

(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
18. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139600 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/001902

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. April 2011 (14.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **NORDIC YARDS WISMAR GMBH** [DE/DE]; Wendorfer Weg 5, 23966 Wismar (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHOLLENBERG, Reinhard** [DE/DE]; Lindenweg 21, 18182 Mönchhagen (DE). **UNGAR, Mathias** [DE/DE]; Schwalbenest 13, 23966 Wismar (DE).

(74) Anwalt: **SIEMONS, Norbert**; Hauck Patent- und Rechtsanwälte, Neuer Wall 50, 20354 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

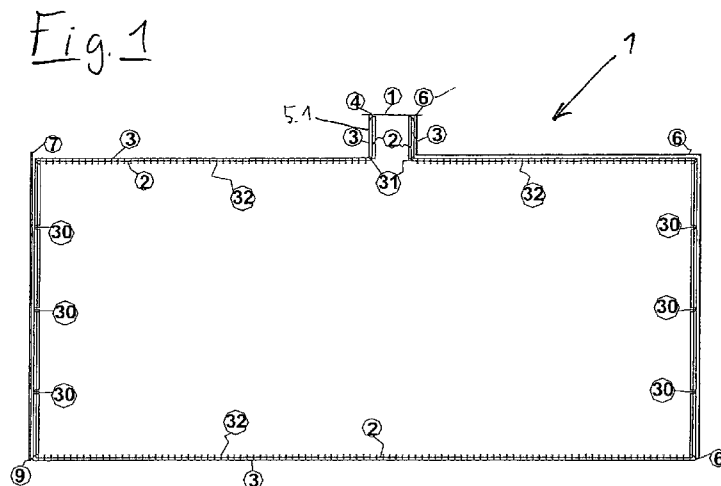
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: TANK FOR COLD OR CRYOGENIC LIQUIDS

(54) Bezeichnung : TANK FÜR KALTE ODER KRYOGENE FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: The invention relates to a tank for cold or cryogenic liquids having a double casing made of light metal, a base, lateral walls and a cover which defines the tank chamber. The double casing comprises an inner barrier, an outer barrier which is arranged at a distance from the inner barrier and structures which join the inner barrier to the outer barrier, at least one distribution pipe having holes through which the gas can flow for distributing inert gas in the intermediate chamber, said distribution pipe being arranged in the intermediate chamber between the inner barrier and the outer barrier of the tank base, at least one feed pipe for inert gas which is arranged outside of the double casing, which is connected in a communicating manner to the distribution pipe through the outer barrier, an inert gas source connecting to the feed pipe outside of the tank casing, a gas outlet from the intermediate chamber in the outer barrier of the tank cover and means for detecting gas in the region of the gas outlet.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/139600 A1



Tank für kalte oder kryogene Flüssigkeiten mit • einer Tankdoppelhülle aus Leichtmetall, die mit einer Tankbodenwand, Tankseitenwänden und einer Tankdeckwand einen Tankraum umgrenzt, • wobei die Tankdoppelhülle eine innere Barriere, eine in einem Abstand von der inneren Barriere angeordnete äußere Barriere und die innere mit der äußeren Barriere miteinander verbindende Strukturen aufweist, • mindestens einem im Zwischenraum zwischen der inneren Barriere und der äußeren Barriere des Tankbodens angeordneten Verteilungsrohr mit Gasdurchströmlöchern zum Verteilen von Inertgas im Zwischenraum, • mindestens einem außerhalb der Tankdoppelhülle angeordneten Einspeiserohr für Inertgas, das durch die äußere Barriere hindurch kommunizierend mit dem Verteilungsrohr verbunden ist, • einer mit dem Einspeiserohr außerhalb der Tankhülle verbundenen Quelle für ein Inertgas, • einem Gasaustritt aus dem Zwischenraum in der äußeren Barriere der Tankdeckwand und • Mitteln zur Gasetektion im Bereich des Gasaustritts.

Tank für kalte oder kryogene Flüssigkeiten

Die Erfindung bezieht sich auf einen Tank für kalte oder kryogene Flüssigkeiten.

Der erfindungsgemäße Tank dient vorzugsweise dem Transport und/oder der Lagerung von kalten oder kryogenen Flüssigkeiten an Bord von Schiffen oder anderen schwimmenden Einheiten oder auf Offshore-Bauwerken oder an Land.

Kryogene Flüssigkeiten zeichnen sich durch niedrige Siedepunkte aus. Sie werden deshalb bei sehr tiefen Temperaturen transportiert bzw. gelagert. Hierbei handelt es sich insbesondere um verflüssigtes Erdgas, Methan, Propan, Butan oder andere kryogene Flüssigkeiten. Bei verflüssigtem Methan (LNG) beträgt die Transport- bzw. Lagerungstemperatur etwa minus 164°C.

Bekannt sind Flüssiggastankschiffe mit Membrantanks, bei denen die Membranen des Tanks als nicht selbstständig tragende Strukturen im Schiffsrumpf gehalten sind. Ferner sind Flüssiggastankschiffe mit selbsttragenden Tanks bekannt. Auch ist bekannt, die Tanks zur Gewichtseinsparung aus Aluminium herzustellen.

Die WO 2006/001711 A2 beschreibt einen Tank zum Lagern von Flüssigkeiten insbesondere bei sehr niedrigen Temperaturen, der äußere Platten aufweist, die zumindest einen Teil des Dachs, der Seitenwände und des Bodens bilden. Der Tank weist eine innere Zellstruktur auf, wobei Flüssigkeitsverbindungen zwischen den Zellen der Zellstrukturen bestehen. Zumindest ein Teil der äußeren Platten weist eine geschichtete Sandwich-Struktur auf. Diese hat eine innere Barriere und eine äußere Barriere, zwischen denen Versteifungsstrukturen angeordnet sein können. Die äußeren Platten können auch mit Versteifungselementen versehen sein, die in den Tank hineinragen. Aufgrund der Sandwich-Struktur sind die äußeren Platten Strukturelemente des selbsttragenden Tanks, machen den Tank gas- und

flüssigkeitsdicht und können zur thermischen Isolierung des Tanks dienen. Als weiterer Vorteil der Sandwich-Struktur ist angegeben, dass die Möglichkeit der Anordnung einer Gasdetektion zwischen den beiden Schichten der Sandwich-Struktur gegeben ist.

Bei Anordnung eines Gassensors an einem Ort zwischen den Schichten der äußeren Platten können Leckagen unentdeckt bleiben, die sich in einem weiten Abstand von dem Gassensor einstellen. Infolgedessen kann es zu Leckagen des Tanks kommen, die die Schiffsstruktur beschädigen.

Die WO 2008/103053 A1 beschreibt einen selbsttragenden Doppelhüllentank mit inneren und äußeren Wänden und inneren horizontalen Stützen. Die Tankwände bestehen aus horizontalen Profilträgerabschnitten mit zwei parallelen Flanschen, die durch einen Steg miteinander verbunden sind. Die Profilträgerabschnitte sind übereinander gelagert und an den benachbarten Längsseiten ihrer Flansche miteinander verschweißt. An den Enden sind sie durch Verbindungsstücke miteinander verbunden. Die Profilträgerabschnitte tragen von der Innenwand vorstehende Rippen. Auf die Rippen sind Kniebleche geschweißt, an denen Stützen befestigt sind, die sich im Inneren des Tanks erstrecken. Dieser Tank weist ebenfalls eine innere und eine äußere Flüssigkeitsbarriere auf. Mittel zur Feststellung von Leckagen der inneren und äußeren Barrieren sind nicht beschrieben.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Tank für kalte oder kryogene Flüssigkeiten zur Verfügung zu stellen, der die Feststellung von Undichtigkeiten erleichtert, Wärmeverluste reduziert und eine Beseitigung von Leckagen ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch einen Tank mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Tanks sind in Unteransprüchen angegeben.

Der erfindungsgemäße Tank für kalte oder kryogene Flüssigkeiten hat

- eine Tankdoppelhülle aus Leichtmetall, die mit einer Tankbodenwand, Tankseitenwänden und einer Tankdeckwand einen Tankraum umgrenzt,
- wobei die Tankdoppelhülle eine innere Barriere, eine in einem Abstand von der inneren Barriere angeordnete äußere Barriere und die innere mit der äußeren Barriere miteinander verbindende Strukturen aufweist,
- mindestens ein im Zwischenraum zwischen der inneren Barriere und der äußeren Barriere des Tankbodens angeordnetes Verteilungsrohr mit Gasdurchströmlöchern zum Verteilen von Inertgas im Zwischenraum,
- mindestens ein außerhalb der Tankdoppelhülle angeordnetes Einspeiserohr für Inertgas, das durch die äußere Barriere hindurch kommunizierend mit dem Verteilungsrohr verbunden ist,
- eine mit dem Einspeiserohr außerhalb der Tankhülle verbundene Quelle für ein Inertgas,
- einen Gasaustritt aus dem Zwischenraum in der äußeren Barriere der Tankdeckwand und
- Mittel zur Gasdetektion im Bereich des Gasaustritts.

Der erfindungsgemäße Tank ist ein Doppelhüllentank. Die Tankdoppelhülle des Tanks bildet eine Tankbodenwand, Tankseitenwände (auch: „Tankendschotte“ genannt) und eine Tankdeckwand. Die Tankbodenwand, die Tankseitenwände und die Tankdeckwand umgrenzen einen Tankraum, der der Aufnahme von kalten oder kryogenen Flüssigkeiten dient. Die Tankdoppelhülle ist aus Leichtmetall hergestellt, vorzugsweise aus Aluminium oder aus einer Aluminiumlegierung.

Die Tankdoppelhülle weist eine innere Barriere und eine äußere Barriere auf. Beide Barrieren sind flüssigkeits- und gasdicht. Die innere und äußere Barriere weisen einen Abstand voneinander auf, sodass zwischen den Barrieren ein Zwischenraum vorhanden ist. In dem Zwischenraum sind die innere und die äußere Barriere durch Strukturen miteinander verbunden. Diese Strukturen sind vorzugsweise Stege oder Rippen oder andere geeignete Bauteile. Hierbei kann es sich insbesondere um Profilstege von Profilträgern handeln, aus denen die innere und/oder die äußere Barriere gebildet sind. Ausgestaltungen von selbsttragenden Tanks mit Tankdoppelhüllen, die als erfindungsgemäßer Tank ausgestaltet werden können, sind in der WO 2006/001711 A2 (Ausführungsbeispiele von Fig. 5 und 8), WO 2008/103053 A1 (sämtliche Ausführungsbeispiele) und in der internationalen Patentanmeldung PCT/EP 2010/006954 (Ausführungsbeispiel von Fig. 16) beschrieben. Die diesbezüglichen Ausführungen der vorgenannten Patentanmeldungen werden durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung einbezogen.

Der erfindungsgemäße Tank weist in der Tankbodenwand ein Verteilungsrohr mit Gasdurchströmlöchern zum Verteilen eines Inertgases auf. Ferner ist außerhalb der Tankdoppelhülle mindestens ein Einspeiserohr für Inertgas angeordnet, das durch die äußere Barriere hindurch kommunizierend mit dem Verteilungsrohr verbunden ist. Das Einspeiserohr ist entweder über ein Verbindungsrohr oder über einen kurzen Bereich des Zwischenraumes kommunizierend mit dem Verteilungsrohr verbunden. Die Gasdurchströmlöcher können kreisrund, oval oder länglich oder schlitzförmig sein.

Des Weiteren umfasst der Tank eine Quelle für ein Inertgas. Das Inertgas ist vorzugsweise Stickstoff. Hierbei kann es sich aber auch um Kohlendioxid, Argon

oder ein anderes Edelgas oder um andere geeignete Inertgase handeln. Eine Quelle für Stickstoff kann insbesondere eine Stickstofferzeugungsanlage oder ein Stickstofflager sein. Stickstofferzeugungsanlagen oder ein ausreichendes Stickstofflager werden ohnehin an Bord von Flüssigkeitstankern für die Inertisierung des Laderaumes etc. benötigt.

Das Verteilungsrohr verteilt das Inertgas gleichmäßig über den Zwischenraum der Tankbodenwand des Tanks. Von den Rändern der Tankbodenwand aus steigt das Inertgas gleichmäßig in den Tankseitenwänden auf und verteilt sich von den oberen Rumpfen der Tankseitenwände aus gleichmäßig in der Tankdeckwand. Der Gasaustritt ist bevorzugt am höchsten Punkt der Tankdeckwand bzw. des Tankdomes angeordnet. Vorzugsweise ist der Gasaustritt ein Gasentnahmestutzen, der durch die äußere Barriere der Tankdeckwand bzw. des Tankdomes hindurch mit dem Zwischenraum der Tankdoppelhülle verbunden ist.

Durch den Gasentnahmestutzen kann in den Zwischenraum eingeströmtes Gas aus dem Zwischenraum abgeführt werden. Wenn die innere Barriere der Tankhülle undicht ist, entweicht Flüssigkeit oder Gas aus dem Tankraum in den Zwischenraum und verdampft zum Teil sofort. Das aufsteigende bzw. durch den Gasstrom mitgerissene gasförmige Erdgas, vorzugsweise Methan, kann auch in kleinsten Konzentrationen durch die permanente oder zyklische Kontrolle am Gasaustritt oder im anschließenden Rohrsystem detektiert werden. Die Mittel zur Gasdetektion sind z.B. in den Inertgaskreislauf zwischen Gasentnahmestutzen und möglicher Komprimierung oder Kühlung des Inertgases bis zur Wiedereinspeisung in den Bodenbereich des Tanks angeordnet, vorzugshalber jedoch in unmittelbarer Umgebung des Gasaustritts bzw. am Gasentnahmestutzen. Bei den Mitteln zur Gasdetektion kann es sich insbesondere um einen Gassensor zur Detektion

gasförmiger Substanzen handeln. Der Gassensor kann insbesondere ein Gassensor zur Detektion von Methan oder anderen brennbaren Gasen sein.

Durch die Inertisierung der Atmosphäre in dem Zwischenraum der Tankdoppelhülle mittels Inertgas können nach kurzer Zeit selbst kleine Undichtigkeiten der inneren Barriere nachgewiesen werden. Aus dem Tankraum freigesetzte Gase haben in der Regel eine geringere Dichte als das Inertgas. Beispielsweise hat Methan eine Dichte von $0,72 \text{ kg/m}^3$ und Stickstoff eine Dichte von $1,25 \text{ kg/m}^3$. Infolgedessen sammelt sich Gas aus dem Tankraum unter der Tankdeckwand bzw. dem Gasaustritt an. Die erhöhte Konzentration des entwichenen Gases unter der Tankdeckwand erleichtert seine Detektion am Gasaustritt bzw. hinter dem Gasaustritt aus dem Zwischenraum. Dabei ist es unerheblich, wo sich das Leck befindet, da sich das freigesetzte Gas stets unterhalb der Tankdeckwand ansammelt. Dieser Effekt stellt sich bereits ein, wenn die Inertgasatmosphäre im Zwischenraum ruht, also kein, von außen angeregter Gasstrom vorhanden, ist. Die Ansammlung des aus dem Tankraum entwichenen Gases unter der Tankdeckwand kann durch Einspeisung eines Stromes eines Inertgases in den Zwischenraum beschleunigt werden.

Ein weiterer Vorteil des Tanks ist im Gefahrenfall, dass über das Einspeiserohr Flüssigkeit aus dem Zwischenraum im Tankbodenbereich entnommen werden kann, die durch ein auftretendes Leck in der inneren Barriere in den Zwischenraum der Tankdoppelhülle gelangt ist. Die Flüssigkeit kann durch die Gasdurchströmlöcher in das Verteilungsrohr und von dort in das Einspeiserohr gelangen, wenn das Verteilungsrohr mit dem Einspeiserohr verbunden ist. Bei einer unten erläuterten Ausgestaltung kann die Flüssigkeit durch einen Spalt zwischen dem Verteilungsrohr und dem Einspeiserohr oder zwischen dem Verteilungsrohr und einem Verbindungsrohr zum Einspeiserohr in das Einspeiserohr gelangen. Beispielsweise wenn mittels der Mittel zur Gasetektion das Entweichen eines Gases aus dem

Tankraum festgestellt wird, kann auf diese Weise ausgetretene Flüssigkeit aus dem Tankraum aus dem Zwischenraum abgepumpt werden. Durch den Einsatz des Einspeiserohres in Kombination mit dem Abpumpmöglichkeiten für den Gefahrenfall von Flüssigkeiten aus dem Zwischenraum kann die Tankdoppelhülle bevorzugt so ausgebildet werden, dass sie den minimalen Festigkeitsansprüchen und den Ansprüchen aus den ermittelten Belastungen gerecht wird, ohne auf die benötigten Abmessungen einer Notfallpumpe zum Abpumpen von Flüssigkeit aus dem Zwischenraum reagieren zu müssen. Das Einspeiserohr kann jedoch so ausgebildet sein, dass eine Pumpe mit geringem Aufwand anschließbar ist oder es als Pumpensumpf mindestens eine Pumpe aufnehmen kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Einspeiserohr mit einer Quelle verbunden, die einen Strom eines Inertgases liefert. Hierbei kann es sich um einen kontinuierlichen oder um einen zeitweilig unterbrochenen Strom eines Inertgases handeln. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass aus dem Tankraum freigesetzte Gase in besonders geringen Konzentrationen detektiert werden können und damit eine Leckage sehr schnell festgestellt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch den Strom eines Inertgases die Tankdoppelhülle gekühlt wird. Hierzu wird gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kaltes oder kryogenes Inertgas in den Zwischenraum eingespeist. Durch das Einspeisen des kalten oder kryogenen Inertgases wird die Tankdoppelhülle von innen gekühlt und die von außen einströmende Wärme mit dem Inertgasstrom aus dem Gasentnahmestutzen abgeführt. Somit kann ein Wärmeeintrag aus der Umgebung des Tanks auf die im Tankraum enthaltene Flüssigkeit reduziert oder ganz ausgeschlossen werden. Ein Verdampfen der Flüssigkeit im Tankraum wird hierdurch besser kontrolliert, minimiert oder verhindert. Hierfür ist bevorzugt die Temperatur des Inertgases an den Siedepunkt der im Tankraum gelagerten Flüssigkeiten angepasst. Am besten für die Reduzierung eines Wärmeeintrages in den Tankraum ist, wenn die Temperatur

des Inertgases tiefer als der Siedepunkt der Flüssigkeit ist. Dies ist beispielsweise möglich, wenn Stickstoff als Inertgas in einem Tank für Flüssigerdgas eingesetzt wird. Damit das Entweichen von Gas aus dem Tankraum besser detektiert werden kann, kann die Temperatur des Inertgases auch etwas höher als der Siedepunkt der Flüssigkeit gewählt werden.

Der erfindungsgemäße Tank kann so ausgebildet sein, dass nur die innere Barriere eine dauerhafte Tankhülle bildet, die den Belastungen durch kryogene Flüssigkeiten dauerhaft standhält. Die äußere Barriere dient dann nur dazu, den Zwischenraum nach außen zu begrenzen. Ggfs. kann die äußere Barriere dazu dienen, die aus dem Tankraum ausgetretene Flüssigkeit über eine begrenzte Zeit zurückzuhalten und die Umgebung entsprechend den Regelwerken für einen vorgegebenen Zeitraum vor den kalten oder kryogenen Flüssigkeiten zu schützen. Ein Ausführungsbeispiel eines derartigen selbsttragenden Tanks ist in der internationalen Patentanmeldung PCT/EP 2010/006954 anhand von Fig. 16 beschrieben. Die diesbezügliche Beschreibung wird durch Bezugnahme in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen.

Gemäß einer anderen Ausgestaltung sind die innere und die äußere Barriere dauerhafte Tankhüllen. Bei dieser Ausgestaltung wird die aus dem Tankraum ausgetretene Flüssigkeit dauerhaft in der Tankdoppelhülle zurückgehalten. Derartige Doppelhüllentanks sind jedoch verhältnismäßig kostspielig. Ausführungsbeispiele für solche Tanks sind in der WO 2006/001711 A2 und in der WO 2008/103053 A1 beschrieben. Die diesbezüglichen Ausführungen in den beiden Patentveröffentlichungen werden durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung einbezogen.

Gemäß einer Ausgestaltung erstreckt sich mindestens ein Verteilungsrohr in Hauptausdehnungsrichtung des Tanks. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verteilung

des Inertgases in Hauptausdehnungsrichtung des Tanks erreicht. Gemäß einer fertigungstechnisch vorteilhaften Ausgestaltung ist das Verteilungsrohr geradlinig. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist das Verteilungsrohr auf einer Mittelachse des Tanks angeordnet. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verteilung des Inertgases über die Tankbreite erzielt.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung erstreckt sich das Verteilungsrohr von einer Tankseitenwand des Tanks zu einer gegenüberliegenden Tankseitenwand des Tanks und kann an seinen beiden Enden mit weiteren Verteilungsrohren verbunden sein, die jeweils unterhalb der unteren Ränder der betreffenden Tankseitenwände verlaufen und mit weiteren Gasdurchströmlöchern versehen sind, um Inertgas in den Zwischenraum zwischen den inneren und äußeren Barrieren der betreffenden Tankseitenwände einzuspeisen. Hierdurch wird die Verteilung des Inertgases über die Tankseitenwände verbessert. Es muss keine feste Verbindung geben, zueinander ausgerichtete Verteilungsrohre mit entsprechenden Öffnungen, ohne feste Verbindung untereinander erfüllen den gleichen Zweck und haben den Vorteil des freien Schrumpfens.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weisen die Strukturen, die die innere und die äußere Barriere miteinander verbinden, Löcher auf, die eine Verteilung des Inertgases durch die Strukturen hindurch ermöglichen. Die Strukturen sind bevorzugt Stege oder Rippen, die ansonsten einen Fluss des Inertgases zwischen verschiedenen Bereichen der Tankdoppelhülle unterbinden würden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist das Einspeiserohr durch die äußere Barriere einer Tankseitenwand hindurch mit dem Verteilungsrohr kommunizierend verbunden. Bevorzugt ist das Einspeiserohr in der Nähe des Tankbodens durch die

äußere Barriere der Seitenwand hindurchgeführt, um eine kurze Verbindung zu dem Verteilungsrohr herzustellen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist in einem kurzen Abstand innen vor einer Einspeiseöffnung der äußeren Barriere, in die das Einspeiserohr mündet, eine Rohröffnung des Verteilungsrohres angeordnet. Das Inertgas kann aus der Einspeiseöffnung in die kurz davor angeordnete Rohröffnung des Verteilungsrohres einströmen. Teilweise kann das Inertgas durch einen Spalt zwischen der Einspeiseöffnung und der Rohröffnung direkt in den Zwischenraum des Tankbodens gelangen. Hierdurch wird die Verteilung des Inertgases in der Tankbodenwand weiter gleichmäßig. Ferner wird hierdurch die Möglichkeit verbessert, durch das Einspeiserohr Flüssigkeit aus der Tankbodenwand abzuziehen, da das Einspeiserohr über die Einspeiseöffnung direkt mit dem Zwischenraum im Tankboden verbunden ist.

Durch den Abstand zwischen der Einspeiseöffnung und der Rohröffnung werden unterschiedliche thermische Ausdehnungen von Verteilungsrohr und Tankbodenwand kompensiert. Eine feste Verbindung zwischen Einspeiserohr bzw. Einspeiseöffnung und Verteilungsrohr könnte aufgrund thermischer Ausdehnungen beschädigt werden.

Gemäß einer Ausgestaltung ist die Rohröffnung an einem sich zum Rohrende hin erweiternden Endbereich des Verteilungsrohres angeordnet. Hierdurch wird das Einströmen von Inertgas in die Rohröffnung gefördert.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind beiden Enden des Verteilungsrohres Einspeiserohre zugeordnet. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verteilung des Inertgases über den Tankboden weiter gefördert.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist der Gasentnahmestutzen an der höchsten Stelle der Tankdeckwand bzw. der Tankdome angeordnet. Aus dem Tankraum ausgetretene Gase sammeln sich bevorzugt an dieser Stelle, sodass durch diese Maßnahme die Detektion ausgetretener Gase verbessert wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist mindestens ein Einspeiserohr als Pumpensumpf für das Einsetzen einer Pumpe zum Abpumpen von Flüssigkeit in dem Zwischenraum der Tankhülle ausgebildet. Die Pumpe ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung eine Restlenzpumpe oder eine Notfallpumpe. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist die Restlenzpumpe/Notfallpumpe in das Einspeiserohr eingesetzt und am Umfang im Einspeiserohr abgedichtet. Bevorzugt hat das Einspeiserohr eine vertikale Ausrichtung.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist der Tank Mittel zum Erfassen des Druckes im Zwischenraum der Tankhülle und/oder Mittel zum Erfassen des Umgebungsdruckes um den Tank und/oder Mittel zum Erfassen des Druckes im Tankraum und Mittel zum Auswerten der erfassten Drücke im Zwischenraum und/oder in der Umgebung um den Tank und/oder im Tankraum auf. Im Zwischenraum der Tankdoppelhülle herrscht leichter Überdruck gegenüber dem Umgebungsdruck um den Tank (z.B. im Laderaum eines Schiffes), wenn die äußere Barriere dicht ist. Durch die permanente oder wiederholte Überwachung des Drucks im Zwischenraum der Tankdoppelhülle kann festgestellt werden, ob Gas aus dem Zwischenraum nach außen entweicht, sodass die äußere Barriere eine Undichtigkeit aufweist. Wenn die Umgebung des Tanks nicht unter atmosphärischem Druck steht, beispielsweise weil der Druck in einem geschlossenen Laderaum eines Schiffes angeordnet ist, in dem ein Inertgas unter geringem Überdruck eingespeist wird, wird bevorzugt auch der Druck in der Umgebung ermittelt und mit dem Druck im

Zwischenraum verglichen. Mit den Mitteln zur Drucküberwachung für den Tankzwischenraum sowie für den Tankraum selbst kann ferner festgestellt werden, ob die beiden Drücke voneinander abweichen oder übereinstimmen. Wenn die innere Barriere dicht ist, ist der Druck im Tankraum größer als der Druck im Zwischenraum. Wenn die innere Barriere beschädigt ist, wie zum Beispiel bei größeren Rissen, stimmen die Drücke im Tankraum und im Zwischenraum überein. Die Mittel zum Auswerten können das Ergebnis ausgeben, beispielsweise durch Ausgabe eines akustischen und/oder optischen Signals, sodass das Betriebspersonal geeignete Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ergreifen kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist der Tank auf einer schwimmenden Einheit angeordnet. Bevorzugt ist der Tank auf einem Schiff angeordnet. Grundsätzlich kann der Tank aber auch auf einem Offshore-Bauwerk oder an Land angeordnet sein.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der anliegenden Zeichnungen und Ausführungsbeispiele näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 einen ersten erfindungsgemäßen Tank im Längsschnitt;
- Fig. 2 denselben Tank im Querschnitt;
- Fig. 3 Verteilungsrohre für Inertgas im Zwischenraum eines Tankbodens bei demselben Tank;
- Fig. 4 derselbe Tank in einer weiteren Detailansicht;
- Fig. 5 der untere Bereich desselben Tanks mit Messpunkten für den Druck in einer vergrößerten Detailansicht;
- Fig. 6 der untere Bereich eines zweiten erfindungsgemäßen Tanks in einer vergrößerten Detailansicht;

- Fig. 7 der untere Bereich desselben Tanks mit eingesetzter Restlenzpumpe oder Notfallpumpe in einer vergrößerten Detailansicht;
- Fig. 8 freigeschnittene Stegbleche der Tankdoppelhülle desselben Tanks in einer vergrößerten Detailansicht;
- Fig. 9 der Tankboden beider Ausführungsbeispiele in einem Schnitt entlang der Linien A-A von Fig. 5 und 6;
- Fig. 10 ein vergrößertes Detail von Fig. 8;
- Fig. 11 Inertgasführung an einem der vorbezeichneten Tanks in einem grobschematischen Längsschnitt;
- Fig. 12 den Einsatz einer Notfallpumpe oder Restlenzpumpe beim Abpumpen von Flüssigkeit aus dem Zwischenraum in einer vergrößerten Detailansicht.

Die Erfindung wird anhand von zwei verschiedenen Ausführungsbeispielen eines Tanks 1 erläutert, die sich durch den Aufbau der Tankdoppelhülle unterscheiden. Der Tank des ersten Ausführungsbeispiels hat grundsätzlich einen Aufbau, wie in den Ausführungsbeispielen der internationalen Patentanmeldung PCT/EP 2010/006954 beschrieben. Der Tank des zweiten Ausführungsbeispiels hat grundsätzlich einen Aufbau, wie in der WO 2006/001711 A2 oder der WO 2008/103053 A1 beschrieben. Die übereinstimmenden oder im Wesentlichen übereinstimmenden Merkmale der verschiedenen Tanks werden nachstehend zum Teil anhand von Zeichnungen erörtert, die sich auf verschiedene Ausführungsbeispiele beziehen. Sie sind mit denselben Bezugsziffern bezeichnet.

Die Angaben „oben“ und „unten“ beziehen sich auf die Ausrichtung des Tanks, bei der die Tankdeckwand vertikal über der Tankbodenwand angeordnet ist.

Gemäß Fig. 1 und 2 weist ein erfindungsgemäßer Tank 1 eine Tankbodenwand 1.1, Tankseitenwände 1.2 bis 1.5 und eine Tankdeckwand 1.6 auf. Die Tankbodenwand 1.1 und die Tankdeckwand 1.6 sind horizontal ausgerichtet und die Tankseitenwände 1.2 bis 1.5 grundsätzlich vertikal. Die längsseitigen Tankseitenwände 1.2 und 1.3 haben am oberen und unteren Rand jeweils einen schräg verlaufenden Abschnitt 1.2.1, 1.2.2 und 1.3.1, 1.3.2. Dadurch ist der Tankquerschnitt an den Rumpfquerschnitt eines Flüssiggastankschiffes angepasst. Die Tankbodenwand 1.1, Tankseitenwände 1.2 bis 1.5 und Tankdeckwand 1.6 umschließen einen Tankraum 1.7.

Oben auf der Tankdeckwand 1.6 sitzt ein Tankdom 5.1, durch den Flüssigkeit in den Tankraum 1.7 eingespeist und aus diesem entnommen werden kann. Der Tankdom 5.1 ist oben durch eine Domplatte 5 verschlossen.

Der Tank 1 ist aus Paneelen gebildet, die aus parallelen, stumpf miteinander verschweißten Profilträgern bzw. Tankhüllenprofilen bestehen. Die Paneele sind in den horizontalen und vertikalen Tankwänden durch Verbindungsprofile 30 miteinander verbunden und an den Ecken zu den schräg verlaufenden Abschnitten des Tanks durch Eckprofile 31.

Der Zwischenraum 11 zwischen der inneren Barriere 2 und der äußeren Barriere ist nicht mit Isoliermaterial gefüllt und auch nicht in einzelne geschlossene Parzellen unterteilt. In der Regel sind beide Barrieren 2, 3 durch Stege oder Rippen 33 oder andere Bauteile verbunden, sodass ein gleichmäßiger Abstand zwischen den beiden Barrieren 2, 3 gewährleistet wird, ohne den Gasdurchgang zu behindern. Stege oder Rippen 33 sind nicht untereinander verschweißt, sodass ein ungehinderter Gasfluss in der Tankdoppelhülle gewährleistet ist. Die Stege 33 sind vorzugsweise Profilstege der Profilträger, aus denen die Paneele gebildet sind.

In dem Tankraum 1.7 stehen Verstärkungsprofile 32 der Tankhüllenprofile vor. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um weitere Profilstege der Profilträger.

Quer- oder Längsverlaufende Bauteile 30, 31, die den Strom des Inertgases von der Tankbodenwand 1.1 zur Tankdeckwand 1.6 behindern könnten, sind in Rippen oder Stegen 33 mit Löchern 33 freigeschnitten, sodass ein kontinuierlicher Gasstrom gewährleistet ist.

Im Tankboden 1.1 ist ein Verteilungsrohr 8 für ein Inertgas angeordnet, das mit einer Vielzahl von Gasdurchströmlöchern 10 versehen ist (vgl. Fig. 3, 9, 10).

Das Verteilungsrohr 8 erstreckt sich in Längsrichtung des Tanks 1 auf seiner Längsmittelachse. An dem einen Ende ist dem Verteilungsrohr 8 ein Einspeiserohr 6 für Inertgas und an dem anderen Ende ein als Pumpensumpf mit einem größeren Querschnitt ausgebildetes Einspeiserohr 7 zugeordnet (vgl. Fig. 1, 6, 7, 9, 10). Vorzugsweise sind der Tank 1 und die Einspeiserohre 6, 7, 8 von einer Isolierung umgeben.

Gemäß Fig. 6, 9, 10 münden das Einspeiserohr 6 und das als Pumpensumpf ausgebildete Einspeiserohr 7 in Einspeiseöffnungen 9 in der äußeren Barriere 3 der Tankseitenwände 1.4, 1.5. Das Verteilungsrohr 8 ist an den Enden zu einem Konus aufgeweitet, wobei die jeweilige Rohröffnung 8.1, 8.2 in einem kurzen Abstand vor der Einspeiseöffnung 9 angeordnet ist.

Gemäß Fig. 7 und 12 ist in das Einspeiserohr 7 eine Restlenzpumpe 18 einsetzbar. Ein Druckrohr 19, durch das die Restlenzpumpe 18 Flüssigkeit abpumpt, ist durch

das Einspeiserohr 7 nach oben weggeführt. Das Druckrohr 19 ist mit einem fest an Deck installierten Leitungsnetz für flüssige Ladung verbindbar.

Gemäß Fig. 6, 9 und 10 ist das Verteilungsrohr 8 nahe seiner Rohröffnungen 8.1, 8.2 jeweils mit einem weiteren Verteilungsrohr 8.3, 8.4 verbunden. Die weiteren Verteilungsrohre 8.3, 8.4 verlaufen unterhalb der unteren Ränder der Tankseitenwände 1.4, 1.5. Sie weisen weitere Gasdurchströmlöcher 20.1 auf.

In Fig. 9 und 10 bezeichnen die Bezugsziffern 10 Löcher in den Stegen 33 zwischen der inneren Barriere 2 und der äußeren Barriere 3, die einen Gasdurchtritt ermöglichen. Die Löcher 10 sind in Fig. 8 gezeigt.

In den Fig. 9 und 10 ist der Weg des Inertgases im Zwischenraum der Tankbodenwand 1.1 mit Pfeilen 21 gekennzeichnet. In den Tankseitenwänden 1.4, 1.5 steigen die Gasströme senkrecht zur Zeichenebene auf. An den oberen Rändern der Tankseitenwände 1.4, 1.5 tritt das Inertgas in die Tankdeckwand 1.6 über. Von dort verteilt es sich gleichmäßig über die Tankdeckwand 1.6. An der höchsten Stelle des Zwischenraums 11 der Tankdoppelhülle befinden sich auf den beiden Seiten des Tankdoms 5.1 Gasentnahmestutzen 4 für das Inertgas.

Fig. 11 zeigt den Weg des Inertgases von einer Kühleinrichtung durch den Zwischenraum 11 der Tankdoppelhülle 2 zum Gasentnahmestutzen 4. In Strömungsrichtung hinter dem Gasentnahmestutzen 4 sind Mittel zum Detektieren 22 eines Gases angeordnet. Das austretende Inertgas wird von einem Kälteerzeuger 17 in einem technischen Prozess – z.B. mittels Hochdruck-Kompression - auf die vorgegebene Betriebstemperatur gekühlt.

Die vorstehend erläuterten Tanks weisen insbesondere folgende Vorteile auf:

Durch die Inertisierung der Atmosphäre im Zwischenraum 11 der Tankdoppelhülle mit einem Inertgas können auch bei stehender Inertgasatmosphäre in relativ kurzer Zeit kleine Undichtigkeiten in der Tankdoppelhülle 2 durch Nachweise aus dem Tankraum 1.7 freigesetzten Gases in der Inertgasatmosphäre ermittelt werden. Bei Inertisierung mit Stickstoff kann beim Transport von Erdgas im Falle einer Leckage Methan nachgewiesen werden. Aufgrund der wesentlich geringeren Dichte von Methan im Vergleich zu Stickstoff sammelt sich Methan nach einer Leckage an den Gasentnahmestutzen 4 an den höchsten Punkten der Tankdoppelhülle an und kann detektiert werden.

Die Kontrolle von eventuellen Undichtigkeiten der Tankdoppelhülle 2 kann durch einen kontinuierlichen Inertgasstrom beschleunigt werden.

Ferner erfolgt eine Kühlung der Tankdoppelhülle 2, 3. Durch die Anordnung der Einspeiserohr 6 und 7 im unteren Bereich des Tanks 1 sowie die Verbindung der Einspeiserohre 6, 7 mit der äußeren Barriere 3 entsprechend den Regeln der Klassifikationsgesellschaften für eigenständige Typ A- und Typ B-Tanksysteme, kann kaltes Inertgas, vorzugsweise Stickstoff, mit einer den kryogenen Flüssigkeiten oder Flüssigkeiten mit niedrigen Siedepunkten im Tankraum 1.7 angepassten maximalen Tieftemperaturen in den Zwischenraum 11 in der Tankbodenwand 1.1 eingeblasen werden. Das System aus Verteilungsrohren 8, 8.1, 8.2 verteilt den kalten Stickstoff gleichmäßig über den Zwischenraum 11 der Tankbodenwand 1.1. Durch das Einblasen des kalten Inertgases wird die Tankdoppelhülle gekühlt und von außen auf die Struktur einströmende Wärme vom Inertgasstrom durch die Entnahmestutzen 4 abtransportiert. Somit kann der Wärmeeintrag aus der Tankumgebung auf die zu transportierende bzw. zu lagernde kryogene Flüssigkeit und Flüssigkeiten mit niedrigen Siedepunkten mittels des gekühlten Inertgasstromes

minimiert oder ganz ausgeschlossen und ein Verdampfen der kryogenen Flüssigkeiten besser kontrolliert, minimiert oder verhindert werden.

Die Dichtigkeit der äußeren Barriere 3 bzw. der geschlossenen Leckwanne 3 wird durch einen leichten Überdruck gegenüber dem den Tank umgebenden Druck 15 getestet. Durch eine permanente oder wiederholte Überwachung des Drucks im Bereich zwischen der Tankdoppelhülle der Leckwanne 3 bzw. der äußeren Barriere 3 wird bei einem Druckabfall signalisiert, dass Gas aus dem Zwischenbereich 11 in einen den Tank 1 umgebenden Laderaumbereich 12 des Schiffes entweicht und die äußere Barriere 3 Undichtigkeiten aufweist (Fig. 5).

Der Druck 16 im Laderaum 12 ist nämlich kleiner als der Druck 15 in dem Zwischenraum 11 zwischen der inneren Barriere 2 und der äußeren Barriere 3. Der Druck im Zwischenraum 11 ist wiederum geringer als der Druck 14 im Tankraum 12. Wenn der Druck in dem Zwischenraum 11 dem Druck im Tankraum 12 entspricht, hat die innere Barriere 2 eine Leckage. Eine sich im Tankboden ansammelnde Flüssigkeit kann den Zustrom von Inertgas stoppen (Fig. 5).

Zur bestmöglichen Ausnutzung des Laderaums 12 wird der Abstand zwischen der inneren Barriere 2 und der äußeren Barriere 3 möglichst gering gehalten. Infolgedessen kann beim Versagen der inneren Barriere und dem Volllaufen des Zwischenraums 11 Flüssigkeit aus dem Tank keine Gefahrgutpumpe oder andere Pumpen für kryogene oder kalte Flüssigkeiten in den Zwischenraum 11 eingeführt werden. Aufgrund des als Pumpensumpf ausgeführten Einspeiserohrs 7 kann eine (Restlenz-)Pumpe 18 angeschlossen werden, die in der Lage ist, Flüssigkeiten aus der Zwischenschicht 11 abzupumpen. Ggfs. kann durch Trimmen des Schiffes dafür gesorgt werden, dass der Zwischenraum 11 praktisch vollständig entleert wird.

Bezugszeichenliste

1. Tank
 - 1.1. Tankbodenwand
 - 1.2 bis 1.5 Tankseitenwände
 - 1.2.1, 1.2.2, 1.3.1, 1.3.2 Abschnitte von Tankseitenwänden
 - 1.6 Tankdeckwand
 - 1.7 Tankraum
- 2 Innere Barriere
- 3 Äußere Barriere
- 4 Gasentnahmestutzen (\equiv Gasaustritt)
- 5 Domplatte
- 5.1 Dom
- 6 Einspeiserohr
- 7 Einspeiserohr
- 8 Verteilungsrohr
- 8.1, 8.2 Rohröffnung
- 9 Einspeiseöffnung
- 10 Loch
- 11 Zwischenraum
- 12 Laderaum
- 13 (LNG)-Tank
- 14 Druck im Tankraum
- 15 Druck im Zwischenraum
- 16 Druck im Laderaum
- 17 Kälteerzeuger
- 18 Restlenzpumpe
- 19 Druckrohr

- 20 Gasdurchströmloch
- 20.1 Gasdruckströmloch
- 21 Gasströmung
- 22 Mittel zum Detektieren
- 30 Verbindungsprofil
- 31 Eckprofil
- 32 Verstärkungsprofil
- 33 Steg

Ansprüche:

1. Tank für kalte oder kryogene Flüssigkeiten mit
 - einer Tankdoppelhülle aus Leichtmetall, die mit einer Tankbodenwand, Tankseitenwänden und einer Tankdeckwand einen Tankraum umgrenzt,
 - wobei die Tankdoppelhülle eine innere Barriere, eine in einem Abstand von der inneren Barriere angeordnete äußere Barriere und die innere mit der äußeren Barriere miteinander verbindende Strukturen aufweist,
 - mindestens einem im Zwischenraum zwischen der inneren Barriere und der äußeren Barriere des Tankbodens angeordneten Verteilungsrohr mit Gasdurchströmlöchern zum Verteilen von Inertgas im Zwischenraum,
 - mindestens einem außerhalb der Tankdoppelhülle angeordneten Einspeiserohr für Inertgas, das durch die äußere Barriere hindurch kommunizierend mit dem Verteilungsrohr verbunden ist,
 - einer mit dem Einspeiserohr außerhalb der Tankhülle verbundenen Quelle für ein Inertgas,
 - einem Gasaustritt aus dem Zwischenraum in der äußeren Barriere der Tankdeckwand und
 - Mitteln zur Gasdetektion im Bereich des Gasaustritts.
2. Tank nach Anspruch 1, bei dem das Einspeiserohr mit einer Quelle für einen Strom eines Inertgases verbunden ist.
3. Tank nach Anspruch 1 oder 2, bei dem nur die innere Barriere eine dauerhafte Tankhülle ist.

4. Tank nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die innere und die äußere Barriere dauerhafte Tankhüllen sind.
5. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem sich mindestens ein Verteilungsrohr in Hauptausdehnungsrichtung des Tanks erstreckt.
6. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das Verteilungsrohr geradlinig ist.
7. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Verteilungsrohr auf einer Mittelachse des Tanks angeordnet ist.
8. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Verteilungsrohr sich von einer Seitenwand des Tanks zu einer gegenüberliegenden Tankseitenwand erstreckt und an seinen beiden Enden mit weiteren Verteilungsrohren verbunden ist, die jeweils unterhalb der unteren Ränder der betreffenden Tankseitenwände verlaufen und mit weiteren Gasdurchströmlöchern versehen sind, um Inertgas in den Zwischenraum zwischen die inneren und äußeren Barrieren der betreffenden Tankseitenwände einzuspeisen.
9. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Strukturen, welche die innere und die äußere Barriere miteinander verbinden, Stege von Profilträgern sind, aus denen die innere und/oder die äußere Barriere gebildet sind.
10. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Strukturen, welche die innere und die äußere Barriere der Tankdoppelhülle miteinander verbinden, Löcher aufweisen, die eine Verteilung des Inertgases durch die Strukturen hindurch ermöglichen.

11. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das Einspeiserohr durch die äußere Barriere einer Seitenwand hindurchgeführt ist.
12. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das Einspeiserohr in einer Einspeiseöffnung der äußeren Barriere mündet und in einem kurzen Abstand vor der Einspeiseöffnung eine Rohröffnung des Verteilungsrohres angeordnet ist.
13. Tank nach Anspruch 12, bei der die Rohröffnung an einem sich zum Rohrende hin erweiternden Endbereich des Verteilungsrohres angeordnet ist.
14. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem beiden Enden des Verteilungsrohres Einspeiserohre zugeordnet sind.
15. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem der Gasentnahmestutzen an der höchsten Stelle der Tankdeckwand angeordnet ist.
16. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem mindestens ein Einspeiserohr als Pumpenrumpf für das Einsetzen einer Pumpe zum Abpumpen von Flüssigkeit in dem Zwischenraum der Tankhülle ausgebildet ist.
17. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem die Pumpe eine Restlenspumpe ist, die in ein senkrecht eingesetztes Einspeiserohr eingesetzt ist und/oder am Umfang im Einspeiserohr abdichtet.
18. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 17, der Mittel zum Erfassen des Druckes im Zwischenraum der Tankhülle und Mittel zum Erfassen des Druckes im

Tankraum und/oder Mittel zum Auswerten der erfassten Drücke im Zwischenraum und/oder im Tankraum aufweist.

19. Tank nach einem der Ansprüche 1 bis 18, der auf einem Schiff oder einer anderen schwimmenden Einheit angeordnet ist.

Fig. 1

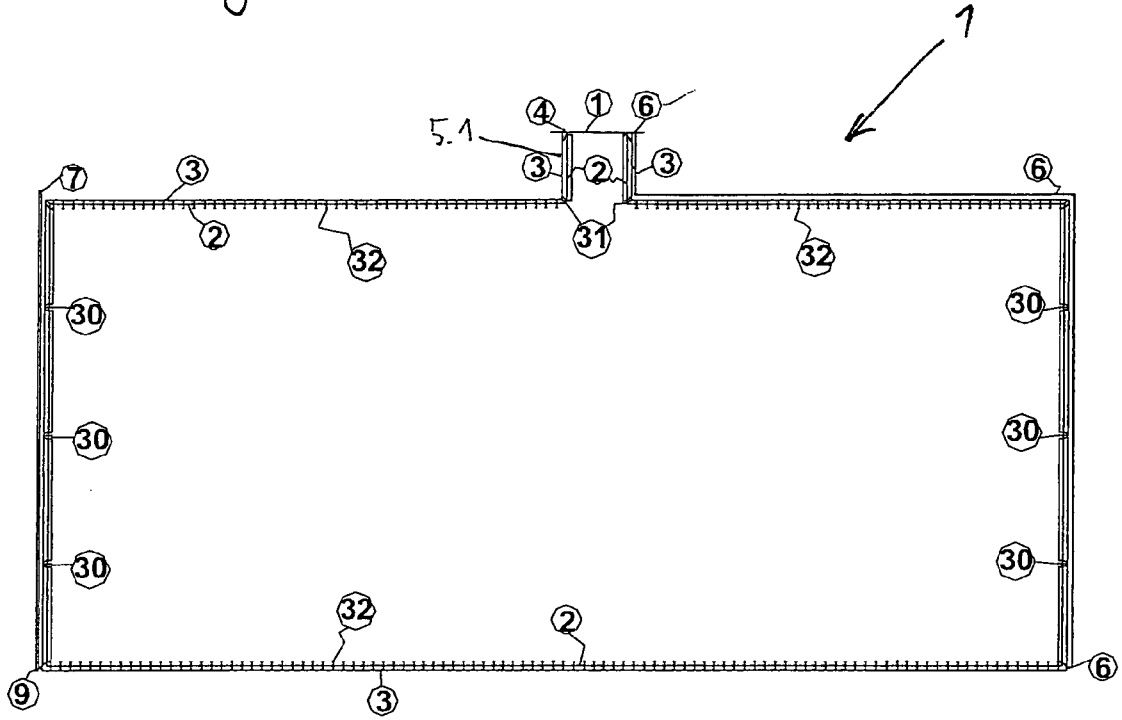


Fig. 2

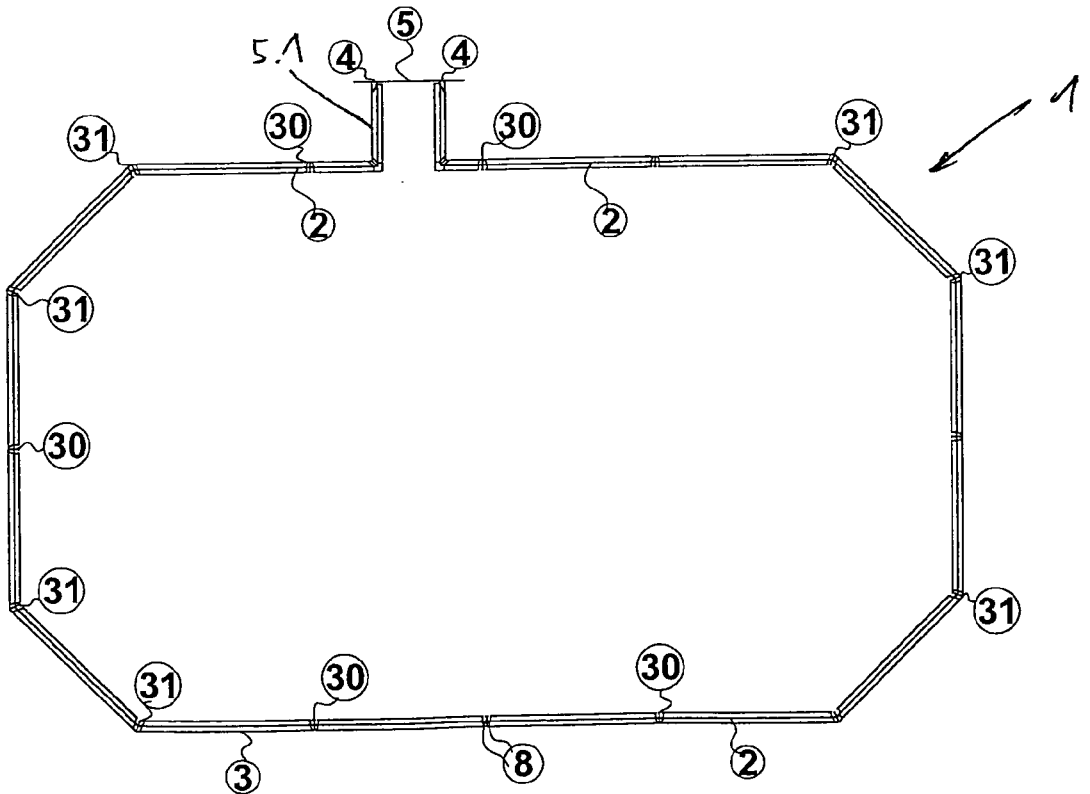


Fig. 3

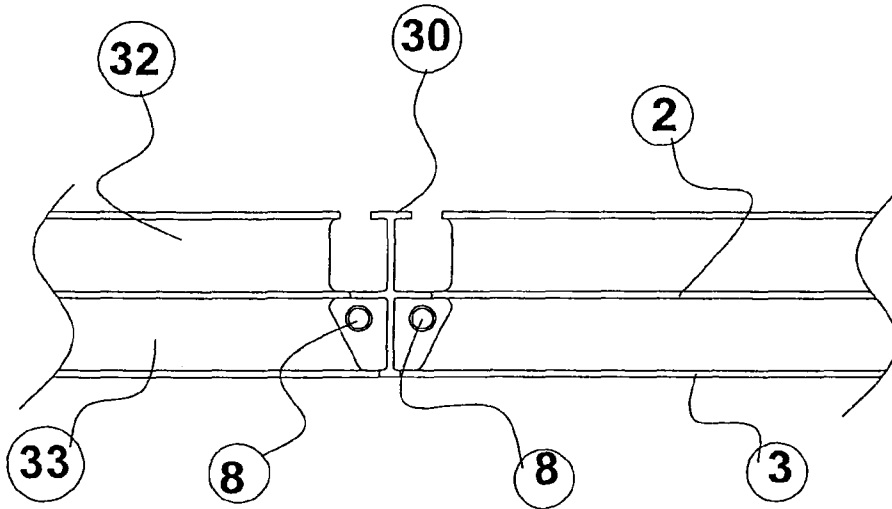


Fig. 4

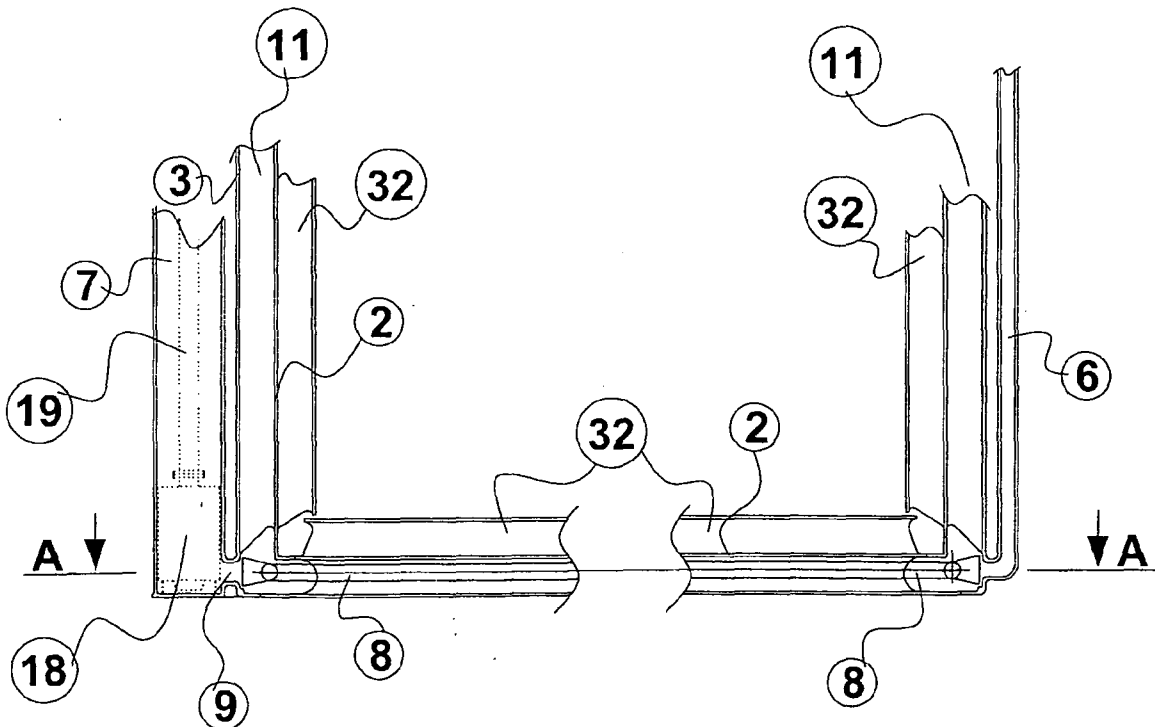


Fig. 5

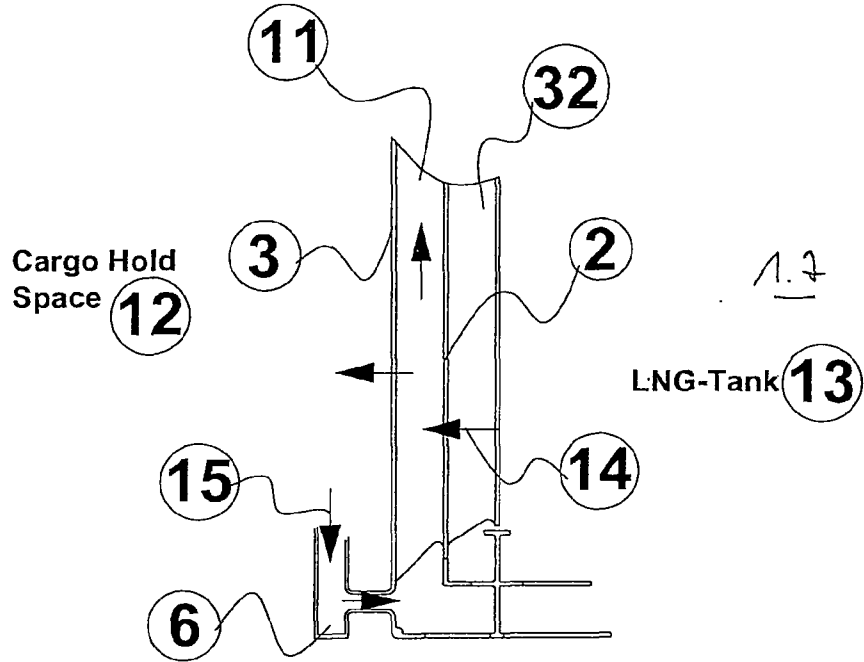


Fig. 8

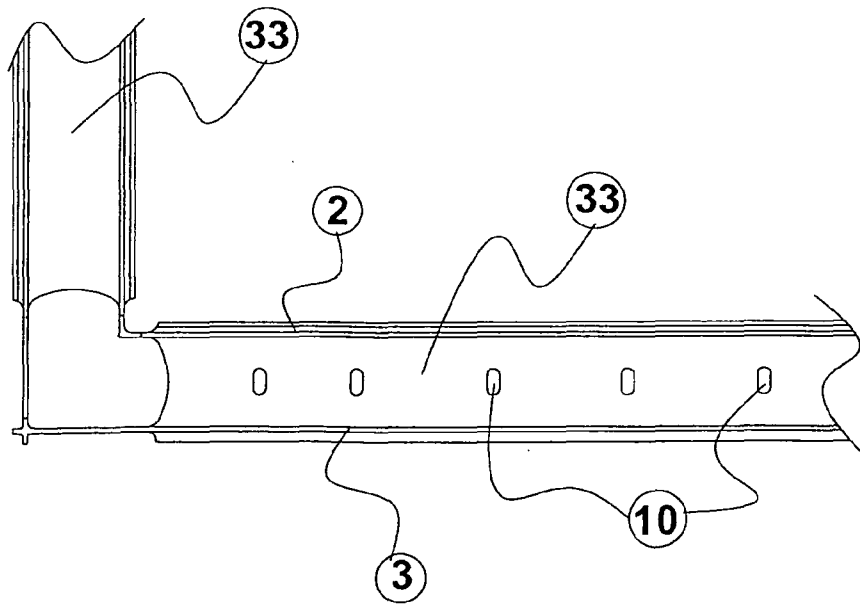


Fig. 6

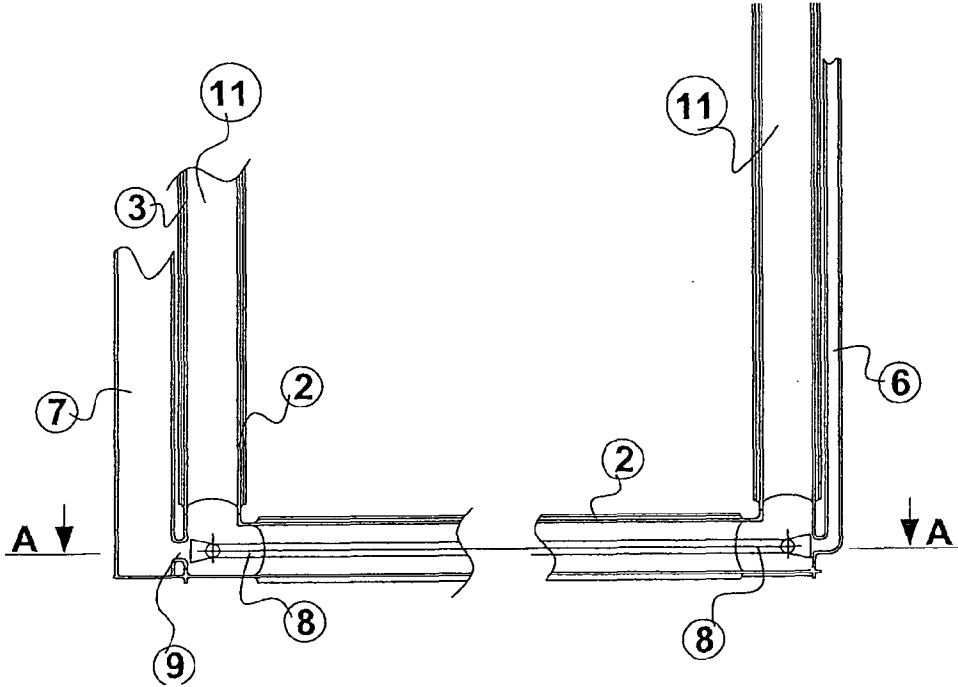


Fig. 7

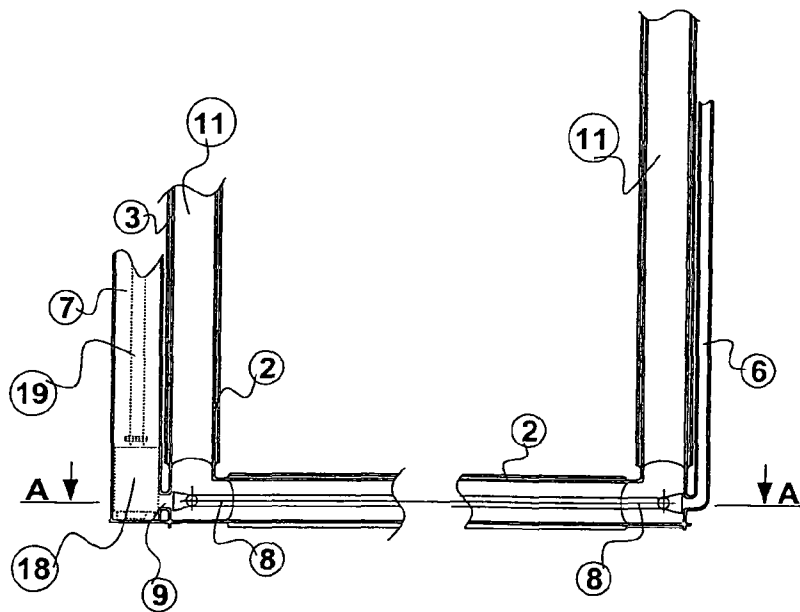


Fig. 10

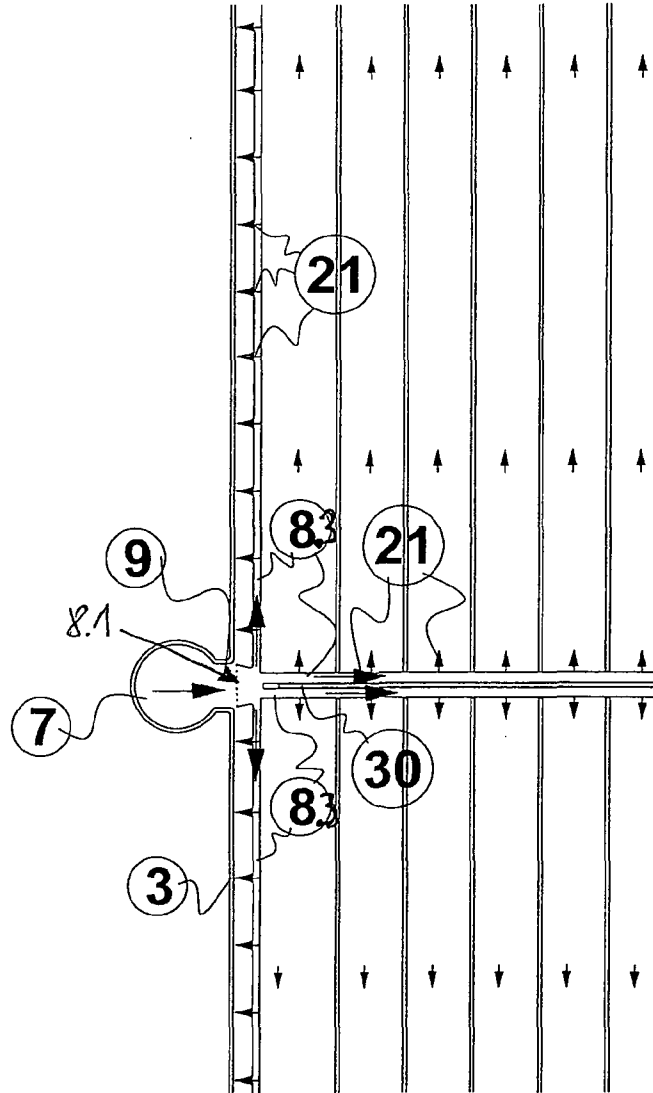


Fig. 11

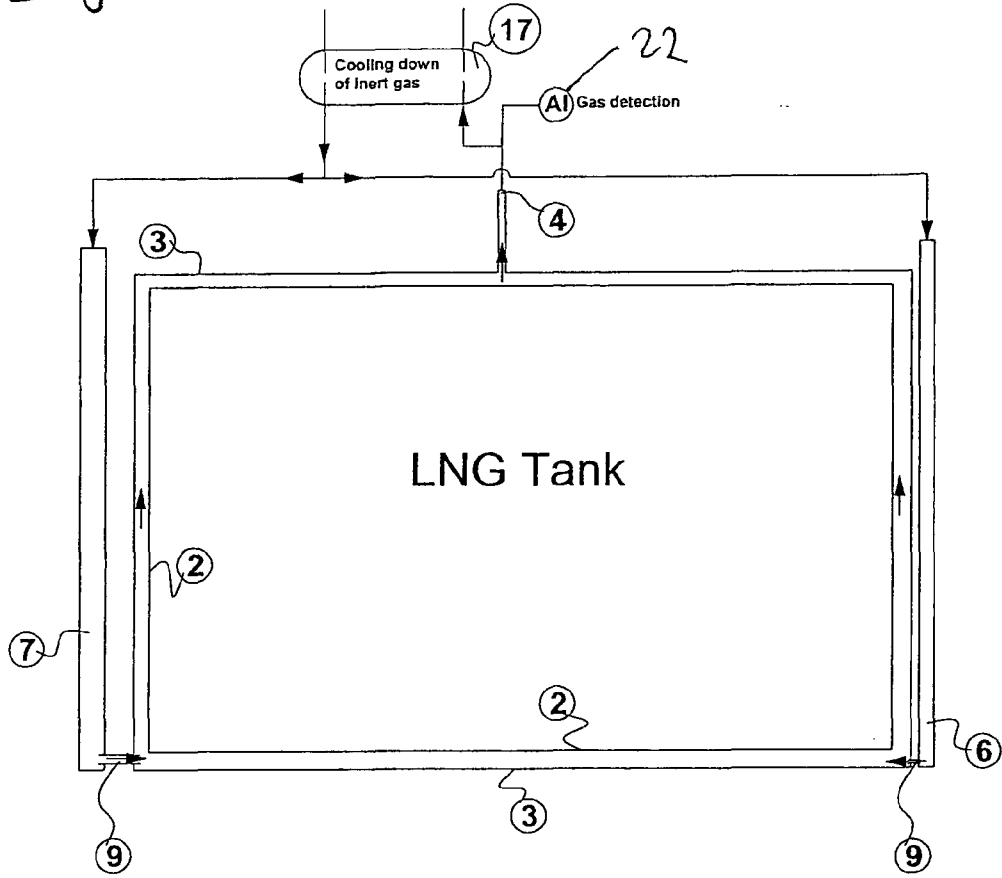
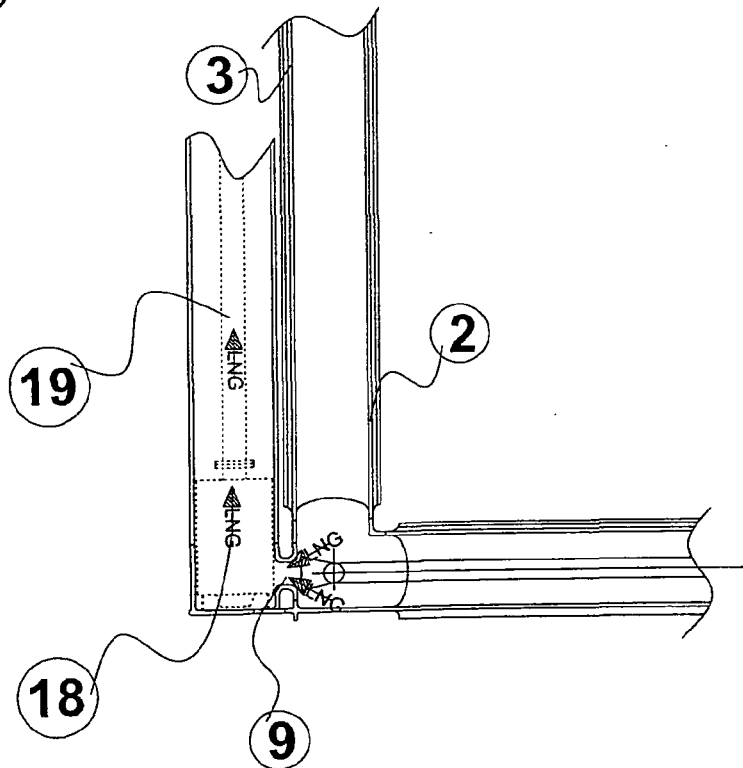


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/001902A. 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

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 509 839 A1 (MARATHON OIL CO [US]) 21 January 1983 (1983-01-21) the whole document -----	1-19
A	FR 2 662 800 A1 (NIPPON KOKAN KK [JP]) 6 December 1991 (1991-12-06) the whole document -----	1
A	FR 2 942 199 A1 (FEGER DAMIEN [FR]) 20 August 2010 (2010-08-20) the whole document -----	1



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 document 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

24 November 2011

Date of mailing of the international search report

14/12/2011

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

Nicol, Boris

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/001902

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2509839	A1	21-01-1983	
		FR 2509839 A1	21-01-1983
		JP 3015080 B	28-02-1991
		JP 58017299 A	01-02-1983
		NO 822482 A	21-01-1983
		SE 459371 B	26-06-1989
		SE 8204374 A	19-07-1982
		US 4404843 A	20-09-1983

FR 2662800	A1	06-12-1991	
		AU 7736291 A	12-12-1991
		CA 2042864 A1	06-12-1991
		FR 2662800 A1	06-12-1991
		JP 4040334 A	10-02-1992

FR 2942199	A1	20-08-2010	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/001902

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F17C13/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 509 839 A1 (MARATHON OIL CO [US]) 21. Januar 1983 (1983-01-21) das ganze Dokument -----	1-19
A	FR 2 662 800 A1 (NIPPON KOKAN KK [JP]) 6. Dezember 1991 (1991-12-06) das ganze Dokument -----	1
A	FR 2 942 199 A1 (FEGER DAMIEN [FR]) 20. August 2010 (2010-08-20) das ganze Dokument -----	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
24. November 2011	14/12/2011	
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 Nicol, Boris	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/001902

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2509839	A1	21-01-1983	
		FR 2509839 A1	21-01-1983
		JP 3015080 B	28-02-1991
		JP 58017299 A	01-02-1983
		NO 822482 A	21-01-1983
		SE 459371 B	26-06-1989
		SE 8204374 A	19-07-1982
		US 4404843 A	20-09-1983

FR 2662800	A1	06-12-1991	
		AU 7736291 A	12-12-1991
		CA 2042864 A1	06-12-1991
		FR 2662800 A1	06-12-1991
		JP 4040334 A	10-02-1992

FR 2942199	A1	20-08-2010	KEINE
