

(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
14. Januar 2016 (14.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/005278 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F17C 13/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/065177

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. Juli 2015 (03.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 213 585.0 11. Juli 2014 (11.07.2014) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130,
80809 München (DE).

(72) Erfinder: **SCHWARTZ, Christophe**; Rebholzstrasse,
81377 München (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, 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,
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)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: DEVICE FOR PROTECTING A HIGH-PRESSURE GAS TANK IN A MOTOR VEHICLE, HIGH-PRESSURE GAS
TANK FOR A MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR THE PRODUCTION OF A HIGH-PRESSURE GAS TANK

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUM SCHUTZ EINES HOCHDRUCKGASBEHÄLTERS EINES KRAFTFAHRZEUGS,
HOCHDRUCKGASBEHÄLTER FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
HOCHDRUCKGASBEHÄLTERS

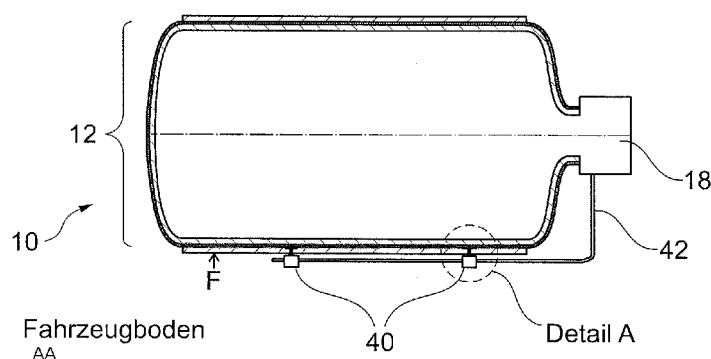


Fig. 1

AA Vehicle floor

(57) Abstract: Disclosed is a device for protecting a high-pressure gas tank (10) in a motor vehicle, comprising an intumescent layer (20). Said intumescent layer (20) is arranged and designed in such a way that the intumescent layer (20) at least partially shields the high-pressure gas tank (10). The intumescent layer (20) includes an intumescent metal material.

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zum Schutz eines Hochdruckgasbehälters (10) eines Kraftfahrzeugs mit einer intumeszenten Schicht (20). Die intumeszente Schicht (20) ist derart angeordnet und ausgebildet, dass die intumeszente Schicht (20) den Hochdruckgasbehälter (10) zumindest teilweise abschirmt. Die intumeszente Schicht (20) weist ein intumeszentes Metallmaterial auf.



WO 2016/005278 A1

Vorrichtung zum Schutz eines Hochdruckgasbehälters eines Kraftfahrzeugs,
Hochdruckgasbehälter für ein Kraftfahrzeug sowie Verfahren zur Herstellung
eines Hochdruckgasbehälters

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schutz eines Hochdruckgasbehälters eines Kraftfahrzeugs. Hochdruckgasbehälter, welche allgemein auch Composit-Behälter, Verbundwerkstoffbehälter oder Faserverbundbehälter genannt werden, umfassen in der Regel ganz oder teilweise faserverstärkte Materialschichten, die einen Liner umgeben. Der Liner ist oft aus Aluminium oder Stahl gebildet und beherbergt die komprimierten Gase, wie bspw. Druckluft, Sauerstoff, Methan, Wasserstoff, Kohlensäure etc. Auch Kunststoffliner (Vollcomposite-Behälter) sind bekannt. Solche Hochdruckgasbehälter werden beispielsweise in Fahrzeuge eingesetzt, die mit komprimiertem Erdgas, oft als compressed natural gas (CNG) bezeichnet, oder mit Wasserstoff betrieben werden.

Beim Einsatz solcher Hochdruckgasbehälter besteht das Risiko, dass dessen Struktur durch Hitzeeinwirkung geschwächt wird. Aus dem Stand der Technik bekannt ist der Einsatz von Sicherheitsventilen, sog. thermal pressure release devices (TPRD). Diese Sicherheitsventile dienen dem Brandschutz. Die Ausgestaltung der Sicherheitsventile bzw. Brandschutzventile ist bspw. durch die Norm EC79/2009 vorgegeben. Bei direkter Hitzeeinwirkung auf diese Sicherheitsventile (z.B. durch Flammen), wird das im Hochdruckgasbehälter gespeicherte Gas in die Umgebung abgelassen. Die Sicherheitsventile lassen das Gas ab, sobald eine Mindesttemperatur an dem Sicherheitsventil überschritten wird. Die Ventile sind in der Regel in einem Abstand von ca. 1 m voneinander entlang der Längsrichtung des Hochdruckgasbehälters angeordnet. Die wenigen Ventile entlang der großen Druckbehälter können dabei jeweils nur ein räumlich stark begrenztes Einzugsgebiete berücksichtigen. Eine kleine lokale Flamme, die zwischen zwei Ventilen auf den Tank einwirkt, kann den Hochdruckgasbehälter daher stark schädigen, ohne dass die Sicherheitseinrichtung aktiviert wird. Die durch die Hitzeeinwirkung einer lokalen Flamme entstehende Schädigung des

Hochdruckgasbehälters, bspw. die Schädigung des lasttragenden Faserverbundwerkstoffes, kann zum Versagen und im Extremfall zum Bersten des Hochdruckgasbehälters führen. Die Hochdruckgasbehälter speichern Gase mit einem Druck von bis zu 875 bar. Dementsprechend kann das Bersten des Hochdruckgasbehälters zu einer sehr gefährlichen Schädigung des gesamten Fahrzeugs führen. Die Faserverbundschichten tragen in der Regel einen Hauptteil der Last. Die Beschädigung der faserverstärkten Materialschicht durch thermische oder mechanische Einflüsse kann somit schnell zur signifikanten Verringerung der Haltbarkeit bzw. zu einer signifikanten Schwächung des Bauteils führen.

Aus der US 2011/0079403 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der eine Hydrat aufweisende Schicht oberhalb oder unterhalb eines Hochdruckgasbehälters angeordnet ist. Gemäß dieser Schrift sind diese Schichten beabstandet von dem Hochdrucktank an einem Paneel befestigt. Die Sicherheitsventile sowie deren Zuleitung sind zwischen dem Paneel und dem Hochdruckgasbehälter angeordnet. Zur Befestigung der Sicherheitsventile sowie deren Leitungen sind Schlingen um den Hochdruckgasbehälter vorgesehen. Die Montage dieser Sicherheitsventile sowie deren Zuleitung sind aufwändig. Ferner nimmt diese Ausführung einen relativ großen Bauraum ein. Gemäß dieser Druckschrift wird der Tank dadurch geschützt, dass lokal durch Volumenzunahme der Hydrat enthaltenden Schicht die Wärme absorbiert wird.

Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, die Nachteile der vorbekannten Hochdruckgasbehälter zu verringern oder abzustellen. Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1. Die abhängigen Patentansprüche stellen vorteilhafte Ausgestaltungen dar.

Es ist offenbart eine Vorrichtung zum Schutz eines Hochdruckgasbehälters eines Kraftfahrzeuges, bspw. eines Fahrzeuges, das mit Erdgas oder Wasserstoff betankt werden kann. Die Vorrichtung weist eine intumeszente Schicht auf, die den Hochdruckgasbehälter zumindest teilweise gegen eine Feuerquelle abschirmt. Die intumeszente Schicht weist ferner ein intumeszentes Metallmaterial auf.

Abschirmen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die intumeszente Schicht mechanische oder thermische Einwirkungen zumindest teilweise verringert und/oder

verzögert. Mit anderen Worten bewirkt die intumeszente Schicht, dass sich der Hochdruckgasbehälter in den durch die intumeszente Schicht abgeschirmten Bereich des Hochdruckgasbehälter nicht so schnell erwärmt und/oder Stöße nicht so stark aufgenommen werden wie in den Bereichen, in denen die intumeszente Schicht den Hochdruckgasbehälter nicht abschirmt. Insbesondere ist die thermisch abschirmende Wirkung so, dass ein wirksamer Brandschutz entsteht, der die Wirkung des Feuers zumindest merklich hinauszögert.

Der Begriff Intumeszenz bezeichnet generell die Ausdehnung oder die Anschwellung, also die Größenzunahme eines festen Körpers unter Temperatureinwirkung. Im Brandschutz bezeichnet der Begriff das Schwellen bzw. Aufschäumen von Materialien. Intumeszente Materialien nehmen also unter Hitzeeinwirkung an Volumen zu und an Dichte ab. Dabei steigt das Volumen über das übliche Maß an Wärmedehnung wesentlich, oft um ein Vielfaches, an. Die physikalischen Eigenschaften ändern sich signifikant. Durch das Schwellen bzw. Aufschäumen entsteht beispielsweise eine Isolierschicht.

In der hier offenbarten Technologie fungiert die intumeszente Schicht als Hitzebremse und als mechanischer Schutz. Hydrate im Gegensatz zu Metallschäumen können nur in einem sehr geringen Maß einen mechanischen Schutz bieten. Intumeszente Metallmaterialien wie intumeszente Metallschäume weisen überdies den Vorteil auf, dass sie im Vergleich zu anderen intumeszenten Materialien eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit im nicht geschäumten Ursprungszustand aufweisen. Tritt nun lokal an einer Stelle eine starke Erwärmung, bspw. durch eine lokale Flamme, auf, so wird diese Wärme über eine größere Fläche der intumeszenten Metallschicht verteilt. Es kommt zu einer gleichmäßigeren Erwärmung des intumeszenten Metallmaterials. Die Verteilung der lokal einwirkenden Hitze in die Fläche verringert zunächst einmal die Geschwindigkeit, mit der die Stelle erhitzt wird, auf die die Hitze lokal einwirkt. Ferner kann auch bei einer kleinen lokalen Hitzeeinwirkung durch eine kleine Flamme bereits großflächig ein Metallschaum aufgebaut werden, der dann großflächig den Tank gegen die lokale Hitzeeinwirkung schützt. Ein weiterer Vorteil der vergleichsweise hohen Wärmeleitfähigkeit im Ausgangszustand vor der Volumenvergrößerung ist darin zu sehen, dass die lokal erzeugte Hitzeeinwirkung schnell bzw. schneller an das

nächstgelegene Sicherheitsventil weitergeleitet werden kann. Somit kann das Sicherheitsventil im Vergleich zum Stand der Technik schneller bzw. früher öffnen und das gespeicherte Gas ablassen. Das intumeszente Metallmaterial kann überdies die faserverstärkten Materialschichten vor mechanischen Einwirkungen schützen.

Die intumeszente Schicht kann direkt am Hochdruckgasbehälter befestigbar sein. Beispielsweise kann die intumeszente Schicht auf den Hochdruckgasbehälter aufgeklebt sein oder durch sonstige Befestigungsmittel direkt an dem Hochdruckgasbehälter gehalten sein, bevorzugt anliegen. In einer weiteren Ausgestaltung ist die intumeszente Schicht mit einem geringen Abstand, bspw. weniger als 5 cm, bevorzugt weniger als 1 cm von der äußersten Schicht des Hochdruckgasbehälters beabstandet. Durch eine solche Ausgestaltung lässt sich der Bauraum für den Hochdruckgasbehälter im Kraftfahrzeug weiter verringern, z.B. um 10 bis 50 mm. Der Spalt zwischen der intumeszenten Schicht und äußersten Schicht des Hochdruckgasbehälters stellt eine zusätzliche Isolationsschicht dar. Insbesondere ist der Hochdruckgasbehälter bevorzugt also derart ausgestaltet, dass die Sicherheitsventile nicht durch die intumeszente Schicht vor der Flamme abgeschirmt sind. Vorteilhaft lässt sich somit das Ansprechverhalten der Sicherheitsventile weiter verbessern.

Das intumeszente Metallmaterial weist bevorzugt ein Metallpulver und ein Metallhydrid, z.B. Titaniumhydrid, auf. Das intumeszente Metallmaterial ist ferner bevorzugt als ein intumeszentes Aluminiummaterial ausgestaltet. Bevorzugt umfasst das intumeszente Aluminiummaterial eine Aluminiumlegierung und ein Treibmittel. Beispielsweise kann die intumeszente Schicht als eine Aluminiumlegierung mit einem Treibmittel Titanhydrid ausgeführt sein. Solche Aluminiumschäume dehnen sich unter Hitzeeinwirkung bspw. um den Faktor 4 aus, wobei ein Schaum mit einer porigen Struktur entsteht. Im aufgeschäumten Zustand weisen sie bspw. eine Dichte von ca. $0,6 \text{ g/cm}^3$ auf. Das intumeszente Aluminiummaterial weist im nicht aufgeschäumten Ursprungszustand im Vergleich zu anderen intumeszenten Metallmaterialien eine geringe Dichte auf. Als Treibmittel können auch andere Metallhydride Anwendung finden. Ferner können neben Aluminium bspw. auch Kupfer, Zink, Blei oder Stahl/Eisen Anwendung finden.

Die intumeszente Schicht kann als Blech, als Platte oder als Folie ausgeführt sein. Beispielsweise kann die intumeszente Schicht als Folie um den Hochdruckgasbehälter zumindest teilweise gewickelt sein. Alternativ und/oder zusätzlich kann ein Halbzug an dem Tank montiert werden. Ferner kann die intumeszente Schicht als im Querschnitt also bogenförmiges Profil, insbesondere als C- oder U- oder V- förmiges Profil und/oder als Rohr ausgebildet sein. Die C-förmige Ausgestaltung der intumeszenten Schicht 20 bewirkt im Vergleich zu der im Querschnitt rohrförmig ausgestalteten intumeszenten Schicht den Vorteil, dass das Gewicht reduziert werden kann, ohne dass der Schutz des Hochdruckgasbehälters stark eingeschränkt wird.

Bevorzugt ist der Hochdruckgasbehälter zumindest teilweise im Inneren aufgenommen. Eine solche Ausgestaltung ist besonders kostengünstig zu fertigen und weist vorteilhafte Baumaße auf. Das bogenförmige Profil kann im Querschnitt zumindest die Hälfte, bevorzugt zumindest mindestens 75% des Umfangs des Hochdruckgasbehälters umschließen.

Vorteilhaft weist die intumeszente Schicht eine Wandstärke von 0,1 mm bis 40 mm, bevorzugt von 3 mm bis 20 mm, und besonders bevorzugt von 6 mm bis 15 mm auf. Eine solche Ausgestaltung der intumeszenten Schicht weist ein günstiges Verhältnis von Gewicht zu abschirmender Wirkung auf, sowohl mechanisch als auch thermisch.

Vorteilhaft dehnt sich die intumeszente Schicht zumindest um das 1,5-fache, bevorzugt zumindest um 2-fache und besonders bevorzugt zumindest um das 4-fache ihrer ursprünglichen Wanddicke aus.

Es kann bevorzugt zumindest ein Befestigungsmittel zur Befestigung eines Sicherheitsventiles in bzw. an der intumeszenten Schicht vorgesehen sein. Beispielsweise kann die intumeszente Schicht, bevorzugt entlang der Längsachse, einstückig ausgebildete Formschlussmittel aufweisen, bspw. Klemmen, Bohrungen, Gewinde und/oder Einsätze an denen das bzw. die Sicherheitsventil(e) befestigbar sind. Mit dieser vorteilhaften Ausgestaltung kann es möglich sein, die bisher eingesetzten Schnallen zu ersetzen und somit preisgünstig die Befestigung der Sicherheitsventile bzw. der zu den Sicherheitsventilen führenden Leitungen zu erzielen. Durch den direkten Kontakt mit der intumeszenten Schicht kann die Wärme über Konduktion an

das Sicherheitsventil weitergegeben werden, wodurch zusätzlich das Ansprechverhalten des Sicherheitsventiles bzw. Sicherheitsventiles verbessert werden kann. Bevorzugt ist das Sicherheitsventil auf der Außenseite der intumeszenten Schicht angeordnet. Mit anderen Worten ist auf der einen Seite der intumeszenten Schicht der Liner des Hochdruckgasbehälters angeordnet und auf der anderen Seite das Sicherheitsventil.

Die hier offenbarte Technologie umfasst ebenfalls einen Hochdruckgasbehälter mit der hierin beschriebenen Vorrichtung zum Schutz des Hochdruckgasbehälters.

Bevorzugt weist der Hochdruckgasbehälter eine faserverstärkte Schicht auf. Die faserverstärkte Schicht kann einen Liner, beispielsweise aus Aluminium, des Behälters umschließen. Als faserverstärkte Kunststoffe kommen bspw. CFK und GFK zum Einsatz. Vorteilhaft ist die intumeszente Schicht auf der äußeren Oberfläche der faserverstärkten Schicht zumindest teilweise aufgebracht.

Die hier offenbarte Technologie umfasst bevorzugt ein Verfahren zur Herstellung des hier offenbarten Hochdruckbehälters. Das Verfahren weist bevorzugt die folgenden Schritte auf:

- Bereitstellen eines Kerns eines Hochdruckgasbehälters;
- Bereitstellen der intumeszenten Schicht; und/oder
- zumindest teilweises Aufschieben oder zumindest teilweises Umwickeln des Kerns mit der intumeszenten Schicht.

Bevorzugt kann ein Kern des Hochdruckgasbehälters im Inneren des bogenförmigen Profils verklemmt werden. Ferner vorteilhaft kann das Verfahren den Schritt aufweisen: Befestigen von mindestens einem Sicherheitsventil an der äußeren Oberfläche der intumeszenten Schicht. Als Kern ist hier der Liner des Hochdruckgasbehälters samt etwaiger zusätzlichen Materialschichten, beispielsweise einer faserverstärkten Materialschicht, anzusehen. Die hier offenbarte Technologie wird nun anhand der folgenden Figuren beispielhaft beschrieben, wobei

Fig. 1 eine Querschnittszeichnung eines Hochdruckgasbehälters,

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht des Details A der Fig. 1, und

Fig. 3 eine schematische Schnittansicht durch ein Fahrzeug zeigen.

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht des Hochdruckgasbehälters 10. Der Kern 12 des Hochdruckgasbehälters 10 umfasst einen Liner 16, hier bspw. einen Aluminiumliner 16 sowie eine faserverstärkte Schicht 14, die den Liner 16 umgibt und die Festigkeit des Hochdruckgasbehälters 10 steigert. Auf diesen Kern 12 ist hier die intumeszente Schicht 20 aufgebracht. Die intumeszente Schicht 20 liegt hier direkt an dem Kern 12 an. Die intumeszente Schicht 20 ist hier als ein intumeszentes Aluminiummaterial ausgeführt. Die Sicherheitsventile 40 sind entlang der Längsachse des Hochdruckgasbehälters 10 jeweils 1 m voneinander beabstandet und mit dem Einlass 18 des Hochdruckgasbehälters 10 durch die Verbindungsleitung 42 verbunden. Der Pfeil F stellt eine lokale thermische Hitzeeinwirkung dar, die vom Sicherheitsventil 40 beabstandet auftritt. Die eintreffende Hitze wird wegen der relativ guten Wärmeleitfähigkeit über die Fläche der Schicht 20 verteilt und gelangt zum Sicherheitsventil 40. Das Ventil 40 löst dann aus. Die Schicht 20 kann ferner flächig um die Stelle F an Volumen zunehmen und den Hochdruckgasbehälter 10 schützen.

In Fig. 2 ist das Detail A der Fig. 1 dargestellt. Es ist der Schichtaufbau des Hochdruckgasbehälters 10 umfassend den Liner 16, die faserverstärkte Schicht 14 und der intumeszenten Schicht 20 erkennbar. In der intumeszenten Schicht 20 ist das Befestigungsmittel 30 vorgesehen, welches hier als Einsatzelement 30 ausgebildet ist, das im bzw. unter der intumeszenten Schicht angeordnet ist. Das Einsatzelement 30 ist mit dem Sicherheitsventil 40 verbunden. Alternativ sind auch andere Befestigungselemente bzw. -arten wie beispielsweise eine Schraubenverbindung denkbar. Die Sicherheitsventile können auch auf dem Fahrzeugblech, beispielsweise benachbart zum Hochdruckgasbehälter 10 im Tunnel 50 und/oder an der Fahrzeugunterseite 52 befestigt werden. Eine Halterung der Sicherheitsventile 40 über Spannbänder ist ebenfalls denkbar.

Fig. 3 zeigt die Einbausituation des Hochdruckgasbehälters 10 in einem Fahrzeug. Der Hochdruckgasbehälter 10 ist hier zwischen den Rädern 54 in einem Tunnel 50 angeordnet. Die intumeszente Schicht 20 ist hier als bogenförmiges Profil ausgestaltet, welches den Kern 12 des Hochdruckgasbehälters 10 zumindest teilweise umschließt und hier an dem Kern 12 dicht anliegt. Auf der Außenseite der intumeszenten Schicht 20 ist ein Sicherheitsventil 40 sichtbar, welches der Fahrbahn zugewandt ist. Die intumeszente Schicht 20 schützt den Hochdruckgasbehälter 10 vor thermischen und/oder mechanischen Einflüssen, die hier bspw. von Gegenständen, die sich zwischen Fahrzeugboden und Fahrbahn befinden, hervorgerufen werden.

Ferner kann anstatt einer im Querschnitt C-förmigen oder rohrförmigen intumeszenten Schicht 20 auch eine als Paneel ausgestaltete intumeszente Schicht 20 vorgesehen sein, das bevorzugt unterhalb des Fahrzeugbodens befestigt ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schutz eines Hochdruckgasbehälters (10) eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine intumeszente Schicht (20), die derart angeordnet und ausgebildet ist, dass die intumeszente Schicht (20) den Hochdruckgasbehälter (10) zumindest teilweise abschirmt, dadurch gekennzeichnet, dass die intumeszente Schicht (20) ein intumeszentes Metallmaterial aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die intumeszente Schicht (20) direkt am Hochdruckgasbehälter (10) befestigbar ist und/oder am Hochdruckgasbehälter (10) zumindest teilweise anliegt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das intumeszente Metallmaterial ein intumeszentes Aluminiummaterial ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die intumeszente Schicht (20) den Kraftstofftank im Querschnitt zumindest zur Hälfte umschließt.
5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die intumeszente Schicht (20) als im Querschnitt C-förmiges Profil (20) oder als Rohr (20) ausgebildet ist, das im Inneren den Hochdruckgasbehälter (10) zumindest teilweise aufnimmt.
6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die intumeszente Schicht (20) eine Wandstärke von 0,1 mm bis 40 mm, bevorzugt von 3 mm bis 20 mm, und besonders bevorzugt von 6 mm bis 15 mm aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die intumeszente Schicht (20) mindestens ein Befestigungsmittel (30) zur Befestigung eines Sicherheitsventiles (40) aufweist.
8. Hochdruckgasbehälter (10) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Vorrichtung zum Schutz des Hochdruckgasbehälter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche.
9. Hochdruckgasbehälter (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochdruckgasbehälter eine faserverstärkte Schicht (14) aufweist, wobei die intumeszente Schicht (20) die faserverstärkte Schicht (14) zumindest teilweise umgibt.
10. Verfahren zur Herstellung eines Hochdruckgasbehälter (10) nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch die Schritte;
 - Bereitstellen eines Kerns (12) des Hochdruckgasbehälter (10) ;
 - Bereitstellen einer intumeszenten Schicht (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7; und
 - zumindest teilweises Aufschieben oder zumindest teilweises Umwickeln des Kerns (12) mit der intumeszente Schicht (20).

1/2

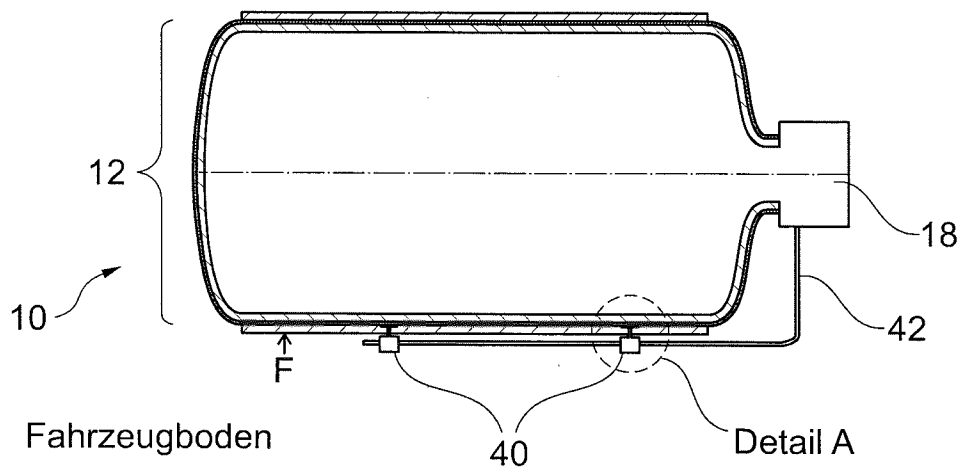


Fig. 1

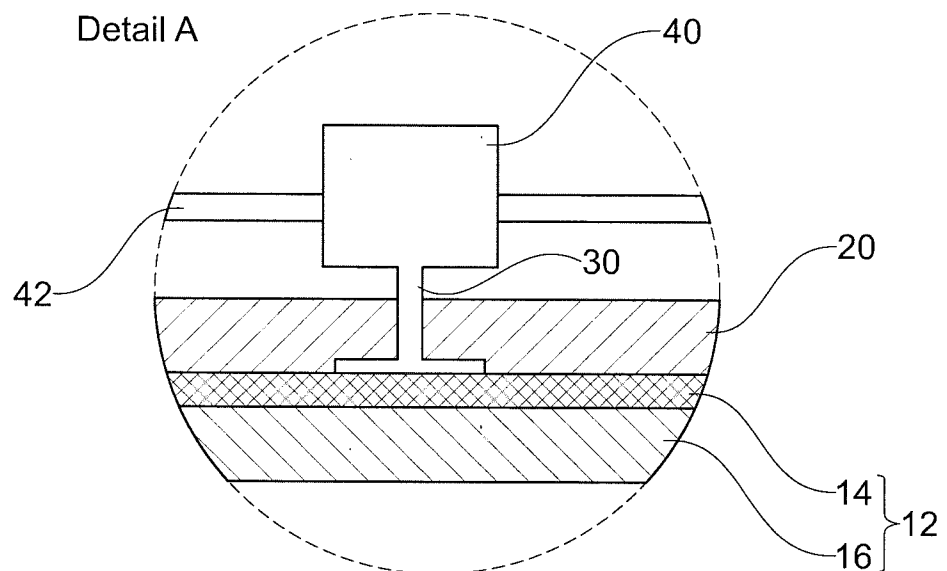


Fig. 2

2/2

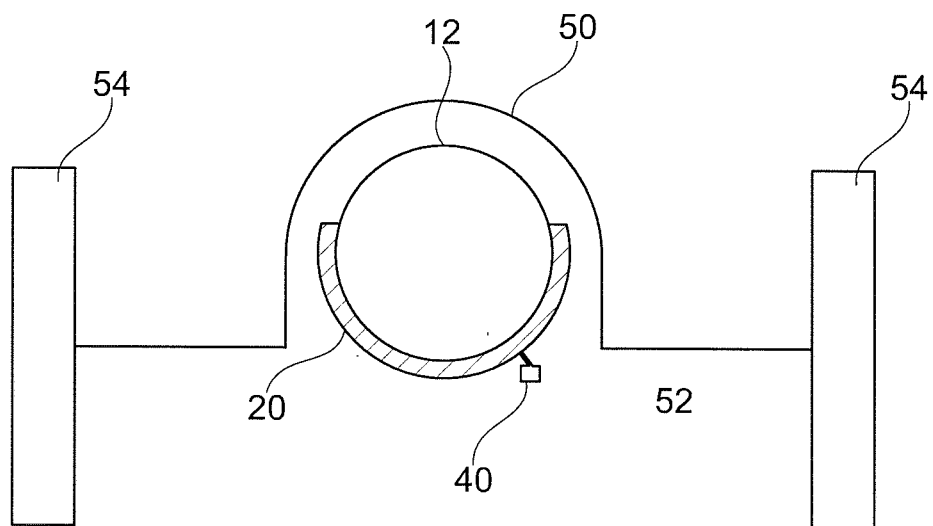


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/065177

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F17C13/12

ADD.

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 C09D C04B

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.
A	FR 2 987 367 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 30 August 2013 (2013-08-30) page 12, lines 12-30 page 15, line 15 - page 17, line 13 page 18, lines 26-30 -----	1-10
A	US 4 085 860 A (HAWKINS RUSSELL OLSON ET AL) 25 April 1978 (1978-04-25) column 1, lines 18-68 column 2, lines 32-42 column 3, lines 9-58 -----	1-10
A	GB 2 038 664 A (EXPANDED METAL) 30 July 1980 (1980-07-30) the whole document ----- -/--	1-10



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

17 November 2015

Date of mailing of the international search report

24/11/2015

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

Ott, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/065177

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 748 942 A1 (NULLIFIRE LDT [GB]) 28 November 1997 (1997-11-28) page 1, lines 15,24,34-36 page 2, lines 4-9,19-23 page 3, lines 10-26,35 page 4, lines 11-37 page 8, lines 25-36 page 11, lines 2-12,35-37 page 12, lines 11-16 -----	1-10
A	CA 2 151 546 A1 (TECHNICAL PRODUCTS GROUP INC [US]) 14 December 1995 (1995-12-14) page 1, line 6 page 9, lines 13-22 -----	1-10
A	GB 2 016 670 A (EXPLOSAFE SA) 26 September 1979 (1979-09-26) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/065177

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2987367	A1	30-08-2013	CA 2865868 A1 06-09-2013
		EP 2820109 A1 07-01-2015	
		FR 2987367 A1 30-08-2013	
		US 2015008227 A1 08-01-2015	
		WO 2013127902 A1 06-09-2013	
US 4085860	A	25-04-1978	AU 504447 B2 11-10-1979
		AU 2435377 A 26-10-1978	
		BE 854023 A1 16-08-1977	
		CA 1078684 A 03-06-1980	
		DE 2719986 A1 22-12-1977	
		DK 217077 A 21-11-1977	
		FR 2352231 A1 16-12-1977	
		GB 1568573 A 04-06-1980	
		IE 44919 B1 19-05-1982	
		IL 51856 A 30-11-1979	
		IN 148360 B 31-01-1981	
		IT 1078271 B 08-05-1985	
		JP S61567 U 06-01-1986	
		JP S52140916 A 24-11-1977	
		LU 77370 A1 29-08-1977	
		NL 7705478 A 22-11-1977	
		US 4085860 A 25-04-1978	
GB 2038664	A	30-07-1980	NONE
FR 2748942	A1	28-11-1997	FR 2748942 A1 28-11-1997
		GB 2316613 A 04-03-1998	
CA 2151546	A1	14-12-1995	CA 2151546 A1 14-12-1995
		EP 0687587 A1 20-12-1995	
GB 2016670	A	26-09-1979	AU 526850 B2 03-02-1983
		AU 4523579 A 27-09-1979	
		BR 7901676 A 16-10-1979	
		DE 2910762 A1 04-10-1979	
		DK 113179 A 21-09-1979	
		ES 478762 A1 16-08-1980	
		FR 2420717 A1 19-10-1979	
		GB 2016670 A 26-09-1979	
		IT 1112331 B 13-01-1986	
		JP S54139112 A 29-10-1979	
		MX 148054 A 09-03-1983	
		NL 7902179 A 24-09-1979	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F17C13/12
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F17C C09D C04B

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.
A	FR 2 987 367 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 30. August 2013 (2013-08-30) Seite 12, Zeilen 12-30 Seite 15, Zeile 15 - Seite 17, Zeile 13 Seite 18, Zeilen 26-30 -----	1-10
A	US 4 085 860 A (HAWKINS RUSSELL OLSON ET AL) 25. April 1978 (1978-04-25) Spalte 1, Zeilen 18-68 Spalte 2, Zeilen 32-42 Spalte 3, Zeilen 9-58 -----	1-10
A	GB 2 038 664 A (EXPANDED METAL) 30. Juli 1980 (1980-07-30) das ganze Dokument ----- -/-	1-10



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

17. November 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/11/2015

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

Ott, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 748 942 A1 (NULLIFIRE LDT [GB]) 28. November 1997 (1997-11-28) Seite 1, Zeilen 15,24,34-36 Seite 2, Zeilen 4-9,19-23 Seite 3, Zeilen 10-26,35 Seite 4, Zeilen 11-37 Seite 8, Zeilen 25-36 Seite 11, Zeilen 2-12,35-37 Seite 12, Zeilen 11-16 -----	1-10
A	CA 2 151 546 A1 (TECHNICAL PRODUCTS GROUP INC [US]) 14. Dezember 1995 (1995-12-14) Seite 1, Zeile 6 Seite 9, Zeilen 13-22 -----	1-10
A	GB 2 016 670 A (EXPLOSAFE SA) 26. September 1979 (1979-09-26) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/065177

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2987367	A1	30-08-2013	CA 2865868 A1 06-09-2013
		EP 2820109 A1 07-01-2015	
		FR 2987367 A1 30-08-2013	
		US 2015008227 A1 08-01-2015	
		WO 2013127902 A1 06-09-2013	
US 4085860	A	25-04-1978	AU 504447 B2 11-10-1979
		AU 2435377 A 26-10-1978	
		BE 854023 A1 16-08-1977	
		CA 1078684 A 03-06-1980	
		DE 2719986 A1 22-12-1977	
		DK 217077 A 21-11-1977	
		FR 2352231 A1 16-12-1977	
		GB 1568573 A 04-06-1980	
		IE 44919 B1 19-05-1982	
		IL 51856 A 30-11-1979	
		IN 148360 B 31-01-1981	
		IT 1078271 B 08-05-1985	
		JP S61567 U 06-01-1986	
		JP S52140916 A 24-11-1977	
		LU 77370 A1 29-08-1977	
		NL 7705478 A 22-11-1977	
		US 4085860 A 25-04-1978	
GB 2038664	A	30-07-1980	KEINE
FR 2748942	A1	28-11-1997	FR 2748942 A1 28-11-1997
		GB 2316613 A 04-03-1998	
CA 2151546	A1	14-12-1995	CA 2151546 A1 14-12-1995
		EP 0687587 A1 20-12-1995	
GB 2016670	A	26-09-1979	AU 526850 B2 03-02-1983
		AU 4523579 A 27-09-1979	
		BR 7901676 A 16-10-1979	
		DE 2910762 A1 04-10-1979	
		DK 113179 A 21-09-1979	
		ES 478762 A1 16-08-1980	
		FR 2420717 A1 19-10-1979	
		GB 2016670 A 26-09-1979	
		IT 1112331 B 13-01-1986	
		JP S54139112 A 29-10-1979	
		MX 148054 A 09-03-1983	
		NL 7902179 A 24-09-1979	