

(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
01. Oktober 2020 (01.10.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/193262 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F17C 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057173

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2020 (17.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 107 983.7
28. März 2019 (28.03.2019) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESSELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: STAHL, Hans-Ulrich; Gunta-Stölzl-Str. 13,
80807 Muenchen (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, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A BARRIER LAYER OF A PRESSURE VESSEL, AND PRESSURE VESSEL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SPERRSCHICHT EINES DRUCKBEHÄLTERS SOWIE
DRUCKBEHÄLTER

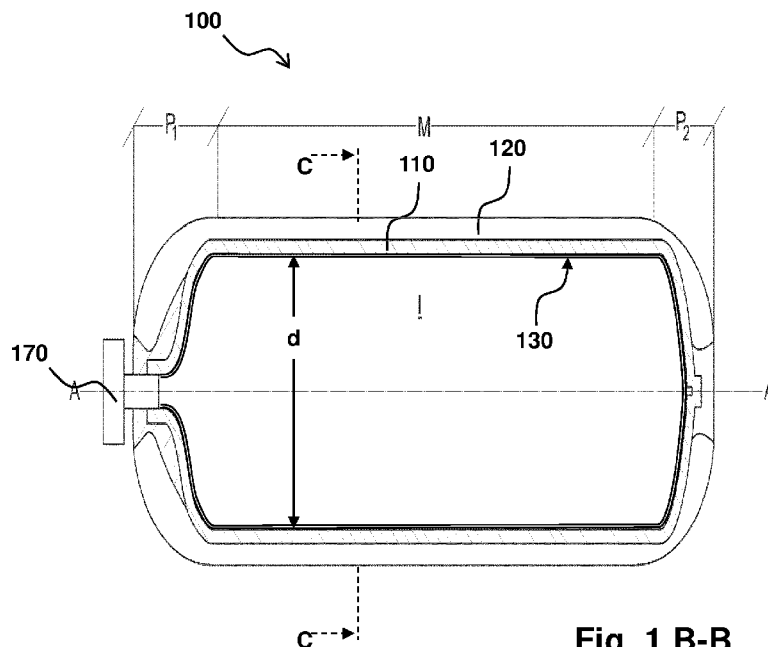


Fig. 1 B-B

(57) Abstract: The invention relates to a method of producing a barrier layer (130) of a pressure vessel (100). The method comprises the step according to which the barrier layer (130) is applied to the liner (110) and/or to the fibre-reinforced layer (120) of the pressure vessel (100) while there is a pressure difference between the internal volume I and the surroundings U.

(57) Zusammenfassung: Die offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Sperrschicht (130) eines Druckbehälters (100). Das Verfahren umfasst den Schritt, wonach die Sperrschicht (130) auf den Liner (110) und/oder auf die faserverstärkte Schicht (120) des Druckbehälters (100) aufgebracht wird, während zwischen dem Innenvolumen I und der Umgebung U eine Druckdifferenz vorliegt.



WO 2020/193262 A1

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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zur Herstellung einer Sperrschicht eines Druckbehälters sowie Druckbehälter

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Sperrschicht eines Druckbehälters sowie einen Druckbehälter.

Druckbehälter zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigen Kraftstoff sind bekannt. Aus dem Stand der Technik sind ferner Verfahren zur chemischen bzw. elektrochemischen Erzeugung von Metall-Beschichtungen bekannt. Es ist auch bekannt, dass Metallbeschichtungen als Permeationssperren eingesetzt werden können, beispielsweise um die Permeation von Wasserstoff zu reduzieren. Bei der Anbringung einer solchen Metallbeschichtung auf der Außenseite des Druckbehälters könnte es zur Ablösung der Schicht kommen, wenn sich darunter Wasserstoff sammelt. Ferner könnte die Permeationswirkung der Metallschicht durch Risse verringert werden. Solche Risse könnten beispielsweise durch funktionsbedingtes Ausdehnen des Druckbehälters entstehen.

Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, zumindest einen Nachteil von einer vorbekannten Lösung zu verringern oder zu beheben oder eine alternative Lösung vorzuschlagen. Es ist insbesondere eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, die Sperrschicht eines Druckbehälters sowie deren Herstellung zu verbessern. Weitere bevorzugte Aufgaben können sich aus den vorteilhaften Effekten der hier offenbarten Technologie ergeben. Die Aufgabe(n) wird/werden gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausgestaltungen dar.

Die hier offenbarte Technologie betrifft einen Druckbehälter für ein Kraftfahrzeug (z.B. Personenkraftwagen, Krafträder, Nutzfahrzeuge). Der Druckbehälter dient zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigen Brennstoff in einem Innenvolumen des Druckbehälters. Der Druckbehälter kann beispielsweise in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden, das mit komprimiertem („Compressed Natural Gas“ = CNG) oder verflüssigtem (LNG) Erdgas oder mit Wasserstoff betrieben wird.

Ein solcher Druckbehälter wird auch als composite overwrapped pressure vessel (=COPV) bezeichnet. Der Druckbehälter kann beispielsweise ein kryogener Druckbehälter oder ein Hochdruckgasbehälter sein.

Hochdruckgasbehälter sind ausgebildet, bei Umgebungstemperaturen Brennstoff dauerhaft bei einem nominalen Betriebsdruck (auch nominal working pressure oder NWP genannt) von ca. 350 barü (= Überdruck gegenüber dem Atmosphärendruck), ferner bevorzugt von ca. 700 barü oder mehr zu speichern. Ein kryogener Druckbehälter ist geeignet, den Brennstoff bei den vorgenannten Betriebsdrücken auch bei Temperaturen zu speichern, die deutlich unter der Betriebstemperatur des Kraftfahrzeuges liegen.

Ein solcher Druckbehälter kann beispielsweise von einem Rohrspeichersystem ausgebildet werden, das eine Mehrzahl an Speicherrohren aufweist, die jeweils ein Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis mit einem Wert zwischen 5 und 40, bevorzugt zwischen 7 und 25, und besonders bevorzugt zwischen 9 und 15 aufweisen. Das Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis ist der Quotient aus der Länge des Speicherrohrs im Zähler und dem Außendurchmesser des Speicherrohrs im Nenner. Zweckmäßig sind die Speicherrohre parallel zueinander angeordnet und/oder an deren Enden miteinander fluidverbunden. Typischerweise sind die

Speicherrohre in Serie geschaltet und können zweckmäßig in einem kontinuierlichen Fertigungsprozess hergestellt sein. Zwischen den Speicherrohren können Fluidverbindungselemente vorgesehen sein. Durch Fluidverbindungselemente zwischen den Speicherrohren sind auch Parallelschaltung und/oder Kombinationen von Parallel- und Serienschaltung möglich.

Der Druckbehälter kann einen Liner umfassen. Der Liner bildet den Hohlkörper bzw. das Innenvolumen aus, in dem der Brennstoff gespeichert ist. Der Liner ist bevorzugt ein aus einem Kunststoff hergestellter Kunststoffliner. Es kann ebenso auch ein linerloser Druckbehälter vorgesehen sein.

Der Druckbehälter umfasst mindestens eine faserverstärkte Schicht. Die faserverstärkte Schicht kann einen Liner zumindest bereichsweise bevorzugt vollständig umgeben. Die faserverstärkte Schicht wird oft auch als Laminat bzw. Ummantelung oder Armierung bezeichnet. Nachstehend wird meistens der Begriff „faserverstärkte Schicht“ verwendet. Als faserverstärkte Schicht kommen i.d.R. faserverstärkte Kunststoffe (=FVK bzw. FKV oder carbon fibre reinforced plastics bzw. CFRP) zum Einsatz, bspw.

kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (=CFK) und/oder glasfaserverstärkte Kunststoffe (=GFK). Die faserverstärkte Schicht umfasst zweckmäßig in einer Kunststoffmatrix eingebettete Verstärkungsfasern. Insbesondere Matrixmaterial, Art und Anteil an Verstärkungsfasern sowie deren Orientierung können variiert werden, damit sich die gewünschten mechanischen und/oder chemischen Eigenschaften einstellen. Bevorzugt werden Endlosfasern als Verstärkungsfasern eingesetzt, die durch Wickeln und/oder Flechten aufgebracht werden können. Die faserverstärkte Schicht weist i.d.R. mehrere Schichtlagen auf.

Der Druckbehälter umfasst mindestens eine Sperrschicht. Die Sperrschicht dient zur Verringerung und bevorzugt zur Vermeidung von Brennstoffpermeation. Die Sperrschicht ist also eingerichtet, das Entweichen von im Innenvolumen gespeicherten Brennstoff in die Druckbehälterwand und/oder zur Umgebung zumindest zu verringern und bevorzugt im Wesentlichen ganz zu verhindern. Beispielsweise kann die Sperrschicht eingerichtet sein, von den drei permeationsbestimmenden Teilschritten Sorption, Diffusion und Desorption, speziell die Diffusion zu erschweren. Dazu kann die Sperrschicht ein möglichst geringes freies Volumen, also beispielsweise im Fall von Polymeren nur wenig freien Platz zwischen den Molekülketten bieten. Allgemein gilt, dass ein hoher Füllstoffgehalt oder eine hohe Kristallinität eines Thermoplasten und ein hoher Vernetzungsgrad bei Elastomeren und Duroplasten die Diffusion hemmt. Zweckmäßig umgibt die Sperrschicht mindestens 70% oder mindestens 90% oder mindestens 99% des Innenvolumens. Vorteilhaft kann eine Oberflächenbeschichtung die Sperrschicht ausbilden. Die Sperrschicht kann als Metallschicht ausgebildet sein, insbesondere aus Aluminium, Stahl und/oder Kupfer sowie deren Legierungen. Die Sperrschicht kann alternativ aus einem brennstoffsperrenden Kunststoff, z.B. Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer (EVOH) hergestellt sein. Bevorzugt weist die Sperrschicht eine Schichtdicke von ca. 0,001 mm bis 0,2 mm und besonders bevorzugt zwischen ca. 0,005 mm und 0,1 mm auf.

Die Sperrschicht kann beispielsweise denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen wie der Liner und/oder die faserverstärkte Schicht. Die Sperrschicht kann direkt oder indirekt an dem Liner bzw. an der faserverstärkten Schicht auf der Innenseite oder der Außenseite anliegen. Die Sperrschicht kann besonders bevorzugt relativ zur faserverstärkten Schicht und/oder relativ zum Liner innenliegend vorgesehen sein. Zweckmäßig kann vorgesehen sein, dass eine haftvermittelnde Schicht

(auch Primer genannt) zwischen der Sperrschicht und dem Liner bzw. der faserverstärkten Schicht vorgesehen ist.

Die Sperrschicht ist zweckmäßig im innendrucklosen Zustand des Druckbehälters in Axialrichtung Z des Druckbehälters und/oder in Umfangsrichtung U des Druckbehälters komprimiert bzw. gestaucht. Mit andern Worten steht die Sperrschicht im innendrucklosen Zustand in Axialrichtung Z des Zugbehälters und/oder in Umfangsrichtung U des Druckbehälters unter Druckspannung. Der innendrucklose Zustand ist der Zustand, bei dem der Innendruck des Druckbehälters im Wesentlichen dem Umgebungsdruck bzw. Atmosphärendruck entspricht.

Die Sperrschicht kann eingerichtet sein, vom (insbesondere in Axialrichtung bzw. in Umfangsrichtung) komprimierten Zustand in einen Zustand der Dehnung überzugehen, falls der Druck im Innenvolumen einen Grenzzinnendruck des Druckbehälters übersteigt, wobei der Grenzzinnendruck einen Wert aufweist innerhalb von

- 1% bis 150% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100),
oder
- 20% bis 140% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100),
oder
- 50% bis 130% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100).

Im komprimierten Zustand kann die Sperrschicht die Permeation besser unterbinden als im gedehnten Zustand. Somit kann die Sperrwirkung verbessert werden. Ferner sinkt die Wahrscheinlichkeit der Rissbildung.

Die offenbarte Technologie betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Sperrschicht eines (bzw. des hier offenbarten) Druckbehälters mit einem Innenvolumen, umfassend den Schritt, wonach eine Sperrschicht zur

Verringerung der Brennstoffpermeation auf einen Liner und/oder auf eine faserverstärkte Schicht aufgebracht wird, während zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Liners bzw. der faserverstärkten Schicht bzw. des Druckbehälters eine Druckdifferenz vorliegt.

Die Sperrschicht kann mit jedem geeigneten Beschichtungsverfahren aufgebracht werden, beispielsweise einem elektrischen Verfahren, einem elektrochemischen Verfahren und/oder einem galvanischen Verfahren. Zweckmäßig kann die Sperrschicht durch chemische Gasphasenabscheidung (englisch: chemical vapour deposition, CVD) oder durch physikalische Gasphasenabscheidung (englisch: physical vapour deposition, PVD) hergestellt werden.

Vorteilhaft kann die Druckdifferenz mindestens 1% oder mindestens 20% oder mindestens 30% oder mindestens 40% mindestens 50% oder mindestens 60% oder mindestens 70% oder mindestens 80% oder mindestens 90% oder mindestens 100% oder mindestens 110% oder mindestens 130% oder mindestens 150% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100) betragen. Vorteilhaft kann die Druckdifferenz so gewählt sein, dass sie zu mindestens 10% oder mindestens 50% oder mindestens 125% der Dehnung der zu beschichtenden Oberfläche führt, wie sie beim nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100) aufträte. Ferner kann vorgesehen sein, die Druckdifferenz mindestens 10% oder mindestens 20% oder mindestens 30% oder mindestens 40% mindestens 50% oder mindestens 60% oder mindestens 70% oder mindestens 80% oder mindestens 90% vom Berstdruck des Kunststoffliners (100) beträgt.

Vorteilhaft kann somit besonders einfach, schnell und kostengünstig die Sperrschicht erzeugt werden, die im innendrucklosen Zustand des Druckbehälters in Axialrichtung und/oder in Umfangsrichtung komprimiert ist.

Während der Herstellung kann ferner bei einer innenliegenden Sperrschicht das Material der Sperrschicht durch die Druckdifferenz in etwaige Poren bzw. Lücken des Liners bzw. der faserverstärkten Schicht hineingedrückt werden, wodurch die Sperrwirkung weiter gesteigert wird.

Gemäß der hier offenbarten Technologie kann das Verfahren den Schritt umfassen, wonach die Sperrschicht relativ zur faserverstärkten Schicht und/oder relativ zum Liner innenliegend vorgesehen wird. Besonders bevorzugt wird die Sperrschicht auf einen Kunststoffliner oder aber direkt auf die faserverstärkte Schicht aufgebracht. Zweckmäßig kann vorgesehen sein, dass eine haftvermittelnde Schicht (auch Primer genannt) zwischen der Sperrschicht und dem Liner bzw. der faserverstärkten Schicht vorgesehen wird.

Insbesondere betrifft die hier offenbarte Technologie einen Druckbehälter bzw. Liner zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigen Brennstoff, der nach einem der hier offenbarten Verfahren hergestellt wurde.

Mit anderen Worten betrifft die hier offenbarte Technologie ein Verfahren zur Herstellung einer Permeationssperrschicht. Wird die Beschichtung aufgebracht, während der Druckbehälter stark ausgedehnt ist, weil er unter hohem Innendruck steht, dann ist die Rissbildung bzw. Ausdehnung des Metallgitters reduziert. Die Permeationssperrwirkung ist vorteilhaft deutlich verbessert. Bevorzugt kann eine chemische und/oder elektrochemische Abscheidung einer Metallschicht auf der Behälterinnenfläche stattfinden, während der Behälter sich im ausgedehnten Zustand befindet. Hierzu kann das Fluid, mit dem der Behälter während der Beschichtung gefüllt ist, unter

einem gegenüber dem Umgebungsdruck des Behälters erhöhten Druck gehalten werden. Auch ein Liner kann auf diese Weise beschichtet werden. Wenn dies erfolgt, bevor die Armierung aufgebracht wurde, wird zweckmäßig nur ein relativ kleiner Innendruck benötigt, um eine ausreichend starke Dehnung während der Beschichtung hervorzurufen. Die so entstandene Schicht befindet sich bei Drücken, die geringer sind als der Druck (= "Entstehungsdruck") bei dem sie aufgebracht wurde, in einem lateral komprimiertem Zustand. In Umfangsrichtung U und Axialrichtung Z liegt in der Schicht also ein Druckzustand vor, wenn der Innendruck geringer als der Entstehungsdruck bei der Herstellung der Beschichtung ist, beispielsweise, wenn der Behälter drucklos ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich durch den Innendruck Risse öffnen können, die dann durch die Beschichtung gefüllt und quasi abgedichtet werden können. Wird stattdessen dem Stand der Technik entsprechend ohne Innendruck abgeschieden, könnten unter Druck Risse entstehen (bzw. sich öffnen), die zu einem Aufreißen der Beschichtung führen.

Die hier offenbarte Technologie wird nun anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1** eine schematische Längsschnittansicht eines Druckbehälters 100 entlang der Schnittlinie B-B der **Fig. 2**, und
- Fig. 2** eine schematische Querschnittsansicht des Druckbehälters 100 entlang der Schnittlinie C-C der **Fig. 1**.

In der **Fig. 1** ist ein Druckbehälter 100 gemäß der hier offenbarten Technologie gezeigt. Der Druckbehälter 100 umfasst einen Kunststoffliner 110 (generell hier auch als Liner bezeichnet), der von einer faserverstärkten Schicht 120, auch Armierung genannt, umgeben ist. Koaxial zur

Druckbehälterlängsachse A-A ist hier ein Druckbehälterauslass vorgesehen, in dem das Tankventil 170 eingesetzt ist. In einem Mittenbereich M umfasst der Druckbehälter 100 eine zylindrische Mantelfläche, an deren beiden Rändern jeweils ein kappenförmiges Ende P1, P2 vorgesehen ist. Der Druckbehälter 100 ist hier zylindrisch ausgebildet. Dies muss aber nicht so sein. Gleichsam sind andere Formen vorstellbar. Auf der Innenseite des Liners 110 ist hier die Sperrschicht 130 vorgesehen. Die Sperrschicht 130 könnte auch als Permeationssperrschicht bezeichnet werden. Die Sperrschicht 130 bzw. der Liner 110 umgeben hier das Innenvolumen I des Druckbehälters 100, welches zur Speicherung von Brennstoff dient. Die Sperrschicht 130 ist hier aus Metall ausgebildet. Gleichsam ist vorstellbar, dass die Sperrschicht 130 aus einem anderen Material hergestellt ist. Hier gezeigt ist lediglich eine Sperrschicht 130. Gleichsam ist vorstellbar, dass mehrere Sperrschichten 130 übereinander oder an verschiedenen Stellen des Druckbehälters 100 vorgesehen sind. Ebenso ist vorstellbar, dass die Sperrschicht 130 nicht innenliegend, sondern innerhalb der Druckbehälterwand (z.B. außerhalb vom Kunststoffliner 110) oder auf der Außenoberfläche des Druckbehälters 100 (z.B. auf der Außenoberfläche von der faserverstärkten Schicht 120) aufgebracht ist.

Ferner gezeigt ist der Innendurchmesser d des Liners 110. Wird nun das Innenvolumen I während der Herstellung der Sperrschicht 130 druckbeaufschlagt, so dehnt sich der Liner 110 aus (hier nicht gezeigt) und der Innendurchmesser d nimmt zu. In diesem gedehnten Zustand wird nun die Sperrschicht 130 aufgebracht. Nachdem die Sperrschicht 130 aufgebracht wurde, wird der Innendruck wieder reduziert. Folglich verringert sich auch der Innendurchmesser d und die Sperrschicht 130 wird gestaucht. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Sperrschicht 130 aufgebracht, bevor an dem Liner 110 die faserverstärkte Schicht 120 vorgesehen wird.

Vorteilhaft lässt sich die im drucklosen Zustand komprimierte Sperrschicht 130 bei geringeren Innendrücken herstellen.

Die **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt durch den Druckbehälter 100 mit der innenliegenden Sperrschicht 130, die hier über einen haftvermittelnden Primer (nicht gezeigt) an den Liner 110 haftet.

Die vorhergehende Beschreibung der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihrer Äquivalente zu verlassen.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Sperrschicht (130) eines ein Innenvolumen (I) aufweisenden Druckbehälters (100), umfassend den Schritt, wonach die Sperrschicht (130) auf einen Liner (110) und/oder auf eine faserverstärkte Schicht (120) aufgebracht wird, während zwischen dem Innenvolumen (I) und der Umgebung (U) eine Druckdifferenz vorliegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Druckdifferenz mindestens 10% oder mindestens 50% oder mindestens 100% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100) beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Druckdifferenz so gewählt ist, dass sie zu mindestens 10% oder mindestens 50% oder mindestens 125% der Dehnung der zu beschichtenden Oberfläche führt, wie sie beim nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100) aufträte.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sperrschicht (130) relativ zur faserverstärkten Schicht (120) und/oder relativ zum Liner (110) innenliegend vorgesehen wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sperrschicht (130) auf einen Kunststoffliner (110) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Druckdifferenz mindestens 10% oder mindestens 50% oder mindestens 75% vom Berstdruck des Kunststoffliners (100) beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sperrschicht (130) eine Metallschicht ist.
8. Druckbehälter (100) oder Liner (110) zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigen Brennstoff, hergestellt nach einem der vorherigen Verfahren.
9. Druckbehälter (100) zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigen Brennstoff, umfassend mindestens eine Sperrschicht (130) zur Verringerung der Brennstoffpermeation, wobei die Sperrschicht (130) im innendrucklosen Zustand des Druckbehälters (100) in Axialrichtung (Z) und/oder in Umfangsrichtung (U) komprimiert ist.
10. Druckbehälter (100) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Sperrschicht (130) von einem in Umfangs- und Axialrichtung komprimierten Zustand in einen Zustand der Dehnung übergeht, falls der Druck im Innenvolumen (I) größer ist als ein Grenzzinnendruck, wobei der Grenzzinnendruck einen Wert aufweist innerhalb von
 - 1% bis 150% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100), oder
 - 20% bis 140% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100), oder
 - 50% bis 130% vom nominalen Betriebsdruck des Druckbehälters (100).
11. Druckbehälter (100) nach Anspruch 8 bis 10, wobei die Sperrschicht (130) relativ zur faserverstärkten Schicht (120) und/oder relativ zum Liner (110) innenliegend vorgesehen ist.

12. Druckbehälter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche 8 bis 11, wobei die Sperrschicht (130) auf einen Kunststoffliner (110) aufgebracht wird.
13. Druckbehälter nach einem der vorherigen Ansprüche 8 bis 12, wobei die Sperrschicht (130) eine Metallschicht ist.

100

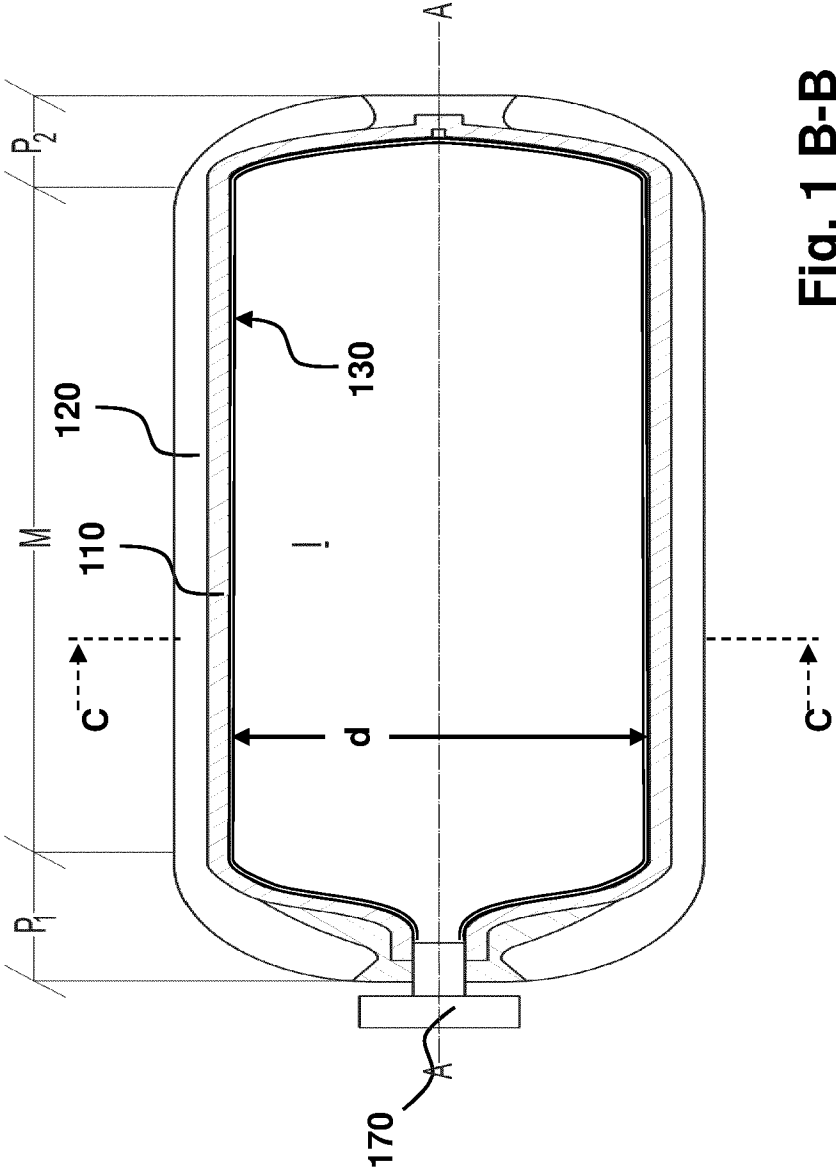


Fig. 1 B-B

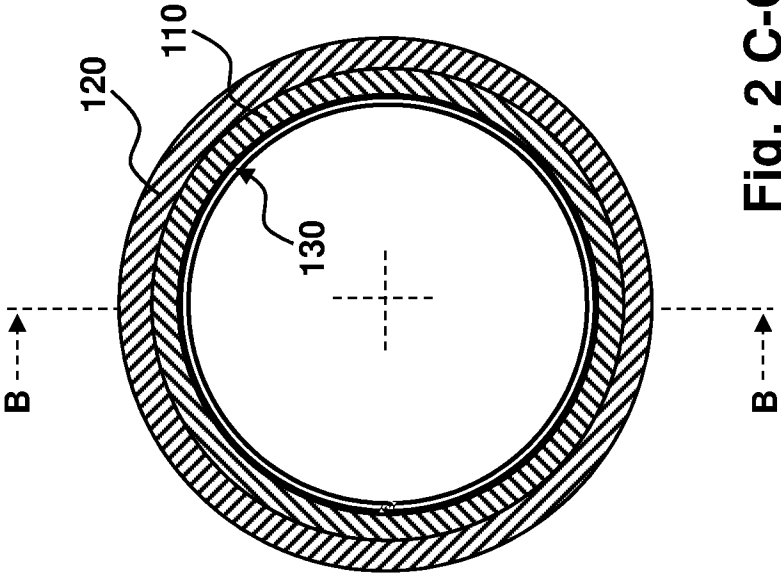


Fig. 2 C-C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F17C 1/00*(2006.01)i

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)

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	DE 102011011838 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 29 March 2012 (2012-03-29)	1-13
Y	paragraph [0023] paragraph [0022] paragraph [0034]	1-13
X	DE 102017108043 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19 October 2017 (2017-10-19)	1-13
Y	paragraph [0070] - paragraph [0071]	1-13
X	WO 2013026140 A1 (TRANZGAZ INC [CA]; CAMPBELL STEVE [CA]) 28 February 2013 (2013-02-28)	1-13
Y	paragraph [0054] - paragraph [0055]	1-13
X	US 2006065664 A1 (OHTA TOSHIKI [JP] ET AL) 30 March 2006 (2006-03-30)	1-13
Y	paragraph [0093] - paragraph [0097] paragraph [0098] - paragraph [0104]	1-13
X	US 2017268724 A1 (KANEZAKI TOSHIHIKO [JP] ET AL) 21 September 2017 (2017-09-21)	1-13
Y	paragraph [0019] - paragraph [0020]	1-13



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

15 May 2020

Date of mailing of the international search report

27 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Forsberg, Peter

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057173**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014008373 A1 (SHARP JEFFREY [CA] ET AL) 09 January 2014 (2014-01-09)	1-13
Y	paragraph [0037] paragraph [0020] - paragraph [0022]	1-13
X	US 2018048001 A1 (YANAGISAWA YUKA [JP] ET AL) 15 February 2018 (2018-02-15)	1-13
Y	paragraph [0036]	1-13
X	DE 102009042401 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 20 May 2010 (2010-05-20)	1-13
Y	paragraph [0067]	1-13
X	DE 102015204624 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 15 September 2016 (2016-09-15)	1-13
Y	paragraph [0018] paragraph [0020] paragraph [0025]	1-13
X	DE 102015225348 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 22 June 2017 (2017-06-22)	1-13
Y	paragraph [0022] paragraph [0039]	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057173

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102011011838	A1	29 March 2012	CN	102168756	A	31 August 2011
				DE	102011011838	A1	29 March 2012
				US	2011210127	A1	01 September 2011
DE	102017108043	A1	19 October 2017	DE	102017108043	A1	19 October 2017
				US	2017297259	A1	19 October 2017
WO	2013026140	A1	28 February 2013	CA	2845724	A1	28 February 2013
				CN	103890480	A	25 June 2014
				EP	2748512	A1	02 July 2014
				MY	167771	A	24 September 2018
				US	2014191499	A1	10 July 2014
				WO	2013026140	A1	28 February 2013
US	2006065664	A1	30 March 2006	CA	2515468	A1	19 August 2004
				CN	1745273	A	08 March 2006
				EP	1593904	A1	09 November 2005
				JP	4617411	B2	26 January 2011
				JP	WO2004070258	A1	25 May 2006
				KR	20050097533	A	07 October 2005
				US	2006065664	A1	30 March 2006
				WO	2004070258	A1	19 August 2004
US	2017268724	A1	21 September 2017	JP	6356172	B2	11 July 2018
				JP	2017166535	A	21 September 2017
				US	2017268724	A1	21 September 2017
US	2014008373	A1	09 January 2014	DE	112012001543	T5	24 December 2013
				GB	2489610	A	03 October 2012
				JP	2014513250	A	29 May 2014
				US	2014008373	A1	09 January 2014
				WO	2012129701	A1	04 October 2012
US	2018048001	A1	15 February 2018	CN	107429877	A	01 December 2017
				DE	112016001409	T5	07 December 2017
				JP	6500087	B2	10 April 2019
				JP	WO2016152945	A1	16 November 2017
				US	2018048001	A1	15 February 2018
				WO	2016152945	A1	29 September 2016
DE	102009042401	A1	20 May 2010	DE	102009042401	A1	20 May 2010
				JP	2010071444	A	02 April 2010
				US	2010075200	A1	25 March 2010
DE	102015204624	A1	15 September 2016	NONE			
DE	102015225348	A1	22 June 2017	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F17C1/00

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

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	DE 10 2011 011838 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 29. März 2012 (2012-03-29)	1-13
Y	Absatz [0023] Absatz [0022] Absatz [0034]	1-13

X	DE 10 2017 108043 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19. Oktober 2017 (2017-10-19)	1-13
Y	Absatz [0070] - Absatz [0071]	1-13

X	WO 2013/026140 A1 (TRANZGAZ INC [CA]; CAMPBELL STEVE [CA]) 28. Februar 2013 (2013-02-28)	1-13
Y	Absatz [0054] - Absatz [0055]	1-13

	-/-	



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

15. Mai 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/05/2020

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

Forsberg, Peter

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/065664 A1 (OHTA TOSHIKI [JP] ET AL) 30. März 2006 (2006-03-30)	1-13
Y	Absatz [0093] - Absatz [0097] Absatz [0098] - Absatz [0104] -----	1-13
X	US 2017/268724 A1 (KANEZAKI TOSHIHIKO [JP] ET AL) 21. September 2017 (2017-09-21)	1-13
Y	Absatz [0019] - Absatz [0020] -----	1-13
X	US 2014/008373 A1 (SHARP JEFFREY [CA] ET AL) 9. Januar 2014 (2014-01-09)	1-13
Y	Absatz [0037] Absatz [0020] - Absatz [0022] -----	1-13
X	US 2018/048001 A1 (YANAGISAWA YUKA [JP] ET AL) 15. Februar 2018 (2018-02-15)	1-13
Y	Absatz [0036] -----	1-13
X	DE 10 2009 042401 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 20. Mai 2010 (2010-05-20)	1-13
Y	Absatz [0067] -----	1-13
X	DE 10 2015 204624 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 15. September 2016 (2016-09-15)	1-13
Y	Absatz [0018] Absatz [0020] Absatz [0025] -----	1-13
X	DE 10 2015 225348 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 22. Juni 2017 (2017-06-22)	1-13
Y	Absatz [0022] Absatz [0039] -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057173

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011011838 A1	29-03-2012	CN 102168756 A	31-08-2011
		DE 102011011838 A1	29-03-2012
		US 2011210127 A1	01-09-2011

DE 102017108043 A1	19-10-2017	DE 102017108043 A1	19-10-2017
		US 2017297259 A1	19-10-2017

WO 2013026140 A1	28-02-2013	CA 2845724 A1	28-02-2013
		CN 103890480 A	25-06-2014
		EP 2748512 A1	02-07-2014
		MY 167771 A	24-09-2018
		US 2014191499 A1	10-07-2014
		WO 2013026140 A1	28-02-2013

US 2006065664 A1	30-03-2006	CA 2515468 A1	19-08-2004
		CN 1745273 A	08-03-2006
		EP 1593904 A1	09-11-2005
		JP 4617411 B2	26-01-2011
		JP WO2004070258 A1	25-05-2006
		KR 20050097533 A	07-10-2005
		US 2006065664 A1	30-03-2006
		WO 2004070258 A1	19-08-2004

US 2017268724 A1	21-09-2017	JP 6356172 B2	11-07-2018
		JP 2017166535 A	21-09-2017
		US 2017268724 A1	21-09-2017

US 2014008373 A1	09-01-2014	DE 112012001543 T5	24-12-2013
		GB 2489610 A	03-10-2012
		JP 2014513250 A	29-05-2014
		US 2014008373 A1	09-01-2014
		WO 2012129701 A1	04-10-2012

US 2018048001 A1	15-02-2018	CN 107429877 A	01-12-2017
		DE 112016001409 T5	07-12-2017
		JP 6500087 B2	10-04-2019
		JP WO2016152945 A1	16-11-2017
		US 2018048001 A1	15-02-2018
		WO 2016152945 A1	29-09-2016

DE 102009042401 A1	20-05-2010	DE 102009042401 A1	20-05-2010
		JP 2010071444 A	02-04-2010
		US 2010075200 A1	25-03-2010

DE 102015204624 A1	15-09-2016	KEINE	

DE 102015225348 A1	22-06-2017	KEINE	
