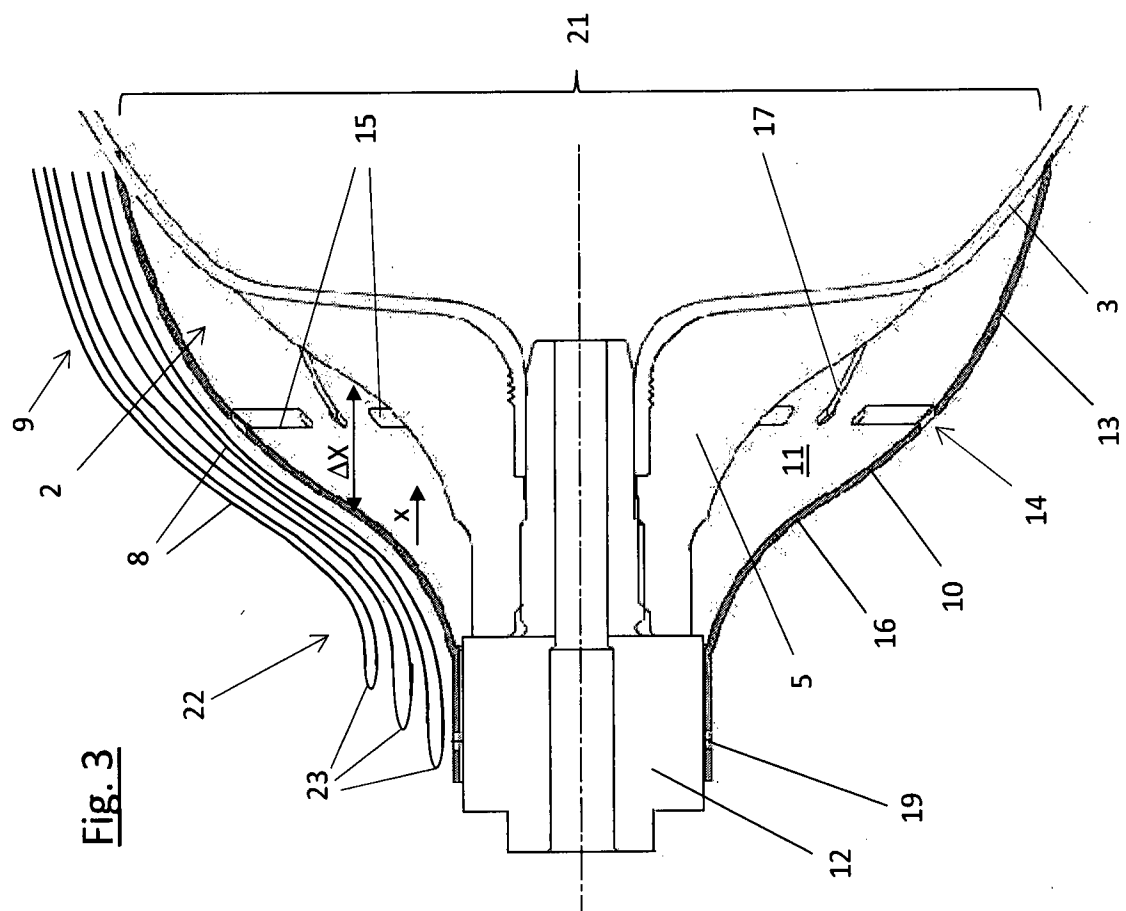
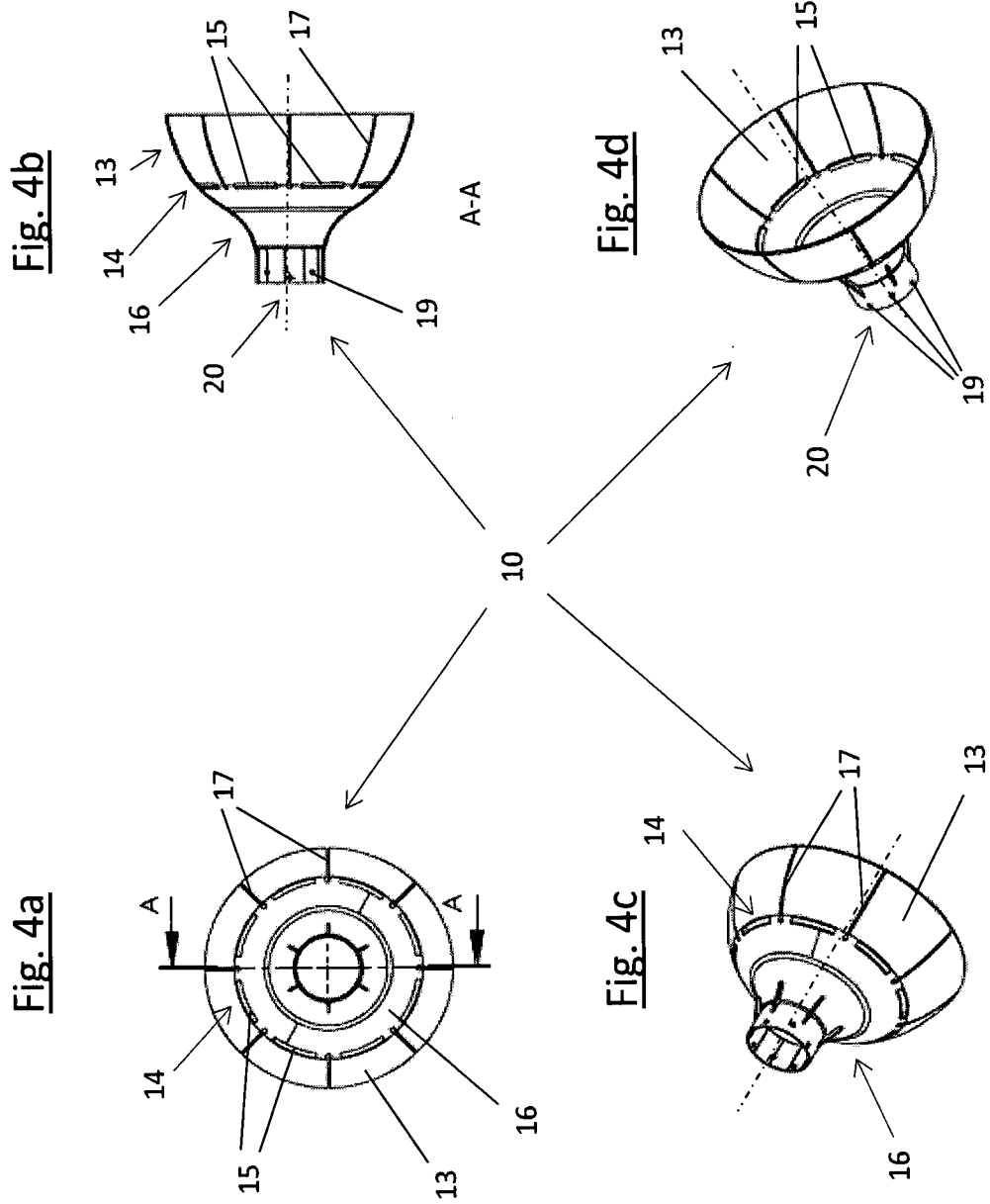


Fig. 2b





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/002958

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B29C70/44 B29C70/32 B29C49/04
 ADD. B29L31/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C B29L F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/258573 A1 (WEBER NORBERT [DE]) 14 October 2010 (2010-10-14) paragraphs [0010] - [0014]; figure -----	1,3, 5-10,13, 15,16
X	JP 2004 263827 A (MITSUBISHI RAYON CO) 24 September 2004 (2004-09-24) abstract; figures -----	1,3, 5-10,13, 15,16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 January 2015

Date of mailing of the international search report

05/02/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bibollet-Ruche, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/002958

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2010258573	A1	14-10-2010	CN 101356400 A	28-01-2009
			DE 102006004121 A1	26-07-2007
			EP 1977153 A1	08-10-2008
			ES 2416335 T3	31-07-2013
			JP 5032503 B2	26-09-2012
			JP 2009524777 A	02-07-2009
			US 2010258573 A1	14-10-2010
			WO 2007085276 A1	02-08-2007

JP 2004263827	A	24-09-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/002958

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B29C70/44 B29C70/32 B29C49/04
ADD. B29L31/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B29C B29L F17C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/258573 A1 (WEBER NORBERT [DE]) 14. Oktober 2010 (2010-10-14) Absätze [0010] - [0014]; Abbildung -----	1,3, 5-10,13, 15,16
X	JP 2004 263827 A (MITSUBISHI RAYON CO) 24. September 2004 (2004-09-24) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,3, 5-10,13, 15,16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Januar 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bibollet-Ruche, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/002958

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010258573 A1	14-10-2010	CN 101356400 A	28-01-2009
		DE 102006004121 A1	26-07-2007
		EP 1977153 A1	08-10-2008
		ES 2416335 T3	31-07-2013
		JP 5032503 B2	26-09-2012
		JP 2009524777 A	02-07-2009
		US 2010258573 A1	14-10-2010
		WO 2007085276 A1	02-08-2007

JP 2004263827 A	24-09-2004	KEINE	
