

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2025-512054

(P2025-512054A)

(43)公表日 令和7年4月16日(2025.4.16)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
F 1 7 C 3/04 (2006.01)	F 1 7 C 3/04	A 3 E 1 7 0
B 6 5 D 90/02 (2019.01)	B 6 5 D 90/02	B 3 E 1 7 2

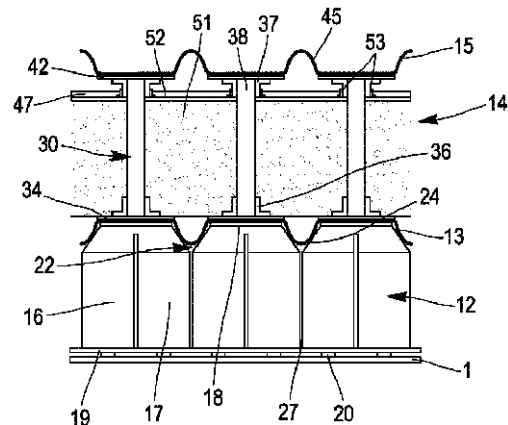
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全33頁)

(21)出願番号	特願2024-560417(P2024-560417)	(71)出願人	515220317 ギャストランスポルト エ テクニギャズ フランス国 エフ - 7 8 4 7 0 サン レミ レ シュヴルーズ ルート ドゥ ヴェルサイ イユ 1
(86)(22)出願日	令和5年4月12日(2023.4.12)	(74)代理人	100134832 弁理士 瀧野 文雄
(85)翻訳文提出日	令和6年12月6日(2024.12.6)	(74)代理人	100165308 弁理士 津田 俊明
(86)国際出願番号	PCT/EP2023/059540	(74)代理人	100115048 弁理士 福田 康弘
(87)国際公開番号	WO2023/198766	(72)発明者	デ コンバリユ ギヨーム フランス国 7 8 4 7 0 サン レミ レ シュヴルーズ ルート ドゥ ヴェルサイユ 1 ギャストランスポルト エ テクニギ 最終頁に続く
(87)国際公開日	令和5年10月19日(2023.10.19)		
(31)優先権主張番号	2203560		
(32)優先日	令和4年4月15日(2022.4.15)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	フランス(FR)		
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW), EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES, FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV 最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 漏れ防止断熱容器の壁

(57)【要約】

本発明は、液化ガスを貯蔵する漏れ防止断熱容器の壁(11)に関し、前記壁(11)は、前記容器の外側から内側に向かって厚さ方向に連続して、漏れ防止外側バリア(13)と、断熱バリア(14)及び漏れ防止内側バリア(15)と、を備え、前記断熱バリア(14)は、絶対圧力が1 Pa未満の気相を有し、-前記厚さ方向に対して直角に延びる放射多層断熱カバー(47)であって、金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料から作られ、繊維層によって互いに分離された複数のシートの積層体を含む放射多層断熱カバー(47)と、-前記放射多層断熱カバー(47)と前記漏れ防止外側バリア(13)との間に配置され、オープンセル多孔質構造を有する断熱要素(51)と、を含む。



10

20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液化ガスを貯蔵するための密閉断熱タンクの壁であって、

前記壁(11)は、前記タンクの外側から内側に向かって厚さ方向に連続して、外側密閉バリア(13)と、断熱バリア(14)と、内側密閉バリア(15)と、を備え、

前記断熱バリア(14)は、絶対圧力が1Pa未満の気相を有し、

- 前記厚さ方向に直交して延びる放射多層断熱カバー(47)であって、金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料から作られ、繊維層によって互いに分離された複数のシートの積層体を含む放射多層断熱カバー(47)と、

- 前記放射多層断熱カバー(47)と前記外側密閉バリア(13)との間に配置され、オープンセル多孔質構造を有する断熱要素(51)と、を備えることを特徴とする壁(11)。 10

【請求項 2】

前記内側密閉バリア(15)が前記タンク内に含まれる前記液化ガスと接触するように構成されている

ことを特徴とする請求項1に記載の壁(11)。

【請求項 3】

前記断熱要素(51)は、グラスウール、ロックウール、ポリエステル詰め物、及びオープンセルポリマーフォームから選択される

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の壁(11)。 20

【請求項 4】

前記放射多層断熱カバー(47)は、前記外側密閉バリア(13)よりも前記内側密閉バリア(15)に近い平面内に配置される

ことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項 5】

前記放射多層断熱カバー(47)の前記繊維層は、ポリマー繊維及びガラス繊維から選択された繊維を使用して製造される

ことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項 6】

金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料から作られた前記シートは、アルミニウム、銀、アルミニウムでコーティングされたポリマー材料、及び銀でコーティングされたポリマー材料から選択される材料で作られている 30

ことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項 7】

前記断熱バリア(14)の前記気相は、前記断熱バリアが室温でパッキングされたときに、前記タンク内に貯蔵されることが意図されている前記液化ガスの液化温度よりも高い逆昇華温度を有する不活性ガスを50体積%以上含む

ことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項 8】

前記不活性ガスは二酸化炭素であることを特徴とする請求項7に記載の壁(11)。 40

【請求項 9】

前記断熱バリア(14)は、前記外側密閉バリア(13)と前記内側密閉バリア(15)との間に前記厚さ方向に延びる荷重支持要素(30)を備え、

前記放射多層断熱カバー(47)は、前記荷重支持要素が通過する開口部が設けられている

ことを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項 10】

前記荷重支持要素(30)はそれぞれ、外側ベース(36)、内側ベース(37)、及び柱(38)を備え、

前記外側ベース(36)及び前記内側ベース(37)のそれぞれは、 50

前記柱(38)の一方の端部が嵌合されるスリーブ(39)と、
前記スリーブ(39)の一方の端部から径方向に延びる支持フランジ(40)と、
を有する

ことを特徴とする請求項9に記載の壁(11)。

【請求項11】

前記柱(38)は、該柱(38)を取り囲む放射断熱コーティング(58)で少なくとも部分的にコーティングされている

ことを特徴とする請求項10に記載の壁(11)。

【請求項12】

前記断熱バリア(14)は、更に、前記内側密閉バリア(15)の方向への前記断熱要素(51)の移動を制限するように前記荷重支持要素(30)に固定された少なくとも1つの保持部材(52、54)を備える

ことを特徴とする請求項9～11のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項13】

前記少なくとも1つの保持部材は、前記荷重支持要素(30)に固定され、前記断熱要素(51)と前記放射多層断熱カバー(47)との間に配置される繊維保持層(52)を含む

ことを特徴とする請求項12に記載の壁(11)。

【請求項14】

前記放射多層断熱カバー(47)は、前記繊維保持層(52)に固定される

ことを特徴とする請求項13に記載の壁(11)。

【請求項15】

前記繊維保持層(52)は、ポリマー繊維及びガラス繊維から選択される繊維を使用して製造される

ことを特徴とする請求項13又は14に記載の壁(11)。

【請求項16】

前記断熱バリア(14)は、幾つかの保持部材を備え、

前記保持部材のそれぞれは、前記荷重支持要素(30)の1つに固定されるフランジ(54)から形成され、前記断熱要素(51)の1つの内面が当接する

ことを特徴とする請求項12～15のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項17】

前記断熱バリア(14)は、それぞれが前記厚さ方向に直交する幾つかの放射多層断熱カバー(47、55)を備え、

前記放射多層断熱カバー(47、55)のそれぞれは、金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料で作られ、繊維層によって互いに分離された複数のシートの積層体を備える

ことを特徴とする請求項1～16のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項18】

前記断熱バリア(14)は、2つの放射多層断熱カバー(47、55)を含み、

前記2つの放射多層断熱カバー(47、55)は、好ましくは30～160mmの距離だけ離間している

ことを特徴とする請求項17に記載の壁(11)。

【請求項19】

前記内側密閉バリアは、前記タンク内に含まれる前記液化ガスと接触することが意図される一次密閉メンブレン(15)であり、

前記断熱バリアは一次断熱バリア(14)であり、

前記外側密閉バリアは二次密閉メンブレン(13)であり、

前記壁(11)は、更に、荷重支持構造(1)に支持され、前記二次密閉メンブレン(13)を支持する二次断熱バリア(12)を含む

ことを特徴とする請求項1～18のいずれか1項に記載の壁(11)。

10

20

30

40

50

【請求項 20】

前記一次密閉メンブレン(15)は、

互いに平行な第1のコルゲーションを有する第1のコルゲーション列(45a)と、

互いに平行で前記第1のコルゲーションに垂直な第2のコルゲーションを有する第2のコルゲーション列(45b)と、

を備え、

前記一次密閉メンブレン(15)は、隣接する2つの前記第1のコルゲーションの間と隣接する2つの前記第2のコルゲーションの間にそれぞれ定義される複数の平坦領域(46)を備え、

前記一次断熱バリア(14)は、前記二次断熱バリア(12)に固定され前記厚さ方向に延びる少なくとも第1、第2、及び第3の荷重支持要素(30)を前記第1のコルゲーションに平行な方向に連続して含む少なくとも第1列の荷重支持要素を備え、

前記第1、第2、及び第3の荷重支持要素(30)は、それぞれ第1、第2、及び第3の内側プレート(42)に固定されており、

前記複数の平坦領域(46)は、前記第1、第2、及び第3の内側プレート(42)に対してそれぞれ溶接された第1、第2、及び第3の平坦領域を前記第1のコルゲーションに平行な方向に連続して含む

ことを特徴とする請求項19に記載の壁(11)。

【請求項 21】

前記外側密閉バリアと前記内側密閉バリアは、スペーサー構造によって互いに接続された自立型バリアである

ことを特徴とする請求項1~20のいずれか1項に記載の壁(11)。

【請求項 22】

請求項1~21のいずれか1項に記載の複数の壁(11)を備える密閉断熱タンク。

【請求項 23】

液化ガスを輸送するために使用される船(70)であって、

ダブルハル(72)と、

前記ダブルハルの内部に配置された請求項22に記載のタンク(71)と、を備える船。

【請求項 24】

請求項23に記載の船(70)と、

前記船のハルに設置された前記タンク(71)を陸上又は浮体式貯蔵施設(77)に接続するように配置された断熱パイプ(73、79、76、81)と、

を備える液化ガスの移送システム。

【請求項 25】

請求項23に記載の船(70)の積み込み又は積み下ろし方法であって、

液化ガスを断熱パイプ(73、79、76、81)を通して、陸上又は浮体式貯蔵施設(77)から前記船(70)上の前記タンク(71)へ送る、又は、前記陸上又は浮体式貯蔵施設(77)へ前記船(70)上の前記タンク(71)から送る方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、密閉断熱タンクの分野に関する。特に、本発明は、大気圧で約 - 253 の液体水素などの液化ガスを貯蔵及び / 又は輸送するための密閉断熱タンクの分野に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、液体水素を貯蔵するためのタンクは知られているが、液化ガスは液化温度が液化天然ガスよりも更に低いという特徴を有する。従って、液体水素の蒸発量を制限するために、これらのタンクは、液化天然ガスを貯蔵するためのタンクよりも更に優れた断熱性能

10

20

30

40

50

を有する必要がある。

【0003】

中国特許出願公開第113739061号明細書は、液体水素を貯蔵するためのタンクを開示している。このタンクは、外側の貯蔵タンク、内側の貯蔵タンク、及び内側の貯蔵タンクに接する多層構造から構成され、多層構造は、外側から内側に向かって、内側の貯蔵タンクに接する二次断熱バリア、二次断熱バリアに接する二次密閉メンブレン、二次密閉メンブレンに接する一次断熱バリア、及び一次断熱バリアに接する一次密閉メンブレンから構成される。

【0004】

タンクの断熱性能を更に向上させるために、外側タンクと内側タンクとの間の空間を減圧し、例えば絶対圧力を 10^{-3} Pa程度にする。更に、複数のアルミニウムシートからなる複合反射スクリーンを内側タンクの外面に配置することで、タンクの外側から内側への熱放射による熱伝達を低減することができる。

10

【0005】

このような液体水素貯蔵タンクは、必ずしも満足できるものではない。具体的には、内側貯蔵タンク又は外側貯蔵タンクのいずれかの密閉性が失われ、これら2つの貯蔵タンクとの間に形成される空間の減圧レベルが損なわれると、液体水素貯蔵タンクの断熱性能が著しく低下するおそれがある。

【0006】

更に、複合反射スクリーンは、依然としてかなりの温度、つまりかなりの放射束に曝される空間に配置されているため、その有効性が制限される。

20

【0007】

最後に、上記貯蔵タンクは、2つの断熱バリアと2つの密閉メンブレンからなる多層構造に加えて、内側タンクと外側タンクとの間に減圧空間を有するため、構造が複雑である。

【発明の概要】

【0008】

本発明の背景にあるアイデアの1つは、密閉バリアの1つが密閉されなくなるなどの劣悪な状況下でも断熱特性が向上する、密閉断熱タンク用の壁を提案することである。

【0009】

一実施形態によれば、本発明は、液化ガスを貯蔵するための密閉断熱タンクの壁であって、前記壁は、前記タンクの外側から内側に向かって厚さ方向に連続して、外側密閉バリアと、断熱バリアと、内側密閉バリアと、を備え、前記断熱バリアは、絶対圧力が1 Pa未満の気相を有し、

30

- 前記厚さ方向に直交して延びる放射多層断熱カバーであって、金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料から作られ、繊維層によって互いに分離された複数のシートの積層体を含む放射多層断熱カバーと、

- 前記放射多層断熱カバーと前記外側密閉バリアとの間に配置され、オープンセル多孔質構造を有する断熱要素と、を備えることを特徴とする壁を提供する。

【0010】

従って、前述の断熱バリアの構造は、真空状態が悪化した場合でも、優れた断熱特性を付与する。実際、断熱要素は、断熱バリア内の圧力が規定の圧力値よりも高い場合に特に、断熱バリアを通る熱の流れを制限する。更に、断熱要素は、放射多層断熱カバーが配置されている断熱バリア領域の温度を更に下げ、その効率を高める。更に、断熱要素は、断熱バリアを通る対流による熱の流れも制限する。最後に、減圧は、流体密封ラッパで覆われた断熱要素の空間内ではなく、断熱バリアのガス相内で直接生成されるため、伝導性熱橋を構成しやすい流体密封ラッパを省くことができる。

40

【0011】

「オープンセル多孔質構造を有する断熱要素」という表現は、互いに及び外部と相互連通されたセルとも呼ばれる空の空洞を持つ断熱材料又はコンポーネントを意味する。

50

【 0 0 1 2 】

実施形態によれば、このような壁は、以下の特徴の1つ以上を有していてもよい。

【 0 0 1 3 】

一実施形態によれば、放射多層断熱カバーは、MLIタイプの材料で作られており、MLIはmulti-layer insulation(多層断熱材)の略である。

【 0 0 1 4 】

一実施形態によれば、断熱バリアは、絶対圧力が 10^{-1} Pa未満、好ましくは 10^{-2} Pa未満、例えば 10^{-3} Pa程度の気相を有する。これにより、断熱バリアの断熱性能を更に高めることが可能となる。

【 0 0 1 5 】

一実施形態によれば、前記内側密閉バリアがタンク内に含まれる液化ガスと接触することが意図されている。これにより、放射多層断熱カバーが最も低い温度にさらされるため、放射多層断熱カバーの有効性を最適化することができる。言い換えると、多層断熱カバーが温度勾配の最も低い側に配置されているため、各層の放射率が低下する。

【 0 0 1 6 】

一実施形態によれば、断熱要素のセル累積容積は、断熱要素の容積の少なくとも85%、好ましくは90%以上、更に好ましくは95%以上を占める。

【 0 0 1 7 】

一実施形態によれば、断熱要素の熱伝導率は、断熱要素が絶対圧力において20 barの基準圧力に対して負の空気圧下に置かれたときに、 $10 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 以下であり、好ましくは $6 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 以下である。

【 0 0 1 8 】

一実施形態によれば、断熱要素のセル又は空洞の平均サイズは3 mm以下であり、好ましくは1 mm以下である。

【 0 0 1 9 】

一実施形態によれば、断熱要素は、グラスウール、ロックウール、ポリエステル詰め物、及びオープンセルポリウレタンフォームやメラミンフォームなどのオープンセルポリマーフォームから選択される。

【 0 0 2 0 】

一実施形態によれば、放射多層断熱カバーは、外側密閉バリアとよりも内側密閉バリアに近い平面に配置される。これによって、放射多層断熱カバーの有効性を更に最適化することが可能になる。なぜならば、放射多層断熱カバーをこのように配置することで、内側密閉バリアよりも高い温度にさらされる要素の大部分が、内側密閉バリアに直接放射束を放出しないことを保証できるからである。

【 0 0 2 1 】

一実施形態によれば、一次断熱バリアは、それぞれが厚さ方向に直交する幾つかの放射多層断熱カバーを備え、放射多層断熱カバーのそれぞれは、金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料で作られ、繊維層によって互いに分離された複数のシートの積層体を備える。

【 0 0 2 2 】

一実施形態によれば、前記断熱バリアは、好ましくは30 ~ 160 mmの距離だけ離間した2つの放射多層断熱カバーを含む。

【 0 0 2 3 】

一実施形態によれば、放射多層断熱カバーの繊維層は、ポリエステル繊維などのポリマー繊維及びガラス繊維から選択された繊維を使用して製造される。

【 0 0 2 4 】

一実施形態によれば、金属、又は金属でコーティングされたポリマー材料から作られた前記シートは、アルミニウム、銀、アルミニウムでコーティングされたポリマー材料、及び銀でコーティングされたポリマー材料から選択される材料で作られている。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

一実施形態によれば、アルミニウム又は銀でコーティングされたポリマー材料は、ポリイミド又はポリ(エチレンテレフタレート)から選択される。

【0026】

一実施形態によれば、一次断熱バリア内の気相は、一次断熱バリアが室温でパッキングされたときに、タンク内に貯蔵されることが意図されている液化ガスの液化温度よりも高い逆昇華温度を有する不活性ガスを50体積%以上、好ましくは75体積%以上含む。これにより、特にタンク内に貯蔵されている液化ガスが液体水素である場合に、クライオポンプを使用して一次断熱バリア内の圧力を下げることができる。

【0027】

一実施形態によれば、不活性ガスは二酸化炭素である。

10

【0028】

一実施形態によれば、前記断熱バリアは、前記外側密閉バリアと前記内側密閉バリアとの間に前記厚さ方向に延びる荷重支持要素を備え、前記放射多層断熱カバーは、前記荷重支持要素が通過する開口部が設けられている。

【0029】

一実施形態によれば、前記断熱バリアは、更に、前記内側密閉バリアの方向への前記断熱要素の移動を制限するように前記荷重支持要素に固定された少なくとも1つの保持部材を備える。

【0030】

一実施形態によれば、前記少なくとも1つの保持部材は、前記荷重支持要素に固定され、前記断熱要素と前記放射多層断熱カバーとの間に配置される繊維保持層を含む。

20

【0031】

一実施形態によれば、放射多層断熱カバーは繊維保持層に固定されており、これにより、断熱バリア内で放射多層断熱カバーを確実に配置することができる。

【0032】

一実施形態によれば、前記繊維保持層は、ポリマー繊維及びガラス繊維から選択される繊維を使用して製造される。

【0033】

一実施形態によれば、断熱要素の厚さは、外側密閉バリアと放射多層断熱カバーとの間の厚さ方向の距離よりも小さい。

30

【0034】

一実施形態によれば、前記内側密閉バリアは、タンク内の液化ガスと接触することが意図される一次密閉メンブレンであり、前記断熱バリアは一次断熱バリアであり、前記外側密閉バリアは二次密閉メンブレンであり、前記壁は、更に、荷重支持構造に支持され、前記二次密閉メンブレンを支持する二次断熱バリアを含む。

【0035】

断熱バリアが複数の放射多層断熱カバーを含む実施形態では、好ましくは、多孔質構造を有する断熱要素は、最も外側の放射多層断熱カバーと二次密閉メンブレンとの間に配置される。

【0036】

一実施形態によれば、前記一次密閉メンブレンは、互いに平行な第1のコルゲーションを有する第1のコルゲーション列と、互いに平行で前記第1のコルゲーションに垂直な第2のコルゲーションを有する第2のコルゲーション列と、を備え、前記一次密閉メンブレンは、隣接する2つの第1のコルゲーションの間と隣接する2つの第2のコルゲーションの間にそれぞれ定義される複数の平坦領域を備え、前記一次断熱バリアは、前記二次断熱バリアに固定され前記厚さ方向に延びる少なくとも第1、第2、及び第3の荷重支持要素を前記第1のコルゲーションに平行な方向に連続して含む少なくとも第1列の荷重支持要素を備え、前記第1、第2、及び第3の荷重支持要素は、それぞれ第1、第2、及び第3の内側プレートに固定されており、前記複数の平坦領域は、前記第1、第2、及び第3の内側プレートに対してそれぞれ溶接された第1、第2、及び第3の平坦領域を前記第1の

40

50

コルゲーションに平行な方向に連続して含む。これらの特徴により、前述の3つの荷重支持要素は、互いに固定接続されておらず、それぞれが一次密閉メンブレンの平坦領域を支持する3つの個別の支持構造を形成する。これにより、一次密閉メンブレンのコルゲーション間、より具体的には前述の第1、第2、及び第3の平坦領域の両側のコルゲーション間の応力が適切に分散される。

【0037】

「連続して」(successivement)という修飾語は、「次々に、次から次へとくる」(l'un apres l'autre, l'un venant a la suite de l'autre)という意味である。従って、「少なくとも第1、第2、及び第3の荷重支持要素を前記第1のコルゲーションに平行な方向に連続して含む少なくとも第1列の荷重支持要素」とは、第1の荷重支持要素と第2の荷重支持要素との間、又は、第2の荷重支持要素と第3の荷重支持要素との間に第1列の他の荷重支持要素が介在していないことを意味する。同様に、「前記複数の平坦領域は、～第1、第2、及び第3の平坦領域を前記第1のコルゲーションに平行な方向に連続して含む」とは、第1の平坦領域と第2の平坦領域との間、又は、第2の平坦領域と第3の平坦領域との間に他の平坦領域が介在しないことを意味する。

10

【0038】

一実施形態によれば、第1の平坦領域と第2の平坦領域は、第1の内側プレートと第2の内側プレートとを隔てる自由空間と厚さ方向に反対側に配置された第2のコルゲーションによって互いに分離されており、第2の平坦領域と第3の平坦領域は、第2の外側プレートと第3の外側プレートとを隔てる自由空間と厚さ方向に反対側に配置された第2のコルゲーションによって互いに分離されている。

20

【0039】

一実施形態によれば、第1、第2、第3の内側プレートは、それぞれ第1、第2、第3の平坦領域の表面積の70%以上、好ましくは90%～100%と接触する。これにより、液化ガスによって一次密閉メンブレンに及ぼされる静水圧及び動圧によって生じる応力を、より大きな支持面に分散させることができ、応力分散が改善される。

【0040】

一実施形態によれば、一次密閉メンブレンは、複数のコルゲーション金属プレートから構成され、各コルゲーション金属プレートのエッジは、隣接するコルゲーション金属プレートのエッジに重ね溶接されており、第1、第2、及び第3の平坦領域は、隣接する2枚のコルゲーション金属プレートの2つのエッジによって形成されている。言い換えれば、第1、第2、及び第3の内側プレートは、隣接する2枚のコルゲーション金属プレートの2つの隣接するエッジを支持し、固定する。

30

【0041】

一実施形態によれば、第1、第2、及び第3の平坦部は、それぞれ第1、第2、及び第3の内側プレートにスポット溶接される。

【0042】

一実施形態によれば、一次断熱バリアは、二次断熱バリアに固定され、壁の厚さ方向に延びる第4、第5、及び第6の荷重支持要素を含む少なくとも第2列の荷重支持要素を備え、第4、第5、及び第6の荷重支持要素は、第1のコルゲーションと平行な方向に整列し、それぞれ第4、第5、及び第6の内側プレートに固定され、第4、第5、及び第6の荷重支持要素は、それぞれ第1、第2、及び第3の荷重支持要素と、第2のコルゲーションに平行な方向に整列しており、複数の平坦領域は、第4、第5、及び第6の内側プレートに対してそれぞれ当接する第4、第5、及び第6の平坦領域を含む。従って、一次断熱バリアは、一次密閉メンブレンの第1のコルゲーションと平行に整列した荷重支持要素と、一次密閉メンブレンの第2のコルゲーションと平行に整列した荷重支持要素の両方を有する。

40

【0043】

一実施形態によれば、第4、第5、及び第6の平坦領域は、それぞれ第4、第5、及び第6の内側プレートに溶接される。

50

【 0 0 4 4 】

一実施形態によれば、第 4、第 5、及び第 6 の平坦領域は、それぞれコルゲーション金属プレートのエッジの 1 つから、少なくとも 1 つの第 1 のコルゲーション及び 1 つの第 2 のコルゲーションによって分離されている。言い換えれば、一次密閉メンブレンの平坦領域は、コルゲーション金属プレートのエッジの外側にある内側プレートにも溶接されており、これにより一次密閉メンブレンのコルゲーションにわたる応力分散が更に改善される。

【 0 0 4 5 】

一実施形態によれば、第 4、第 5、及び第 6 の平坦領域は、それぞれ第 4、第 5、及び第 6 の内側プレートにステーキ溶接される。

10

【 0 0 4 6 】

一実施形態によれば、一次密閉メンブレンの各平坦部は、それぞれの内側プレートに当接し、各内側プレートは、二次断熱バリアに固定され、厚さ方向に延びるそれぞれの荷重支持要素に固定される。これにより、一次密閉メンブレン全体のコルゲーションにわたって均一な応力分散が保証される。

【 0 0 4 7 】

一実施形態によれば、第 1、第 2、及び第 3 の荷重支持要素はそれぞれ第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートに固定され、第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートはそれぞれ二次断熱バリアに固定され、二次密閉メンブレンを二次断熱バリアに押し付ける。このように、外側プレートは二重の機能を有する。外側プレートは、第一に、荷重支持要素を二次断熱バリアに固定し、第二に、特に二次断熱バリア内の圧力が一次断熱バリア内の圧力よりも高い場合に、二次密閉メンブレンが引き裂かれるのを防止する。

20

【 0 0 4 8 】

一実施形態によれば、二次密閉メンブレンは、互いに平行な第 1 のコルゲーションを有する第 1 のコルゲーション列と、互いに平行で第 1 のコルゲーションに直交する第 2 のコルゲーションを有する第 2 コルゲーション列とを備え、二次密閉メンブレンは、二次密閉メンブレンの 2 つの隣接する第 1 のコルゲーション間及び 2 つの隣接する第 2 のコルゲーション間にそれぞれ画定される複数の平坦領域を有し、第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートのそれぞれが二次密閉メンブレンの平坦領域の 1 つに押し付けられる。

【 0 0 4 9 】

一実施形態によれば、第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートは、それぞれ、二次密閉メンブレンの対応する平坦領域の表面積の 70% 以上、好ましくは 90% ~ 100% 接触する。これにより、荷重支持要素によって伝達される応力が二次密閉メンブレンのより広い表面積に分散され、応力分散が改善される。

30

【 0 0 5 0 】

一実施形態によれば、二次密閉メンブレンの第 1 のコルゲーション列及び第 2 のコルゲーション列は、厚さ方向において、一次密閉メンブレンの第 1 のコルゲーション列及び第 2 のコルゲーション列とそれぞれ反対である。

【 0 0 5 1 】

一実施形態によれば、第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートは、それぞれ第 1、第 2、及び第 3 の荷重支持要素にリベット留めによって固定される。

40

【 0 0 5 2 】

一実施形態によれば、第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートのそれぞれは、一次アンカー装置によって第 2 の断熱バリアに固定され、第 1 のアンカー装置は、第 2 の断熱バリアの断熱パネルに固定され、第 2 の密閉メンブレンのオリフィス及び第 1、第 2、及び第 3 の外側プレートの 1 つのオリフィスを通るピンを含み、ピンは、二次密閉メンブレンのオリフィスの周囲で二次密閉メンブレンに溶接される径方向に延びるフランジを有し、一次アンカー装置は、ピンにねじ込まれ、第 1、第 2、又は第 3 の外側プレートを二次密閉メンブレンに対して保持するナットを更に備える。

【 0 0 5 3 】

50

一実施形態によれば、前記荷重支持要素は、特に上述の第1、第2、及び第3の荷重支持要素は、それぞれ、外側ベース、内側ベース、及び柱を備え、前記外側ベース及び前記内側ベースのそれぞれは、前記柱の一方の端部が取り付けられるスリーブと、前記スリーブの一方の端部から径方向に延びる支持フランジと、を有する。

【0054】

一実施形態によれば、柱のそれぞれの端部は、スリーブの1つに嵌合される。別の変形例によれば、各スリーブは、柱の1つの端部の1つに嵌合される。

【0055】

他の実施形態によれば、柱、外側のベース、及び内側のベースは、一体化されている。

【0056】

一実施形態によれば、内側ベースの支持フランジは、内側プレートの1つに当接し、固定される。

【0057】

一実施形態によれば、外側ベースの支持フランジは、外側プレートの1つに当接し、固定される。

【0058】

一実施形態によれば、各柱は、例えば接着によって内側のベースと外側のベースに固定される。

【0059】

一実施形態によれば、各柱は繊維とマトリックスからなる複合材料で作られており、限られた伝導セクションに対して十分な圧縮強度を提供する。

【0060】

一実施形態によれば、繊維は、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維、亜麻繊維、玄武岩繊維、又はそれらの混合物であってもよい。

【0061】

一実施形態によれば、マトリックスは、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ(エチレンテレフタレート)、ポリアミド、ポリオキシメチレン、ポリエーテルイミド、ポリアクリレート、それらの共重合体、ポリエステル、ビニルエステル、エポキシ、又はポリウレタンであってもよい。

【0062】

好ましい実施形態では、柱はガラス繊維強化エポキシ樹脂で作られる。

【0063】

一実施形態によれば、各柱には管状の部分がある。

【0064】

一実施形態によれば、前記柱は、該柱を取り囲む放射断熱コーティングで少なくとも部分的にコーティングされている。

【0065】

一実施形態によれば、放射断熱コーティングは、少なくとも柱の内端から壁の厚さ方向に直交する放射多層断熱カバーまで延びている。

【0066】

一実施形態によれば、放射断熱コーティングは、単層断熱材(SLI(single-layer insulation))と呼ばれる材料の1つであり、単層断熱材は、例えば、アルミニウムなどの金属でコーティングされたポリイミドやポリエチレンなどのポリマー材料のシート(略語MLIを使用して参照され、上記に説明されている)と、バインダー及びアルミニウム粒子を含む事前堆積層とを含む。

【0067】

一実施形態によれば、各柱には、柱の内部空間に開口する1つ以上の貫通孔が設けられている。

【0068】

一実施形態によれば、各柱の内部空間には、例えば、オープンセルポリウレタンフォー

10

20

30

40

50

ム、グラスウール、ミネラルウール、ポリエステル詰め物、特に S l e n t i t e (登録商標) というブランド名で販売されているポリウレタンベースのエアロゲルなどのポリマーエアロゲル、及びシリカエアロゲルなどのオープンセル多孔質材料の断熱パッキングが充填されている。

【0069】

代替的又は補完的な実施形態によれば、各柱は、多層断熱材 (M L I) で作られた放射多層断熱カバーで裏打ちされた内部空間を有する。

【0070】

一実施形態によれば、一次密閉メンブレンは、互いに積み重ねられた2層のコレクション金属シートで構成され、2層の間にスペーサー要素が挿入されている。

10

【0071】

一実施形態によれば、一次密閉メンブレンには、一次密閉メンブレンの2つの層の間に介在する追加の空間がある。

【0072】

一実施形態によれば、追加の空間は減圧される。

【0073】

他の実施形態によれば、追加の空間は、好ましくはヘリウムを含む不活性ガスタンクを含む不活性装置に接続されている。

【0074】

一実施形態によれば、二次断熱バリアは、荷重支持構造に固定された断熱パネルで構成されている。

20

【0075】

一実施形態によれば、各断熱パネルは、例えば合板又はガラス繊維などの繊維で強化されたポリマーマトリックスで作られた内側プレートと外側プレートの間に挟まれた断熱ポリマーフォームの層で構成されている。

【0076】

一実施形態によれば、断熱パネルの内側プレートには、二次密閉メンブレンのコレクション金属シートのエッジを断熱パネルに固定するための金属プレートが取り付けられている。

【0077】

一実施形態によれば、二次密閉メンブレンは、平行な第1のコレクションを有する第1のコレクション列と、平行な第2のコレクションを有する第2のコレクション列と、を備える。

30

【0078】

一実施形態によれば、二次密閉メンブレンの第1及び第2のコレクションは、荷重支持構造に向かって外側に突出し、二次断熱バリアの断熱パネルは、それぞれ二次密閉メンブレンの第1及び第2のコレクションを受容するための、互いに垂直である2つの一連のスロットを備えた内面を有する。

【0079】

他の実施形態によれば、二次密閉メンブレンの第1及び第2のコレクションは、荷重支持構造から内側に突出している。

40

【0080】

一実施形態によれば、二次断熱バリアの断熱パネルには、断熱パネルの内面に開口する応力緩和スロットが設けられ、各応力緩和スロットは、二次密閉メンブレンの第1又は第2のコレクションの1つと対向して配置されている。

【0081】

他の実施形態によれば、前記外側密閉バリアと前記内側密閉バリアは、スペーサー構造によって互いに接続された自立型バリアである。

【0082】

一実施形態によれば、本発明は、上述した複数の壁を備える密閉断熱タンクに関する。

50

【 0 0 8 3 】

一実施形態では、液化ガスは液体水素である。

【 0 0 8 4 】

タンクは、様々な技術を使用して、特に統合メンブレンタンクの形で作ることができる。

【 0 0 8 5 】

このようなタンクは、陸上貯蔵施設の一部であってもよく、沿岸又は深海の浮体構造物、特に液体水素輸送船、浮体式貯蔵再ガス化施設 (Floating Storage and Regasification Unit (FSRU))、浮体式生産貯蔵積出ユニット (Floating Production Storage and Offloading (FPSO)) などに設置されてもよい。このようなタンクは、あ

10

【 0 0 8 6 】

一実施形態によれば、液化ガスを輸送するために使用される船は、ダブルハルと、前記ダブルハルの内部に配置された前述のタンクとを備える。

【 0 0 8 7 】

一実施形態によれば、本発明は、上述の船と、前記船のハルに設置された前記タンクを陸上又は浮体式貯蔵施設に接続するように配置された断熱パイプと、を備える液化ガスの移送システムも提供する。

【 0 0 8 8 】

一実施形態によれば、移送システムは、陸上又は浮体式貯蔵施設と船のタンクとの間で断熱パイプを通して液化ガスの流れを駆動するポンプを含む。

20

【 0 0 8 9 】

一実施形態によれば、本発明は、そのような船の積み込み又は積み下ろし方法であって、液化ガスを断熱パイプを通して、陸上又は浮体式貯蔵施設から前記船上の前記タンクへ送る、又は、陸上又は浮体式貯蔵施設へ前記船上の前記タンクから送る方法も提供する。

【 0 0 9 0 】

添付の図面を参照して非限定的な例としてのみ示される本発明の幾つかの具体的な実施形態についての下記の詳細な説明において、本発明がよりよく理解され、その追加の目的、詳細、特徴、及び利点がより明確に説明される。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 9 1 】

【 図 1 】 図 1 は、液化ガス用の密閉断熱貯蔵タンクを搭載するための荷重支持構造の概略透視断面図である。

【 図 2 】 図 2 は、第 1 の実施形態による密閉断熱タンクの壁の部分斜視図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 の壁の二次断熱バリアを示す透視図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 2 の壁の二次断熱バリアと二次密閉メンブレンを示す斜視図である。

【 図 5 】 図 5 は、図 2 の壁の二次断熱バリアの部分断面図であり、一次断熱バリアの荷重支持要素を二次断熱バリアに固定するためのアンカー装置を部分的に示している。

【 図 6 】 図 6 は、図 2 の壁の断面図であって、二次断熱バリア、二次密閉メンブレン、及び一次断熱バリアの荷重支持要素を示す。

40

【 図 7 】 図 7 は、図 2 の壁の部分透視図であって、二次断熱バリア、二次密閉メンブレン、及び一次断熱バリアの荷重支持要素を示す。

【 図 8 】 図 8 は、図 2 の壁の部分透視図であって、二次断熱バリア、二次密閉メンブレン、一次断熱バリアの荷重支持要素、及び放射多層断熱カバーを示す。

【 図 9 】 図 9 は、図 8 と同様の部分透視図であり、一次密閉メンブレンを担持するための内側プレートも示されている。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、第 2 の実施形態による密閉断熱タンクの壁の断面図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、第 3 の実施形態による密閉断熱タンクの壁の断面図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、図 2 の壁の部分断面図であり、放射多層断熱カバーと二次密閉メンブレンとの間に配置された断熱要素を示している。

50

【図 1 3】図 1 3 は、別の変形実施形態による密閉断熱タンクの壁の部分断面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、船内のタンクと、このタンクの積み下ろしターミナルの概略断面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、別の変形実施形態による密閉断熱タンクの壁の部分断面図である。

【図 1 6】図 1 6 は、別の変形実施形態による密閉断熱タンクの壁の部分断面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、別の変形実施形態による密閉断熱タンクの壁の部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0092】

慣例により、「外側」と「内側」という用語は、タンクの内部と外部に関して、ある要素と別の要素の相対的な位置を決定するために使用される。

10

【0093】

タンクに貯蔵される液化ガスは、特に液体水素であり、大気圧下で約 - 2 5 3 で貯蔵されるという特徴を有する。

【0094】

図 1 は、液化ガス用の密閉断熱貯蔵タンクを固定するための荷重支持構造 1 を示す。

【0095】

荷重支持構造 1 は、特に、自立型金属プレート、又はより一般的には、適切な機械的特性を有する任意のタイプの剛性仕切りで作られてもよい。荷重支持構造 1 は、例えば、船のダブルハルによって形成される。図 1 では、荷重支持構造 1 は全体的に多面体形状を有する。荷重支持構造は、この場合八角形である 2 つの前部及び後部荷重支持壁 2 を有し、そのうち後部荷重支持壁 2 のみが示されている。前部及び後部壁 2 は、例えば、船のコックファードム壁であり、船の長手方向に対して横方向に延びる。荷重支持構造 1 は、上部荷重支持壁 3、下部荷重支持壁 4、及び側方荷重支持壁 5、6、7、8、9、10 も有する。

20

【0096】

以下、図 2 ~ 9 及び 1 2 を参照して、第 1 の実施形態による密閉断熱タンクの壁 1 1 について説明する。壁 1 1 は、壁 1 1 の厚さ方向に、外側から内側に向かって、二次断熱バリア 1 2、二次密閉メンブレン 1 3、一次断熱バリア 1 4、及びタンク内の液化ガスと接触することが意図される一次密閉メンブレン 1 5 を含む多層構造を有する。

【0097】

二次断熱バリア 1 2 は図 3 に示されている。このバリアは、荷重支持構造 1 に固定された複数の断熱パネル 1 6 から構成される。各断熱パネル 1 6 は、内側プレート 1 8 と外側プレート 1 9 との間に挟まれた断熱ポリマーフォーム 1 7 の層を有する。内側プレート 1 8 及び外側プレート 1 9 は、例えば、断熱ポリマーフォーム 1 7 の層に接合された合板プレートである。一変形例によれば、内側プレート 1 8 及び外側プレート 1 9 は、ガラス繊維などの繊維で強化されたポリマトリックスで作られる。断熱ポリマーフォームは、特にポリウレタンベースのフォームであってもよい。ポリマーフォームは、好ましくは、ガラス繊維などの繊維を使用して強化され、これにより、熱収縮の低減に役立つ。

30

【0098】

断熱パネル 1 6 は、二次アンカー装置（図示せず）によって荷重支持構造 1 に固定される。各断熱パネル 1 6 は、例えば、少なくとも 4 隅で固定される。各二次アンカー装置は、荷重支持構造 1 に溶接されたピンと、ピンに固定され、断熱パネル 1 6 の支持領域に当接する荷重支持要素とを有する。一実施形態によれば、断熱パネル 1 6 の外側プレート 1 9 は、少なくとも断熱パネル 1 6 の角で断熱ポリマーフォーム層 1 7 を超えて突出し、二次アンカー装置の支持要素と協働する断熱パネル 1 6 の支持領域を形成する。ベルビル（Belleville）ワッシャーなどの弾性部材は、ピンに取り付けられたナットと支持要素との間でピンにねじ込まれ、これにより、断熱パネル 1 6 が荷重支持構造 1 に弾性的に固定されることが保証される。

40

【0099】

好ましくは、マスチック部分 2 0 が、断熱パネル 1 6 の外側プレート 1 9 と荷重支持構

50

造 1 との間で介在される。マスチック部分 20 は、荷重支持構造 1 の表面の凹凸を補正するのに役立つ。好ましい変形実施形態によれば、マスチック部分 20 は、断熱パネル 16 の外側プレート 19 と荷重支持構造 1 に付着する。マスチック部分 20 は、断熱パネル 16 を荷重支持構造 1 に固定するのに役立つ。このような変形実施形態では、二次固定装置はオプションである。

【0100】

断熱パネル 16 は、実質的に直方体の形状をしており、組立てクリアランスを提供する隙間 21 によって互いに分離された平行な列に並置されている。隙間 21 には、耐熱性充填材（図示せず）、例えばグラスウール、ミネラルウール、又はオープンセルの軟質ポリマーフォームが充填されている。また、隙間には、例えば国際公開第 2019/155157 号又は国際公開第 2021/028624 号に記載されているように、断熱プラグを充填することもできる。

10

【0101】

図示の実施形態では、断熱パネル 16 の内面には、互いに垂直な 2 列のスロット 22 があり、これらのスロットは、二次密閉メンブレン 13 のコルゲーション金属シート 25 に形成された、タンクの外側に向かって突出するコルゲーション 24 を受け入れるようになっている。各スロット 22 の列は、断熱パネル 16 の 2 つの対向する辺に平行である。図示の実施形態では、スロット 22 は、内側プレート 10 の全厚と断熱ポリマーフォーム層 17 の内側部分を貫通して伸びている。好ましくは、スロット 22 は、二次密閉メンブレン 13 のコルゲーション 24 と一致するように形作られる。

20

【0102】

更に、断熱パネル 16 の内側プレート 18 には、二次密閉メンブレン 13 のコルゲーション金属シート 25 のエッジを断熱パネル 16 に固定するための金属プレート 26 が取り付けられている。金属プレート 26 は、2 つの垂直方向に延びており、2 つの垂直方向は、断熱パネル 16 の 2 つの対向する側面にそれぞれ平行である。金属プレート 26 は、例えばネジ、リベット、又はステーブルを使用して断熱パネル 16 の内側プレート 18 に固定されている。金属プレート 26 は、内側プレート 18 に形成された凹部に配置され、金属プレート 26 の内面が内側プレート 18 の内面と面一になっている。

【0103】

更に、断熱パネル 16 には、その剛性を低下させる応力緩和スロット 27 が設けられており、これにより、二次断熱バリア 12 が可能な限り均一に変形する。これにより、二次密閉メンブレン 13 のコルゲーション 24 の変形が可能な限り均一になる。好ましくは、断熱パネル 16 には、二次密閉メンブレン 13 のコルゲーション 24 の少なくとも各反対側に応力緩和スロット 27 が設けられる。従って、例えば図 3 に示すように、応力緩和スロット 27 は、各スロット 22 の底部から断熱パネル 16 の外側プレート 19 に向かって延びている。オプションの変形例によれば、断熱ブロック 16 にも、断熱パネル 16 の外面に開口する応力緩和スロットが設けられている。このような応力緩和スロットは、二次密閉メンブレン 13 のコルゲーション 24 の反対側ではなく、2 つの平行なコルゲーション 24 の中間に配置されている。

30

【0104】

更に、図 4 に示すように、二次密閉メンブレン 13 は、それぞれが実質的に長方形である複数のコルゲーション金属シート 25 を有する。コルゲーション金属シート 25 は、例えば、膨張係数が通常 $1.2 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ である鉄とニッケルの合金であるインバー（Invar（登録商標））で作られるか、又は膨張係数が通常 $7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 程度の高マンガン含有鉄合金で作られる。或いは、コルゲーション金属シート 25 は、ステンレス鋼又はアルミニウムで作られてもよい。

40

【0105】

コルゲーション金属シート 25 は、そのエッジに沿って重ね溶接され、二次密閉メンブレン 13 を密閉する。更に、コルゲーション金属シート 25 は、二次断熱バリア 12 の断熱パネル 16 に対してオフセットされており、各コルゲーション金属シート 25 は、隣接

50

する複数の断熱パネル 16 にわたって一緒に延びている。二次密閉メンブレン 13 を二次断熱バリア 12 に固定するために、コルゲーション金属シート 25 のエッジは、例えばスポット溶接によって金属プレート 26 に溶接される。

【0106】

二次密閉メンブレン 13 にはコルゲーション 24 があり、より具体的には、第 1 の方向に平行に伸びる第 1 のコルゲーション列 24 a と、第 2 の方向に平行に伸びる第 2 のコルゲーション列 24 b がある。コルゲーション列 24 a、24 b の方向は互いに垂直である。コルゲーション列 24 a、24 b のそれぞれは、コルゲーション金属シート 25 の 2 つの対向するエッジに平行である。この場合、コルゲーション 24 はタンクの外側、すなわち荷重支持構造 1 に向かって突出している。二次密閉メンブレン 13 には、コルゲーション 24 の間に複数の平坦領域 28 がある。

10

【0107】

図 4 及び図 5 に示すように、コルゲーション金属シート 25 のコルゲーション 24 は、断熱パネル 16 の内面に形成されたスロット 22 と、隣接する断熱パネル 16 の間に形成された隙間 21 とに収まっている。

【0108】

更に、二次密閉メンブレン 13 の平坦領域 28 のそれぞれは、図 5 に詳細に示されている一次アンカー装置 29 によって横断され、一次断熱バリア 14 の荷重支持要素 30 を二次断熱バリア 12 の断熱パネル 16 に固定することを目的としている。各一次アンカー装置 29 には、二次密閉メンブレン 13 を貫通するピン 31 が設けられている。ピン 31 の外側の端部は、断熱パネル 16 の 1 つに固定されている。そのために、図示の実施形態では、各ピン 31 の外側の端部は、断熱パネル 16 の 1 つの内側プレート 18 の穴に固定されたねじ付きブッシング 32 にねじ込まれている。更に、ピン 31 には、ピン 31 の軸に対して径方向に延びるフランジ 33 が含まれている。

20

【0109】

フランジ 33 は、ピン 31 が通過する二次密閉メンブレン 13 のオリフィスの周囲で二次密閉メンブレン 13 に密封溶接され、二次密閉メンブレン 13 の密閉を維持する。

【0110】

更に、図 5 にも示されているように、外側プレート 34 には、ピン 31 が通過するオリフィスがある。一次アンカー装置 29 には、ピン 31 のねじ付き内側端にねじ込まれたナット 35 が含まれており、これによって、外側プレート 34 が、二次密閉メンブレン 13 に面する平坦領域 28 に対して保持される。外側プレート 34 には 2 つの機能がある。第 1 に、外側プレートにより、二次断熱バリア 12 の断熱パネル 16 に二次密閉メンブレン 13 を押し付けることができ、二次断熱バリア 12 が一次断熱バリア 14 に対して過剰な圧力を受けることで二次密閉メンブレン 13 が剥がれるのを防ぐことができる。第 2 に、外側プレートにより、一次断熱バリア 14 の荷重支持要素 30 を固定することができ、これについては以下で詳しく説明する。

30

【0111】

好ましくは、外側プレート 34 は、対応する平坦領域 28 の表面積の 70% 以上にわたって平坦領域 28 と接触し、好ましくは、表面積の 90% ~ 100% にわたって接触している。

40

【0112】

外側プレート 34 は、例えばステンレス鋼などの金属で作られるが、例えばガラス繊維入りエポキシ樹脂などの複合材料で作られることもできる。

【0113】

図 7 に示すように、一次断熱バリア 14 は、壁 11 の厚さ方向に延びる複数の荷重支持要素 30 を備える。荷重支持要素 30 は、一次密閉メンブレン 15 を支持し、その結果、タンク内に含まれる液化ガスによって一次密閉メンブレン 15 に及ぼされる静水圧及び動圧によって生じる応力を吸収する。荷重支持要素 30 は、第 1 のコルゲーション列 24 a のコルゲーションの方向と平行な列と、第 2 のコルゲーション列 24 b のコルゲーション

50

の方向と平行な列とに整列されている。

【0114】

各荷重支持要素30は、外側ベース36、内側ベース37、及び外側ベース36と内側ベース37との間に延びる柱38を有する。外側ベース36及び内側ベース37はそれぞれ、柱38の一端が嵌合されるスリーブ39と、スリーブ39の一端から径方向に延びる支持フランジ40とを有する。変形実施形態では、外側ベース36及び内側ベース37のスリーブ39は、柱38に嵌合される。

【0115】

外側ベース36及び内側ベース37は、ステンレス鋼などの金属、又はガラス繊維入りエポキシ樹脂などの複合材料から作られてよい。外側ベース36及び内側ベース37は、10任意の手段、特に接着によって柱38に固定することができる。

【0116】

別の変形実施形態によれば、柱38、外側ベース36及び内側ベース37は、例えば成形によって互いに一体化される。

【0117】

柱38は管状であり、好ましくは円形断面を有する。有利な実施形態によれば、柱38は繊維とマトリックスを含む複合材料で作られる。このような柱38は、限られた伝導セクションに対して十分な圧縮強度を提供し、柱38を介したタンクの外部から内部への熱伝導を制限する。繊維は、例えば、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維、亜麻繊維、玄武岩繊維、又はそれらの混合物であってもよい。マトリックスは、例えば、ポリエチレン20、ポリプロピレン、ポリ(エチレンテレフタレート)、ポリアミド、ポリオキシメチレン、ポリエーテルイミド、ポリアクリレート、ポリアリールエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、それらの共重合体、ポリエステル、ビニルエステル、エポキシ、又はポリウレタンであってもよい。特定の一実施形態では、柱38はガラス繊維強化エポキシ樹脂で作られる。

【0118】

好ましくは、柱38には、後述するように、一次断熱バリア14が減圧されたときにその内部空間の減圧を容易にする貫通孔(図示せず)が設けられている。更に、好ましくは、柱38の内部空間は、特にオープンセル多孔質材料で作られたガス透過性断熱パッキングで充填される。断熱パッキングは、例えば、オープンセルポリウレタンフォーム、グラスウール、ミネラルウール、メラミンフォーム、ポリエステル詰め物、特にSlentite(登録商標)というブランド名で販売されているポリウレタンベースのエアロゲルなどのポリマーエアロゲル、又はシリカエアロゲルなどのオープンセル断熱ポリマーフォームである。30

【0119】

代替的に又は追加的に、内部空間は、以下に説明する多層断熱材(MLI)で作られた放射多層断熱カバーを備えていてもよく、これは熱放射による熱損失を低減することが意図されている。

【0120】

外側ベース36の各支持フランジ40は、外側プレート34の1つに固定される。図640に示すように、外側ベース36の各支持フランジ40は、例えば、荷重支持要素30の軸の周りに分散されたリベット41によって外側プレート34に固定される。

【0121】

更に、図9に示すように、内側ベース37の各支持フランジ40は、内側プレート42に当接して固定される。内側プレート42は、例えば、ステンレス鋼などの金属で作られる。内側ベース37の支持フランジ40は、例えば、荷重支持要素30の軸の周りに分散されたリベット43によって内側プレート42に固定される。

【0122】

従って、荷重支持要素30は、互いに堅固に接続されておらず、それぞれが一次密閉メンブレン15の平坦領域46を支持する個別の支持構造を形成し、一次密閉メンブレン150

5 のコルゲーシオン 4 5 間の応力分散が確実に満たされる。

【 0 1 2 3 】

図 2 を参照すると、一次密閉メンブレン 1 5 も、複数のコルゲーシオン金属シート 4 4 を組み立てることによって得られる。各コルゲーシオン金属シート 4 4 は、実質的に長方形である。コルゲーシオン金属シート 4 4 は、例えば、膨張係数が通常 $1.2 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ である鉄とニッケルの合金であるインバー（Invair（登録商標））で作られるか、又は膨張係数が通常 $7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 程度の高マンガン含有鉄合金で作られる。或いは、コルゲーシオン金属シート 4 4 は、ステンレス鋼又はアルミニウムで作られてもよい。

【 0 1 2 4 】

コルゲーシオン金属シート 4 4 は、そのエッジに沿って重ね溶接され、一次密閉メンブレン 1 5 を密閉する。一次密閉メンブレン 1 5 はコルゲーシオン 4 5 を有する。より具体的には、前記密閉メンブレンは、第 1 の方向に平行に延びる第 1 のコルゲーシオン列 4 5 a と、第 2 の方向に平行に延びる第 2 のコルゲーシオン列 4 5 b とを有する。コルゲーシオン列 4 5 a、4 5 b の方向は垂直であり、荷重支持要素 3 0 の列に対して平行又は垂直である。コルゲーシオン列 4 5 a、4 5 b のそれぞれは、コルゲーシオン金属シート 4 4 の 2 つの対向するエッジに対して平行である。コルゲーシオン 4 5 は、タンクの内側に向かって、すなわち荷重支持構造 1 から離れる方向に突出している。コルゲーシオン金属シート 4 4 のそれぞれは、コルゲーシオン 4 5 の間に複数の平坦領域 4 6 を有する。

【 0 1 2 5 】

二次密閉メンブレン 1 3 のコルゲーシオン 2 4 のピッチは、一次密閉メンブレン 1 5 のコルゲーシオン 4 5 のピッチに等しいか、又はその整数倍である。更に、二次密閉メンブレン 1 3 のコルゲーシオン 2 4 は、壁 1 1 の厚さ方向において、一次密閉メンブレン 1 5 のコルゲーシオン 4 5 と対向して配置されている。従って、一次密閉メンブレン 1 5 の平坦領域 4 6 は、壁 1 1 の厚さ方向において、二次密閉メンブレン 1 3 の平坦領域 2 8 と対向している。従って、各荷重支持要素 3 0 の軸は、一次密閉メンブレン 1 5 の平坦領域 4 6 の中心と二次密閉メンブレン 1 3 の平坦領域 2 8 の中心の両方を通過する。

【 0 1 2 6 】

好ましくは、各内側プレート 4 2 は、一次密閉メンブレン 1 5 の対応する平坦領域 4 6 と、平坦領域 4 6 の表面積の 7 0 % 以上にわたって接触し、好ましくは、表面積の 9 0 % ~ 1 0 0 % にわたって接触している。

【 0 1 2 7 】

一次密閉メンブレン 1 5 のコルゲーシオン金属シート 4 4 は、そのエッジに沿って少なくとも溶接により内側プレート 4 2 に固定される。この目的のために、コルゲーシオン金属シート 4 4 のエッジは、例えばスポット溶接により内側プレート 4 2 に溶接される。有利な実施形態によれば、コルゲーシオン金属シート 4 4 は、エッジゾーンの外側でも内側プレート 4 2 に固定される。この目的のために、コルゲーシオン金属シート 4 4 は、特に、ステーク溶接により内側プレート 4 2 に溶接することができる。有利な実施形態によれば、コルゲーシオン金属シート 4 4 は、コルゲーシオン金属シート 4 4 を支持する内側プレート 4 2 のそれぞれに溶接される。このような実施形態は、一次密閉メンブレン 1 5 のコルゲーシオン 4 5 間の応力を更に均一に分散できる点で特に有利である。

【 0 1 2 8 】

更に、一次断熱バリア 1 4 は、負圧下にある、すなわち大気圧より低い絶対圧力を有する気相を有し、一次断熱バリア 1 4 に必要な断熱特性を付与する。好ましくは一次断熱バリア 1 4 内の気相は、1 Pa 未満の絶対圧力、より好ましくは 10^{-1} Pa 未満、更により好ましくは 10^{-2} Pa 未満、例えば 10^{-3} Pa 程度の絶対圧力にされる。この目的のために、好ましくは、一次断熱バリア 1 4 は真空ポンプに接続される。有利な実施形態によれば、一次断熱バリア 1 4 内の目標減圧を達成するために、前述の真空ポンプの代替又は補完としてクライオポンプが使用される。また、減圧前に、一次断熱バリア 1 4 には、タンク内に貯蔵された液化ガスの液化温度よりも高い逆昇華温度を有する不活性ガスが

10

20

30

40

50

充填される。例えば、タンク内に貯蔵された液化ガスが液体水素である場合、不活性ガスは二酸化炭素であってもよい。従って、液体状態の水素の温度を考慮すると、一次断熱バリア 14 内に含まれる二酸化炭素は一次断熱バリア 14 内で逆昇華を起こし、その内部の圧力を低下させるのに役立つ。

【0129】

一次断熱バリア 14 は、減圧されているだけでなく、断熱特性を更に高める断熱材も備える。更に、図 8 に示すように、一次断熱バリア 14 は、熱放射による熱伝達を低減するのに役立つ放射多層断熱カバー 47 を備える。放射多層断熱カバー 47 は、通常、多層断熱材 (MLI) で作られている。従って、放射多層断熱カバー 47 は、アルミニウムや銀などの金属、又は金属コーティングされたポリマー材料で作られた複数のシートの積層体を備え、これらのシートは、ポリエステル繊維やガラス繊維などのポリマー繊維で作られた織布又は不織布の繊維層によって互いに分離される。ポリマー材料から作られたシートは、例えば、特に K a p t o n (登録商標) というブランド名で販売されているポリイミド、又は特に M y l a r (登録商標) というブランド名で販売されているポリエチレンテレフタレートから作られる。これらの薄いシートは、両面がアルミニウムや銀などの金属でコーティングされている。

10

【0130】

図 8 に示すように、放射多層断熱カバー 47 には、荷重支持要素 30 の柱 38 が通過する開口部がある。好ましくは、放射多層断熱カバー 47 は、一次断熱バリア 14 の最も冷たい部分に配置される。言い換えれば、放射多層断熱カバー 47 は、二次密閉メンブレン 13 及び一次密閉メンブレン 15 に平行であるが、二次密閉メンブレン 13 よりも一次密閉メンブレン 15 に近い平面に配置される。これにより、放射多層断熱カバー 47 は、一次断熱バリア 14 の最も冷たい領域に配置され、各層の放射率が低下するため、放射多層断熱カバー 47 の効率が向上する。

20

【0131】

この場合、放射多層断熱カバー 47 は、例えば接着によって、又はフックアンドループ留め具ストリップ (hook-and-loop fastening strips) のペアによって、荷重支持要素 30 の柱 38 に固定され、その際、一方のストリップは、例えば縫製又は接着によって放射多層断熱カバー 47 に関連付けられ、他方のストリップは柱 38 の 1 つに接着される。

30

【0132】

図 12 に示すように、一次断熱バリア 14 は、更に、オープンセル多孔質構造を有する断熱要素 51 を備え、断熱要素 51 は、放射多層断熱カバー 47 と二次密閉メンブレン 13 との間に配置されている。

【0133】

このような断熱要素 51 には、幾つかの機能がある。第 1 に、断熱要素は、放射多層断熱カバー 47 が配置されている一次断熱バリア 14 の領域の温度を更に下げ、その効率を更に高める。第 2 に、断熱要素 51 は、一次断熱バリア 14 内の圧力が放射多層断熱カバー 47 のみの使用のための規定圧力値よりも高い場合に、断熱性能の低下を制限するのにも役立つ。実際、前述の放射多層断熱カバー 47 は、典型的には 10^{-3} Pa 以下の低圧では優れた断熱性能を発揮するが、圧力が前述の閾値を超えると性能が低下する。特に、一次密閉メンブレン 15 又は二次密閉メンブレン 13 の密閉が失われ、それによって一次断熱バリア 14 内の負圧が低下した場合、又はタンクが冷却される途中であり、一次断熱バリア 14 に含まれる不活性ガスが完全に逆昇華していないとき、又はタンクの充填量が低いとき、例えば、タンクに液化ガスが僅かしか入っていない船の帰航中などに、このような圧力状態が発生する可能性が高くなる。断熱要素 51 は、一次断熱バリア 14 内の対流の活性化能力も低下させる。第 3 に、断熱要素 51 は、一次断熱バリア 14 に含まれる不活性ガス又はガス群の逆昇華によって生じた固体を受容する表面を構成し、これにより、壁 11 の他の要素、特に荷重支持要素 30、放射多層断熱カバー 47、及び二次及び一次密閉メンブレン 13 及び 15 に及ぼされる可能性のある機械的応力を制限することがで

40

50

きる。

【0134】

断熱要素51は、例えば、グラスウール、ミネラルウール、ポリエステル詰め物、オープンセルポリマーフォーム（オープンセルポリウレタンフォームなど）、又はメラミンフォームで作られてもよい。好ましくは、断熱要素51はグラスウールで作られる。好ましくは、断熱要素51は、取り扱いが容易な構造強度を備えたパネルの形でパックされる。

【0135】

図12に示す実施形態では、断熱要素51は、放射多層断熱カバー47と二次密閉メンブレン13との間の空間全体を埋めている。二次断熱バリアには、断熱要素51が一次密閉メンブレン15に向かって変位するのを制限するための1つ以上の保持部材も含まれており、これにより、断熱要素が放射多層断熱カバー47を圧縮してその性能を低下させることが防止される。

10

【0136】

この場合、保持部材は、例えばポリエステル繊維などのポリマー繊維、又はガラス繊維で作られた繊維保持層52である。繊維保持層52は、荷重支持要素30に固定される。この繊維保持層52は、任意の手段、特に接着によって荷重支持要素に固定することができる。図12では、繊維保持層52は、まず荷重支持要素30に固定され、次に繊維保持層52に固定されるフランジ53によって荷重支持要素30に固定されている。

【0137】

このような実施形態では、放射多層断熱カバー47は、均一に分散された結合領域、縫い目、又はステーブルによって、繊維保持層52に固定されてもよい。これにより、放射多層断熱カバー47を荷重支持要素30に直接固定する必要がなくなり、伝導による熱橋が減少する。これにより、放射多層断熱カバー47の正しい配置が保証され、その中の折り目が制限され、特に一次断熱バリア14内の圧力レベルが均一でない場合や、放射多層断熱カバー47と二次密閉メンブレン13の間に過剰な圧力がある場合に、放射多層断熱カバー47の保持が保証される。

20

【0138】

図13に示す変形実施形態によれば、保持部材は、荷重支持要素30に固定され、断熱要素51の内面が当接するフランジ54によって形成される。

【0139】

図13の変形実施形態では、断熱要素51の厚さは、壁11の厚さ方向における二次密閉メンブレン13と放射多層断熱カバー47との間の距離よりも小さい。言い換えれば、断熱要素51と放射多層断熱カバー47の間には空きスペースがある。これにより、使用される断熱要素51の量が削減され、特に一次断熱バリア14内の圧力が規定圧力値よりも高い場合に、一次断熱バリア14の断熱性能をあまり大幅に低下させることなく、タンクのコストを削減するのに役立つ。

30

【0140】

図10は、第2の実施形態による密閉断熱タンクの壁を示しており、断熱要素51は示されていない。この実施形態は、図2～9及び12を参照して上述した実施形態と異なり、二次密閉メンブレン13のゴルゲーション24が外側、すなわち荷重支持構造1に向かって突出しているのではなく、内側、すなわち荷重支持構造1から離れる方向に突出している。

40

【0141】

図11は、第3の実施形態による密閉断熱タンクの壁を示しており、断熱要素51は示されていない。この実施形態は、図2～9及び12を参照して説明した上記実施形態とは異なり、一次密閉メンブレン15が、互いに積み重ねられたゴルゲーション金属シート44の2つの層48、49を備えている。これにより、シール機能の冗長性が得られ、一次密閉メンブレン15の信頼性が向上する。

【0142】

ゴルゲーション金属シート44の2つの層48、49のそれぞれは、図2を参照して上

50

述した一次密閉メンブレン 15 の構造と同様の構造を有する。2つの層 48、49 のコルゲーション 45 は、同一のピッチで配置され、壁 11 の厚さ方向に互いに反対側に配置される。

【0143】

更に、所定の厚さのスペーサー要素（図示せず）が、2つの層 48、49 の間に介在し、それらの間の距離が実質的に一定に保たれる。このようなスペーサー要素は、例えば、コルゲーション金属シート 44 の平坦領域 46 に配置される。各スペーサー要素は、例えば、層 48 を通過するアンカー装置（図示せず）によって内側プレート 42 に固定される。更に、層 49 のコルゲーション金属シート 44 のエッジは、例えば溶接によって、スペーサー要素に固定されるか又はスペーサー要素によって形成される、アンカープレート（図示せず）に固定される。一実施形態によれば、スペーサー要素は、金属、特にステンレス鋼などの熱伝導性材料で作られている。これにより、一次密閉メンブレン 15 の2つの層 48、49 間の温度差が制限され、従って、この二重層が一次断熱バリア 14 内のクライオポンプの運動に与える影響が制限される。

10

【0144】

一実施形態によれば、一次密閉メンブレン 15 の2つの層 48、49 の間に介在する追加空間 50 内の気相は、減圧され、すなわち大気圧よりも低い圧力にされる。追加空間 50 内の気相は、好ましくは 10^{-1} Pa 未満、より好ましくは 10^{-2} Pa 未満、例えば 10^{-3} Pa 程度の絶対圧力にされる。この目的のために、追加空間 50 は真空ポンプに接続される。

20

【0145】

他の実施形態によれば、追加空間 50 は不活性ガスでフラッシュされる。不活性ガスは、例えばヘリウムであり、水素よりも液化温度が低いため、追加空間 50 で不活性ガスが凝縮するのを防ぐ。この目的のために、設備には、不活性回路に関連付けられた不活性ガスタンクが含まれ、不活性回路は、追加空間 50 に接続され、更に、追加空間 50 を流れる不活性ガス中のタンクに貯蔵されたガス、例えば水素の存在を検出するように構成されたガス分析装置に接続される。従って、不活性ガスでフラッシュすると、一次密閉メンブレン 15 の層 49 の漏れを検出できる。

【0146】

図示されていない別の実施形態によれば、密閉断熱タンクはメンブレンタンクではなく、液化ガスが圧力下で貯蔵されるタンクである。このようなタンクは自立型である。従って、船に積載されるタンクの場合、タンクは、前述のメンブレンタンクのように、船のダブルハルを荷重支持構造として使用しない。そのような船舶の文脈では、これらのタンクはタイプ C のタンクと呼ばれる。陸上の文脈では、これらのタンクは C O D A P 圧力容器コードの定義に従って「圧力容器」と呼ばれる。タンクは、例えば円筒形の2つの自立型密閉バリアで構成され、一方が他方の内側に配置されている。2つのシーリングバリアは互いに固定され、間隔構造によって互いに一定の距離が保たれている。その2つのバリアの間に形成される断熱バリアは、前述の一次断熱バリア 14 と同様の特性を示す。特に、断熱バリアは減圧されており、放射多層断熱カバー 47 と、放射多層断熱カバー 47 と外側密閉バリアとの間に配置された断熱要素 51 とを備えている。放射多層断熱カバー 47 と断熱要素 51 の相対的な配置は、図 12 及び 13 に関連して上で説明したものと同じであり、つまり、タンクの外側から内側に向かって、壁は、外側密閉バリア、断熱要素 51、放射多層断熱カバー 47、及びタンク内に貯蔵された液化ガスと接触することが意図される外側密閉バリアから構成される。

30

40

【0147】

上述のタイプのタンクでは、放射多層断熱カバー 47 は、特に、例えば接着によって内側密閉バリアに固定される。或いは、放射多層断熱カバー 47 は、断熱要素 51 に、任意の適切な手段、特に接着、ステッチ、ステーブルなどによって固定されてもよい。断熱要素 51 は、任意の適切な手段、特に接着又は機械的固定装置によって外側密閉バリアに固定される。

50

【 0 1 4 8 】

更に、放射多層断熱カバー 47 が断熱要素 51 に固定されず、放射多層断熱カバー 47 と断熱要素 51 との間に壁の厚さ方向に空きスペースが存在する変形実施形態では、追加層が断熱要素 51 の内面に固定されてもよい。この追加層は、織布又は不織布、金属フィルム、又は金属でコーティングされたポリマー材料で作られたフィルムから構成されてもよい。従って、前述の追加層は、特に劣化した真空条件下での対流運動を減らすためにガス流の圧力ヘッドの損失を増加させること、及び断熱要素 51 の内面の放射率を減らすことの 2 つの機能の一方又は両方に寄与してもよい。

【 0 1 4 9 】

図 15 は、別の可能な代替実施形態を示す。この実施形態は、図 10 を参照して上記で説明した実施形態とは異なり、複数の放射多層断熱カバー 47、55 を備えている。図示の変形実施形態では、一次断熱バリア 14 は、壁の厚さ方向に互いに離間した 2 つの放射多層断熱カバー 47、55 を備えている。一例の実施形態によれば、2 つの放射多層断熱カバー 47、55 は、壁の厚さ方向に 30 mm ~ 160 mm の距離だけ離間している。複数の放射多層断熱カバー 47、55 が存在すると、熱放射による熱伝達が更に減少する。

【 0 1 5 0 】

この実施形態では、各放射多層断熱カバー 47、55 は、フックアンドループ留め具ストリップなどの留め具手段 56 によって互いに留められる複数の部分を含む。更に、好ましくは、2 つの放射多層断熱カバー 47、55 の留め具ストリップは、熱橋を制限するために、互いにオフセットされ、すなわち、同じ 2 列の荷重支持要素 30 の間には配置されない。

【 0 1 5 1 】

図 16 は別の実施形態を示す。図 15 の実施形態と同様に、一次断熱バリア 14 は、壁の厚さ方向に互いに離間した 2 つの放射多層断熱カバー 47、55 を備える。しかし、一次断熱バリア 14 は、更に、最も端の放射多層断熱カバー 55 と二次密閉メンブレン 13 との間に配置される、オープンセル多孔質構造の断熱要素 57 を備える。このような断熱要素 57 は、図 12 及び図 13 を参照して上記で説明した断熱要素 51 と同じ機能を有する。

【 0 1 5 2 】

断熱要素 57 は、例えば、グラスウール、ミネラルウール、ポリエステル詰め物、オープンセルポリマーフォーム（オープンセルポリウレタンフォームなど）、又はメラミンフォームで作られてもよい。好ましくは、断熱要素 57 はグラスウールで作られる。好ましくは、断熱要素 57 は、取り扱いが容易な構造強度を備えたパネルの形でパックされる。

【 0 1 5 3 】

図 17 は別の実施形態を示す。この実施形態は、図 10 を参照して上述した実施形態と異なり、荷重支持要素 30 の各柱 38 が、柱 38 を囲む放射断熱コーティング 58 で少なくとも部分的にコーティングされている。このような放射断熱コーティング 58 は、放射多層断熱カバー 47 から反射された放射の柱による吸収を制限する。

【 0 1 5 4 】

放射断熱コーティング 58 は、少なくとも柱 38 の内側の端から放射多層断熱カバー 47 まで延びている。好ましくは、放射断熱コーティング 58 は、柱 38 の外側の端まで延びている。放射断熱コーティング 58 は、柱に接着してもよいし、柱に直接付着してもよい。或いは、放射断熱コーティングは、内側ベース 37 と外側ベース 36 との間に固定することもできる。図示されていない実施形態では、放射断熱コーティング 58 は、図 12 に示すように繊維保持層 52 に当接し及び / 又は繊維保持層 52 に固定されるか、又は、図 13 に示すようにフランジ 54 に固定される。放射断熱コーティング 58 は、単層断熱材 (SLI) と呼ばれる材料の 1 つであり、これは、例えば、アルミニウムなどの金属でコーティングされた、ポリイミド又はポリエチレンなどのポリマー材料のシートと、上記で説明した略語 MLI を使用して参照される材料と、柱 37 上に事前に堆積された、バインダー及びアルミニウム粒子を含む層と、を含む。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 5 】

図 1 4 を参照すると、船 7 0 の断面図には、船のダブルハル 7 2 内に取り付けられた、全体的に角柱形状の密閉断熱タンク 7 1 が示されている。タンク 7 1 の壁は、タンク内の液化ガス、好ましくは液体水素と接触することが意図される一次密閉メンブレンと、一次密閉メンブレンと船のダブルハル 7 2 との間に配置された二次密閉メンブレンと、一次密閉メンブレンと二次密閉メンブレンとの間及び二次密閉メンブレンとダブルハル 7 2 との間に配置された 2 つの断熱バリアと、を含む。

【 0 1 5 6 】

既知のように、船の上部デッキに配置された積み込み / 積み下ろしパイプ 7 3 は、適切なコネクタを使用して海上又は港湾ターミナルに接続され、タンク 7 1 との間で液化ガスの貨物を移送することができる。

10

【 0 1 5 7 】

図 1 4 は、積み込み / 積み下ろしポイント 7 5、海底ライン 7 6、陸上施設 7 7 を含む海上ターミナルの例も示している。積み込み / 積み下ろしポイント 7 5 は、可動アーム 7 4 と、可動アーム 7 4 を保持する柱 7 8 とで構成される静的な沖合設備である。可動アーム 7 4 は、積み込み / 積み下ろしパイプ 7 3 に接続できる断熱ホース 7 9 の束を支える。方向付け可能な可動アーム 7 4 は、あらゆるサイズの水素運搬船に適合させることができる。接続ライン（図示せず）が柱 7 8 の内側に延びている。積み込み / 積み下ろしポイント 7 5 により、陸上施設 7 7 に対する水素運搬船 7 0 の積み込み及び積み下ろしが可能になる。この設備は、液化ガス貯蔵タンク 8 0 と、海底ライン 7 6 を介して積み込み / 積み下ろしポイント 7 5 に接続された接続ライン 8 1 と、を有する。海底ライン 7 6 により、積み込み / 積み下ろしポイント 7 5 と陸上施設 7 7 との間で、例えば 5 k m という長距離にわたって液化ガスを移送することが可能となり、積み下ろし作業中に水素運搬船 7 0 を海岸から遠く離れた場所に保つことが可能となる。

20

【 0 1 5 8 】

液化ガスを移送するために必要な圧力を生成するために、船 7 0 に搭載されたポンプ及び / 又は陸上施設 7 7 に設置されたポンプ及び / 又は積み込み / 積み降ろしポイント 7 5 に設置されたポンプを使用することができ、又は、タンク内に貯蔵された液化ガスの蒸発によって引き起こされるタンクの内部空間の圧力上昇を許すことができる。

【 0 1 5 9 】

本発明は、幾つかの特定の実施形態に関連して説明されているが、明らかに、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の範囲内にある限り、説明された手段の技術的均等物及びそれらの組み合わせの全てを含む。

30

【 0 1 6 0 】

動詞「備える」、「含む」(comporter、comprendre、又はinclure)の使用は、活用されている場合も含め、請求項に記載されているものに加えて他の要素又は他のステップの存在を排除するものではない。

【 0 1 6 1 】

請求項において、括弧内の参照記号は請求項に対する制限を構成するものとして理解されるべきではない。

40

【 0 1 6 2 】

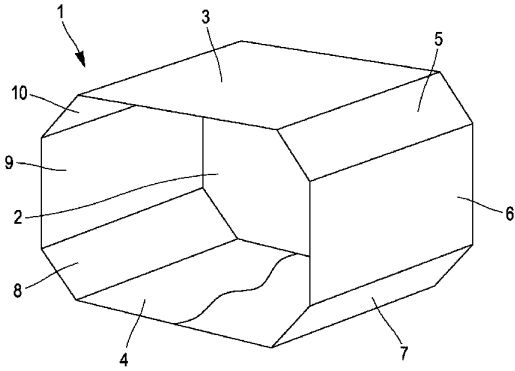
当業者には、上記の開示を考慮して、上記の実施形態に様々な変更を加えることができることがより一般的に明らかであろう。以下の請求項において、使用される用語は、請求項をこの説明に記載された実施形態に限定するものではなく、請求項の文言が対象とすることを意図し、当業者の一般知識の範囲内にあるすべての同等物を含むものと解釈されるものとする。

50

【 図面 】

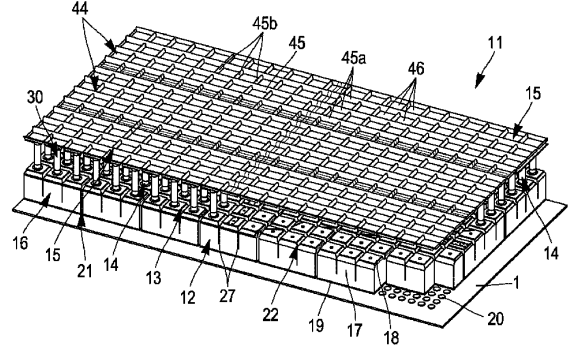
【 図 1 】

[Fig. 1]



【 図 2 】

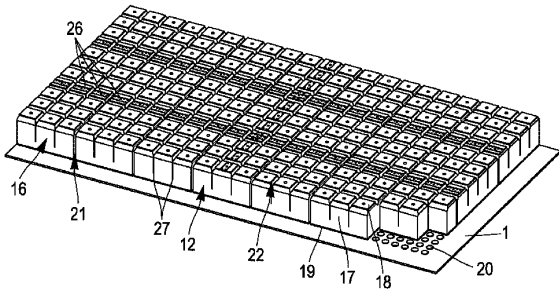
[Fig. 2]



10

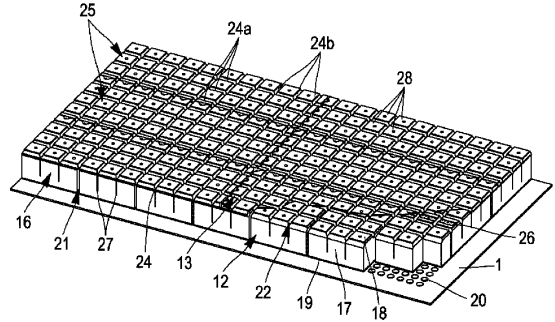
【 図 3 】

[Fig. 3]



【 図 4 】

[Fig. 4]



20

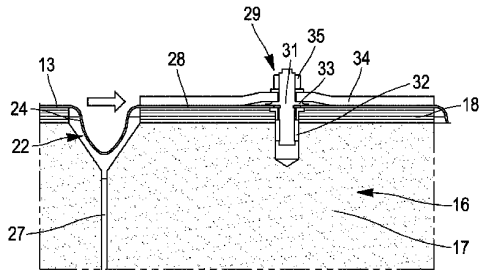
30

40

50

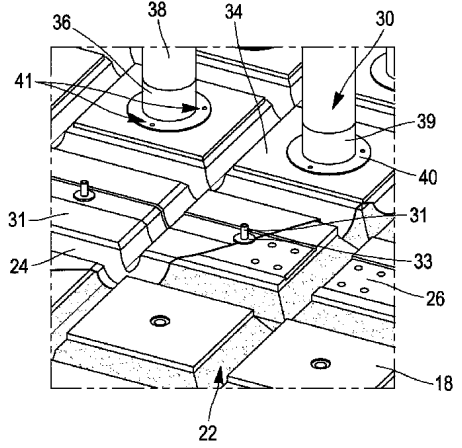
【 図 5 】

[Fig. 5]



【 図 6 】

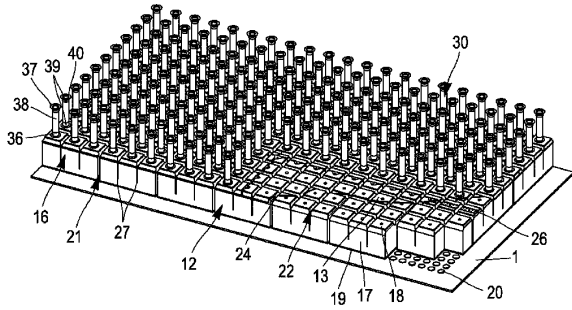
[Fig. 6]



10

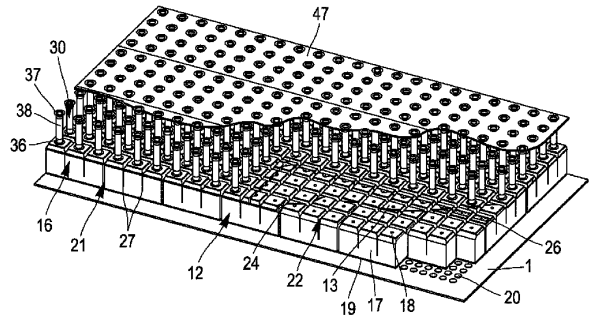
【 図 7 】

[Fig. 7]



【 図 8 】

[Fig. 8]



20

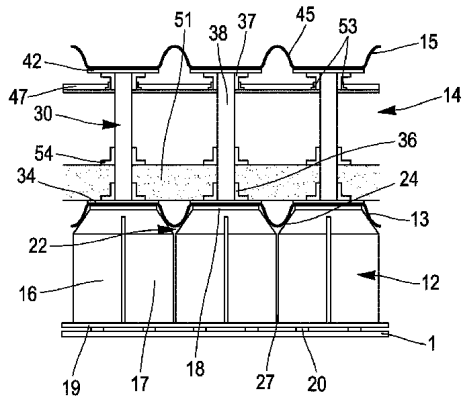
30

40

50

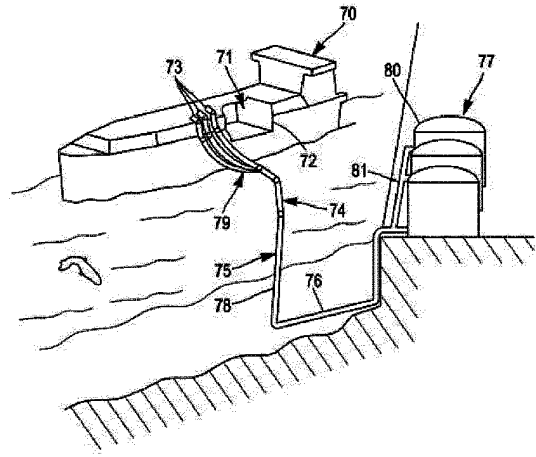
【 図 1 3 】

[Fig. 13]



【 図 1 4 】

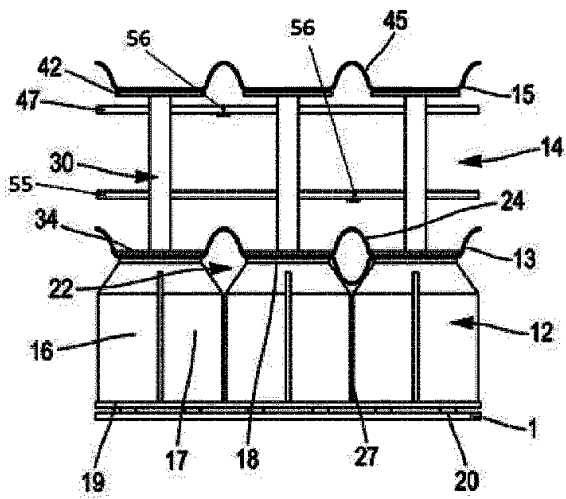
[Fig. 14]



10

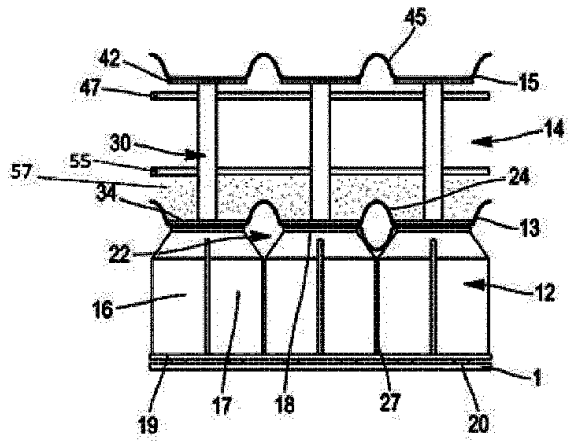
【 図 1 5 】

[Fig. 15]



【 図 1 6 】

[Fig. 16]



20

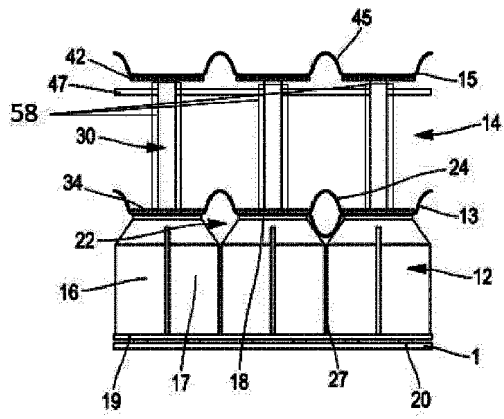
30

40

50

【 図 17 】

[Fig. 17]



10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP2023/059540
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F17C 3/02(2006.01)i</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 A	US 3108706 A (MATSCH LADISLAS C ET AL) 29 October 1963 (1963-10-29) figure 1	1-8,17,18,21-25 9-16,19,20
X	WO 2021069095 A1 (LINDE GMBH [DE]) 15 April 2021 (2021-04-15) figures 1-4	1-6,17,18,22-25
X	WO 2022038495 A1 (BENAMANN SERVICES LTD [GB]) 24 February 2022 (2022-02-24) paragraph [0033]	1
X	WO 2021244948 A1 (CRYOVAC AS [NO]; ALBUTT ANTHONY [GB]) 09 December 2021 (2021-12-09) page 18 - page 19; figures 21-23	1,2,4,7,17-25
X A	WO 2014132665 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 04 September 2014 (2014-09-04) figures 1-18	1-8,17-25 9-14
X	WO 2017190848 A1 (LINDE AG [DE]) 09 November 2017 (2017-11-09) figures 1,2,	1-8,17-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 26 June 2023		Date of mailing of the international search report 04 July 2023
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 Nicol, Boris Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/059540

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	3108706	A	29 October 1963	BE	594474	A	16 December 1960
				CH	420233	A	15 September 1966
				CH	436359	A	31 May 1967
				DE	1134398	B	09 August 1962
				DE	1253735	B	09 November 1967
				FR	1269871	A	18 August 1961
				GB	921273	A	20 March 1963
				NL	112954	C	18 May 1966
				NL	247782	A	10 February 1964
				NL	255383	A	29 June 2023
				US	3108706	A	29 October 1963
				WO	2021069095	A1	15 April 2021
WO	2022038495	A1	24 February 2022	AU	2021328746	A1	02 March 2023
				BR	112023001833	A2	11 April 2023
				CA	3190296	A1	24 February 2022
				CN	116075667	A	05 May 2023
				EP	4196716	A1	21 June 2023
				WO	2022038495	A1	24 February 2022
WO	2021244948	A1	09 December 2021	BR	112022024490	A2	24 January 2023
				CN	115667785	A	31 January 2023
				EP	4158239	A1	05 April 2023
				GB	2597049	A	19 January 2022
				KR	20230035310	A	13 March 2023
				WO	2021244948	A1	09 December 2021
WO	2014132665	A1	04 September 2014	CN	104995449	A	21 October 2015
				JP	6387528	B2	12 September 2018
				JP	WO2014132665	A1	02 February 2017
				KR	20150122644	A	02 November 2015
				WO	2014132665	A1	04 September 2014
WO	2017190848	A1	09 November 2017	EP	3452749	A1	13 March 2019
				ES	2910754	T3	13 May 2022
				JP	6945554	B2	06 October 2021
				JP	2019518910	A	04 July 2019
				PL	3452749	T3	02 May 2022
				US	2019145579	A1	16 May 2019
				WO	2017190848	A1	09 November 2017

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

10

20

30

40

50

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Demande internationale n°
PCT/EP2023/059540

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE		
INV. F17C3/02		
ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F17C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 3 108 706 A (MATSCH LADISLAS C ET AL) 29 octobre 1963 (1963-10-29) figure 1	1-8, 17, 18, 21-25 9-16, 19, 20
X	WO 2021/069095 A1 (LINDE GMBH [DE]) 15 avril 2021 (2021-04-15) figures 1-4	1-6, 17, 18, 22-25
X	WO 2022/038495 A1 (BENAMANN SERVICES LTD [GB]) 24 février 2022 (2022-02-24) alinéa [0033]	1
X	WO 2021/244948 A1 (CRYOVAC AS [NO]; ALBUTT ANTHONY [GB]) 9 décembre 2021 (2021-12-09) page 18 - page 19; figures 21-23	1, 2, 4, 7, 17-25
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date		"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)		"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens		"&" document qui fait partie de la même famille de brevets
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 juin 2023		04/07/2023
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Nicol, Boris

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale n°
PCT/EP2023/059540

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2014/132665 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 4 septembre 2014 (2014-09-04)	1-8, 17-25
A	figures 1-18 -----	9-14
X	WO 2017/190848 A1 (LINDE AG [DE]) 9 novembre 2017 (2017-11-09)	1-8, 17-21
	figures 1,2, -----	

10

20

30

40

1

50

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2023/059540

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3108706	A	29-10-1963	BE 594474 A	16-12-1960
			CH 420233 A	15-09-1966
			CH 436359 A	31-05-1967
			DE 1134398 B	09-08-1962
			DE 1253735 B	09-11-1967
			FR 1269871 A	18-08-1961
			GB 921273 A	20-03-1963
			NL 112954 C	18-05-1966
			NL 247782 A	10-02-1964
			NL 255383 A	26-06-2023
			US 3108706 A	29-10-1963

WO 2021069095	A1	15-04-2021	AUCUN	

WO 2022038495	A1	24-02-2022	AU 2021328746 A1	02-03-2023
			BR 112023001833 A2	11-04-2023
			CA 3190296 A1	24-02-2022
			CN 116075667 A	05-05-2023
			EP 4196716 A1	21-06-2023
			WO 2022038495 A1	24-02-2022

WO 2021244948	A1	09-12-2021	BR 112022024490 A2	24-01-2023
			CN 115667785 A	31-01-2023
			EP 4158239 A1	05-04-2023
			GB 2597049 A	19-01-2022
			KR 20230035310 A	13-03-2023
			WO 2021244948 A1	09-12-2021

WO 2014132665	A1	04-09-2014	CN 104995449 A	21-10-2015
			JP 6387528 B2	12-09-2018
			JP WO2014132665 A1	02-02-2017
			KR 20150122644 A	02-11-2015
			WO 2014132665 A1	04-09-2014

WO 2017190848	A1	09-11-2017	EP 3452749 A1	13-03-2019
			ES 2910754 T3	13-05-2022
			JP 6945554 B2	06-10-2021
			JP 2019518910 A	04-07-2019
			PL 3452749 T3	02-05-2022
			US 2019145579 A1	16-05-2019
			WO 2017190848 A1	09-11-2017

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,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

ヤズ

(72)発明者 サルモン ルガニエール ギヨーム

フランス国 7 8 4 7 0 サン レミ レ シュヴルーズ ルート ドゥ ヴェルサイユ 1 ギヤズトランスポルト エ テクニギヤズ

(72)発明者 モレル ベノワ

フランス国 7 8 4 7 0 サン レミ レ シュヴルーズ ルート ドゥ ヴェルサイユ 1 ギヤズトランスポルト エ テクニギヤズ

F ターム (参考) 3E170 AA08 AA09 AB29 DA01 DA08 DA09 NA01 NA10 QA20 VA20

3E172 AA03 AA06 AB01 AB04 BA06 BB02 BC01 BC03 BC05 BD02

CA10 DA03 DA04 DA06 DA12 DA17 DA18 DA36 DA90