

明 細 書

発明の名称：液体水素用の可搬型荷役設備

技術分野

[0001] 本開示は、陸側低温タンクから船側低温タンクへ液体水素を移送するための液体水素用の可搬型荷役設備に関する。

背景技術

[0002] 船側低温タンクと陸側低温タンクとの間で低温流体を荷役する設備として、特許文献 1 は、低温流体の荷役の際の地理的制約に係る自由度を向上すべく、陸側低温タンクと船側低温タンクとの間において L N G を通流する流体通流管を有する移動体を開示している。

[0003] この移動体は、ポンプを備えており、陸側低温タンクから吐出した液化低温流体を加圧して、流体通流管を通じて船側低温タンクに圧送する。また、この移動体は、流体通流管において船と荷役設備との間の流体の通流を遮断する緊急遮断弁と、緊急時に船と荷役設備とを切り離す緊急離脱装置（ERC：Emergency Release Coupler）とを備える。低温流体の荷役中に急な突風等に伴い船が移動する場合などに、緊急離脱装置を離脱させ、船と荷役設備とを分離する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 2 0 - 1 0 4 8 3 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、液体水素を貯留する船側低温タンクでは、液体水素が気化した極低温の水素ガスが発生するが、このような船側低温タンク内の水素ガスを、船以外の設備から大気へ放出したいという要望がある。

[0006] そこで本開示は、陸側低温タンクから船側低温タンクへ液体水素を荷役する間、船側低温タンク内で液体水素が気化した水素ガスを船以外の設備から

大気へ放出することができる、液体水素用の可搬型荷役設備を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係る液体水素用の可搬型荷役設備は、陸側低温タンクに貯留した液体水素を船側低温タンクに移送する液体水素用の可搬型荷役設備であって、前記船側低温タンクから延びる船側液管の端部と接続可能な第1継手、および、前記陸側低温タンクから延びる陸側液管の端部と接続可能な第2継手を有し、液体水素を導く液体水素配管と、前記液体水素配管に配置された第1緊急離脱装置と、前記船側低温タンクから延びる船側ガス管の端部と接続可能な第3継手を有、液体水素が気化した水素ガスを導く水素ガス配管と、前記水素ガス配管に配置された第2緊急離脱装置と、一端が前記水素ガス配管に接続され、他端が大気開放されたベント配管と、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、陸側低温タンクから船側低温タンクへ液体水素を荷役する間、船側低温タンク内で液体水素が気化した水素ガスを船以外の設備から大気へ放出することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態に係る可搬型荷役設備が陸側低温タンクと船側低温タンクとに接続された状態を示す図である。

[図2A]図1に示す可搬型荷役設備の概略側面図ある。

[図2B]図1に示す可搬型荷役設備の概略平面図ある。

[図3]図1に示す液体水素移送システムの配管系統図である。

[図4]図1に示す可搬型荷役設備の緊急離脱システムを説明するための図であり、液体水素移送中における緊急離脱システムの状態を示す図である。

[図5]固定液管およびホースとの接続を解除した状態の第1緊急離脱ユニットを拡大して示す図である。

[図6]図4に示す衝撃緩和装置および移動装置を拡大して示す図である。

[図7]図1に示す可搬型荷役設備の緊急離脱システムを説明するための図であり、第1緊急離脱装置が離脱した直後の緊急離脱システムの状態を示す図である。

[図8]図1に示す可搬型荷役設備の緊急離脱システムを説明するための図であり、第1緊急離脱装置が離脱した後に船が岸から離れる方向に移動したときの緊急離脱システムの状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0011] 図1は、実施形態に係る可搬型荷役設備3が陸側低温タンク10と船側低温タンク20とに接続された状態を示す図である。本実施形態において、陸側低温タンク10は、タンクローリー1の一部を構成するタンクである。ただし、陸側低温タンク10は、走行車両などにより可搬されるタンクコンテナの一部を構成するタンクであってもよい。船側低温タンク20は、例えば船舶2に搭載された燃料タンクまたはカーゴタンクである。タンクローリー1、船舶2および可搬型荷役設備3により、陸側低温タンクから船側低温タンクへ液体水素を移送する液体水素移送システムが構成されている。

[0012] 可搬型荷役設備3は、陸側低温タンク10と船側低温タンク20のうちの一方のタンクから他方のタンクへ液体水素を移送する荷役設備である。本実施形態では、可搬型荷役設備3は、フレーム31と、フレーム31を支持する車体32と、車体32に支持され、車体32を支持する複数の車輪を駆動する走行駆動源を備える走行車両である。

[0013] 図2Aは、図1に示す可搬型荷役設備3の概略側面図あり、図2Bは、図1に示す可搬型荷役設備3の概略平面図ある。フレーム31には、可搬型荷役設備3が備える各種機器や配管などが支持されるが、図2Aおよび2Bでは図面の簡単化のため、これら各種機器や配管を省略している。以下の説明における方向の概念は、便宜上、走行車両である可搬型荷役設備3の運転者を基準とする。つまり、可搬型荷役設備3の前、後、上、下、左、右は、車体32の前、後、上、下、左、右にそれぞれ一致するものとする。

- [0014] フレーム 3 1 は、可搬型荷役設備 3 が備える各種機器や配管などを支持する。例えばフレーム 3 1 は、後述の液体水素配管 5 0 および水素ガス配管 6 0、より詳しくは固定液管 5 1 および固定ガス管 6 1 を支持する。フレーム 3 1 と、フレーム 3 1 に支持される各種機器や配管とが一体的に構成されているため、可搬型荷役設備 3 が備える各種機器や配管は、フレーム 3 1 ごと運搬することが可能となっている。
- [0015] フレーム 3 1 は、例えばコンテナフレームである。より詳しくは、フレーム 3 1 は、複数の延在部材を連結することにより、前後方向の長さが左右方向の長さおよび上下方向の長さよりも長い略直方体形状に形成された構造躯体である。例えば、フレーム 3 1 は、前後方向の長さが 20 フィート（約 6 m）である 20 フィートコンテナ用のコンテナフレームであってもよいし、40 フィートコンテナ用のコンテナフレームであってもよい。
- [0016] フレーム 3 1 は、フレーム上部 3 1 a と、フレーム下部 3 1 b と、フレーム柱部 3 1 c とを含む。例えばフレーム上部 3 1 a は、互いに平行で且つ前後方向に延在する 2 本の前後方向延在部材と、これら 2 本の前後方向延在部材の前端部同士と後端部同士をそれぞれ連結する 2 本の左右方向延在部材を含む。例えばフレーム下部 3 1 b は、フレーム上部 3 1 a と略同形同大であり、2 本の前後方向延在部材および 2 本の左右方向延在部材を含む。例えばフレーム柱部 3 1 c は、上下方向に延びてフレーム上部 3 1 a およびフレーム下部 3 1 b をそれぞれ連結する複数の柱を含む。
- [0017] 以下の説明において、フレーム 3 1 に囲まれた領域を、フレーム 3 1 の内部領域と称することとする。フレーム 3 1 の内部領域は、ベント配管配置領域 4 1、ホース配置領域 4 2、緊急離脱装置配置領域 4 3、加温部配置領域 4 4、ボンベ配置領域 4 5、操作機器配置領域 4 6 を含む。ベント配管配置領域 4 1、ホース配置領域 4 2、緊急離脱装置配置領域 4 3、加温部配置領域 4 4、操作機器配置領域 4 6 は、この順に前から並んでいる。操作機器配置領域 4 6 がベント配管配置領域 4 1 からできるだけ離れるように、ベント配管配置領域 4 1 はフレーム 3 1 の内部領域の最も前側の部分に配置し、操

作機器配置領域４６はフレーム３１の内部領域における最も後ろ側の部分に配置している。また、加温部配置領域４４とポンベ配置領域４５とは左右方向に並んでいる。フレーム３１の内部領域に配置される各種機器や配管は、フレーム３１に支持されている。

[0018] また、緊急離脱装置配置領域４３、加温部配置領域４４、ポンベ配置領域４５、操作機器配置領域４６の下部近傍に、液受け部３４が設けられている。各領域４１～４６に配置される機器や配管、および液受け部３４について、詳細は後述する。

[0019] 図３は、図１に示す液体水素移送システムの配管系統図である。なお、以下の説明では、便宜上、配管系統における陸側低温タンク１０に近い側を「陸側」、配管系統における船側低温タンク２０に近い側を「船側」と称することとする。

[0020] タンクローリー１は、陸側低温タンク１０と、陸側低温タンク１０から延びる陸側液管１１と、陸側低温タンク１０から延びる陸側ガス管１２とを備える。

[0021] 陸側液管１１は、陸側低温タンク１０の下部に接続されている。本実施形態では、陸側液管１１は、液体水素を貯留した状態の陸側低温タンク１０の液相部に接続されている。陸側液管１１には、遮断弁１１ａが設けられている。また、陸側低温タンク１０とは反対側の陸側液管１１の端部には、継手１１ｂが設けられている。

[0022] 陸側ガス管１２は、陸側低温タンク１０の上部に接続されている。本実施形態では、陸側ガス管１２は、液体水素を貯留した状態の陸側低温タンク１０の気相部に接続されている。陸側ガス管１２には、ボイルオフガス閉止弁１２ａが設けられている。また、陸側低温タンク１０とは反対側の陸側ガス管１２の端部には、継手１２ｂが設けられている。

[0023] また、陸側液管１１における遮断弁１１ａと継手１１ｂとの間の部分と、陸側ガス管１２におけるボイルオフガス閉止弁１２ａと継手１２ｂとの間の部分とは、陸側接続配管１３により接続されている。陸側接続配管１３には

、開閉弁 13 a が設けられている。陸側接続配管 13 は、後述のパージガス供給装置 90 によりパージガスを通すための流路を構成する。

[0024] また、タンクローリー 1 は、還流配管 14 と、開閉弁 15 および蒸発器 16 を備える。還流配管 14 の上流端は、陸側低温タンク 10 の液相部に接続され、還流配管 14 の下流端は、陸側低温タンク 10 の気相部に接続されている。開閉弁 15 は、還流配管 14 に設けられており、蒸発器 16 は、還流配管 14 における開閉弁 15 と還流配管 14 の下流端との間の部分に設けられている。

[0025] 還流配管 14、開閉弁 15 および蒸発器 16 は、自己加圧式圧送システムを構成する。この自己加圧式圧送システムは、陸側低温タンク 10 から還流配管 14 における蒸発器 16 より上流部分を通じて蒸発器 16 に導かれた液体水素を当該蒸発器 16 で気化し、気化した水素ガスを、還流配管 14 における蒸発器 16 の下流側部分を通じて陸側低温タンク 10 の気相部に戻す。こうして、船側低温タンク 20 の気相部のガス圧よりも陸側低温タンク 10 の気相部のガス圧を高くすることにより、陸側低温タンク 10 から船側低温タンク 20 へ液体水素を圧送する。

[0026] 船舶 2 は、船側低温タンク 20 と、船側低温タンク 20 から延びる船側液管 21 と、船側低温タンク 20 から延びる船側ガス管 22 とを備える。

[0027] 船側液管 21 は、船側低温タンク 20 の下部に接続されている。本実施形態では、船側液管 21 は、液体水素を貯留した状態の船側低温タンク 20 の液相部に接続されている。船側液管 21 には、遮断弁 21 a が設けられている。また、船側低温タンク 20 とは反対側の船側液管 21 の端部には、継手 21 b が設けられている。

[0028] 船側ガス管 22 は、船側低温タンク 20 の上部に接続されている。本実施形態では、船側ガス管 22 は、液体水素を貯留した状態の船側低温タンク 20 の気相部に接続されている。船側ガス管 22 には、ボイルオフガス閉止弁 22 a が設けられている。また、船側低温タンク 20 とは反対側の船側ガス管 22 の端部には、継手 22 b が設けられている。

- [0029] また、船側液管 2 1 における遮断弁 2 1 a と継手 2 1 b との間の部分と、船側ガス管 2 2 におけるボイルオフガス閉止弁 2 2 a と継手 2 2 b との間の部分とは、船側接続配管 2 3 により接続されている。船側接続配管 2 3 には、開閉弁 2 3 a が設けられている。船側接続配管 2 3 は、後述のパージガス供給装置 9 0 によりパージガスを通すための流路を構成する。
- [0030] 可搬型荷役設備 3 は、液体水素配管 5 0 と水素ガス配管 6 0 とを備える。液体水素配管 5 0 および水素ガス配管 6 0 は、例えば周知の二重管構造であってもよいし、防熱材が巻かれた一重管構造であってもよい。液体水素配管 5 0 の一端は、陸側液管 1 1 の船側の端部と接続され、液体水素配管 5 0 の他端は、船側液管 2 1 の陸側の端部と接続されるように構成されている。また、水素ガス配管 6 0 の一端は、陸側ガス管 1 2 の船側の端部と接続され、水素ガス配管 6 0 の他端は、船側ガス管 2 2 の陸側の端部と接続されるように構成されている。
- [0031] 液体水素配管 5 0 は、固定液管 5 1、第 1 緊急離脱ユニット 7 0、ホース 5 2 およびホース 5 3 を有する。ホース 5 2 は、第 1 ホースの一例である。
- [0032] 固定液管 5 1 は、フレーム 3 1 に固定部材 3 5 により固定されている。固定液管 5 1 は、後述のフレキシブルホース部 5 2 c、5 3 c に比べて剛性が高い配管である。固定液管 5 1 の両端には、それぞれ継手 5 1 a、5 1 b が設けられている。
- [0033] 第 1 緊急離脱ユニット 7 0 は、第 1 緊急離脱装置 7 1 と、第 1 配管 7 2 と、第 2 配管 7 3 とを有する。第 1 緊急離脱ユニット 7 0 は、緊急離脱装置配置領域 4 3 に配置されている。第 1 緊急離脱装置 7 1 は、陸側の第 1 ユニット 7 1 a と、船側の第 2 ユニット 7 1 b と、第 1 ユニット 7 1 a と第 2 ユニット 7 1 b とを互いに分離可能に接続するクランプ 7 1 c を有する。第 1 緊急離脱装置 7 1 は、オペレータの判断に応じて離脱させることができるよう、手動操作可能に構成されている。また、第 1 緊急離脱装置 7 1 は、離脱時に流体の漏洩を防止する遮断機能を備えている。具体的には、第 1 ユニット 7 1 a と第 2 ユニット 7 1 b とは、それぞれ内部に緊急遮断弁を有している

。これら緊急遮断弁は、第1緊急離脱装置71に離脱動作させる場合に開状態から閉状態に切り換えられる。第1緊急離脱ユニット70は、可搬型荷役設備3の緊急離脱システムの一部を構成する。第1緊急離脱ユニット70は、第1緊急離脱アセンブリに対応する。また、第1ユニット71aは、第1カプラに対応し、第2ユニット71bは、第2カプラに対応する。

[0034] 第1配管72の一端に、第1ユニット71aが設けられている。第1配管72の他端に、固定液管51の継手51aに接続可能な継手72aが設けられている。継手72aは、第4継手の一例である。第2配管73の一端に、第2ユニット71bが設けられている。第2配管73の他端に、継手73aが設けられている。継手73aは、第5継手の一例である。

[0035] ホース52の少なくとも一部がフレキシブルホース部52cで構成されている。フレキシブルホース部52cは、第1フレキシブルホース部の一例である。ホース52の一端には、第2配管73の継手73aに接続可能な継手52aが設けられており、ホース52の他端には、船側液管21の継手21bに接続可能な継手52bが設けられている。継手52bは、第1継手の一例である。

[0036] ホース53の少なくとも一部がフレキシブルホース部53cで構成されている。ホース53の一端には、固定液管51の継手51bに接続可能な継手53aが設けられており、ホース53の他端には、陸側液管11の継手11bに接続可能な継手53bが設けられている。継手53bは、第2継手の一例である。

[0037] 水素ガス配管60は、固定ガス管61、第2緊急離脱ユニット80、ホース62およびホース63を有する。ホース62は、第2ホースの一例である。

[0038] 固定ガス管61は、フレーム31に固定部材により固定されている。固定ガス管61は、後述のフレキシブルホース部62c、63cに比べて剛性が高い配管である。固定ガス管61の両端には、それぞれ継手61a、61bが設けられている。

- [0039] 第2緊急離脱ユニット80は、第2緊急離脱装置81と、第3配管82と、第4配管83とを有する。第2緊急離脱ユニット80は、緊急離脱装置配置領域43に配置されている。第2緊急離脱装置81は、陸側の第3ユニット81aと、第3ユニット81aにクランプにより分離可能に接続された船側の第4ユニット81bとを有する。第2緊急離脱装置81は、オペレータの判断に応じて離脱させることができるよう、手動操作可能に構成されている。また、第2緊急離脱装置81は、離脱時に流体の漏洩を防止する遮断機能を備えている。具体的には、第3ユニット81aと第4ユニット81bとは、それぞれ内部に緊急遮断弁を有している。これら緊急遮断弁は、第2緊急離脱装置81に離脱動作させる場合に開状態から閉状態に切り換えられる。第2緊急離脱ユニット80は、可搬型荷役設備3の緊急離脱システムの一部を構成する。第2緊急離脱ユニット80は、第2緊急離脱アセンブリに対応する。また、第3ユニット81aは、第3カプラに対応し、第4ユニット81bは、第4カプラに対応する。
- [0040] 第3配管82の一端に、第3ユニット81aが設けられている。第3配管82の他端に、固定ガス管61の継手61aに接続可能な継手82aが設けられている。継手82aは、第6継手の一例である。第4配管83の一端に、第4ユニット81bが設けられている。第4配管83の他端に、継手83aが設けられている。継手83aは、第7継手の一例である。
- [0041] ホース62の少なくとも一部がフレキシブルホース部62cで構成されている。フレキシブルホース部62cは、第2フレキシブルホース部の一例である。ホース62の一端には、第4配管83の継手83aに接続可能な継手62aが設けられており、ホース62の他端には、船側ガス管22の継手22bに接続可能な継手62bが設けられている。継手62bは、第3継手の一例である。
- [0042] ホース63の少なくとも一部がフレキシブルホース部63cで構成されている。ホース63の一端には、固定ガス管61の継手61bに接続可能な継手63aが設けられており、ホース63の他端には、陸側ガス管12の継手

1 2 b に接続可能な継手 6 3 b が設けられている。

[0043] これら固定液管 5 1 および固定ガス管 6 1 は、フレーム 3 1 に対して常に固定された状態にある。また、第 1 緊急離脱ユニット 7 0 および第 2 緊急離脱ユニット 8 0 は、メンテナンス時など以外は、固定液管 5 1 および固定ガス管 6 1 に接続されることによりフレーム 3 1 に対して固定された状態にある。一方、ホース 5 2、ホース 5 3、ホース 6 2 およびホース 6 3 は、例えば、荷役現場に移動するなど、可搬型荷役設備 3 の移動中には、それぞれ、第 1 緊急離脱ユニット 7 0、固定液管 5 1、第 2 緊急離脱ユニット 8 0 および固定ガス管 6 1 との接続が解除された状態となっている。例えばホース 5 2、ホース 5 3、ホース 6 2 およびホース 6 3 は、可搬型荷役設備 3 の移動中には、ホース配置領域 4 2 に配置されている。

[0044] 液体水素配管 5 0 における第 1 緊急離脱装置 7 1 と継手 5 3 b との間の部分には、遮断弁 5 4 が設けられている。具体的には、遮断弁 5 4 は、固定液管 5 1 に設けられている。

[0045] また、液体水素配管 5 0 における遮断弁 5 4 より陸側部分には、パージガス閉止弁 5 5 が設けられている。具体的には、パージガス閉止弁 5 5 は、固定液管 5 1 における遮断弁 5 4 と継手 5 1 b との間の部分に設けられている。また、水素ガス配管 6 0 における固定ガス管 6 1 には、パージガス閉止弁 6 4 が設けられており、固定ガス管 6 1 におけるパージガス閉止弁 6 4 と継手 6 1 b との間の部分には、パージガス閉止弁 6 5 が設けられている。

[0046] 遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5、6 4、6 5 は、オペレータによる手動での操作を受け付けるように構成された手動操作弁である。例えば、遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5、6 4、6 5 は、それぞれオペレータの操作を直接受ける操作レバーまたは操作ハンドルを有する。

[0047] 遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5、6 4、6 5 は、操作機器配置領域 4 6 に配置されている。より詳しくは、遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5、6 4、6 5 は、ベント配管 1 0 0 の放出口 1 0 0 a より下方であって、且つ上面視で放出口 1 0 0 a から水平方向に 5 m 以上離れた位置に配置

される。操作機器配置領域 4 6 をフレーム 3 1 の内部領域における最も後ろ側の部分に設けることで、遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5, 6 4, 6 5 に対してオペレータがアクセスしやすくなっている。

[0048] 可搬型荷役設備 3 は、液体水素配管 5 0 に窒素ガスと水素ガスとを選択的にパージガスとして供給可能に構成されたパージガス供給装置 9 0 を更に備える。具体的には、パージガス供給装置 9 0 は、窒素ガス供給源 9 1 と水素ガス供給源 9 2 とを含む。窒素ガス供給源 9 1 は、例えば窒素ガスボンベであり、窒素ガス供給源 9 1 から液体水素配管 5 0 に窒素ガスを供給する流路にはボンベ開閉弁 9 1 a が設けられている。水素ガス供給源 9 2 は、例えば水素ガスボンベであり、水素ガス供給源 9 2 から液体水素配管 5 0 に水素ガスを供給する流路にはボンベ開閉弁 9 2 a が設けられている。窒素ガス供給源 9 1 および水素ガス供給源 9 2 は、ボンベ配置領域 4 5 に配置されている。パージガス供給装置 9 0 は、液体水素配管 5 0 における遮断弁 5 4 とパージガス閉止弁 5 5 との間の部分に、パージガスとして窒素ガスおよび水素ガスのいずれかを供給する。なお、窒素ガス供給源 9 1 および水素ガス供給源 9 2 は、ボンベ配置領域 4 5 に配置されていなくてもよく、フレーム 3 1 の内部領域に配置されていなくてもよい。窒素ガス供給源 9 1 および水素ガス供給源 9 2 は、可搬型荷役設備 3 の外部に設置されてもよい。

[0049] 可搬型荷役設備 3 は、ベント配管 1 0 0 を更に備える。ベント配管 1 0 0 は、船側低温タンク 2 0 から導かれた水素ガスを大気へ放出する。また、ベント配管 1 0 0 は、パージガス供給装置 9 0 から液体水素配管 5 0 に供給されたパージガスを大気へ放出する。ベント配管 1 0 0 は、例えば周知の二重管構造であってもよいし、防熱材が巻かれた一重管構造であってもよい。ベント配管 1 0 0 の一端は、水素ガス配管 6 0 に接続されている。より詳しくは、ベント配管 1 0 0 の一端は、固定ガス管 6 1 におけるパージガス閉止弁 6 4 とパージガス閉止弁 6 5 との間の部分に接続されている。また、ベント配管 1 0 0 の他端には、大気開放された放出口 1 0 0 a が設けられている。

[0050] ベント配管 1 0 0 は、ベント配管配置領域 4 1 に配置される。ベント配管

100は、例えばフレーム31に固定部材により固定されている。ベント配管配置領域41に、ベント配管100の一部だけが配置されてもよい。例えば、ベント配管配置領域41に、ベント配管100の下部を支持する支持部が配置されてもよい。この場合、ベント配管100は、当該支持部から上方へと延び、放出口100aはフレーム上部31aの上方に配置されてもよい。この場合、例えば、ベント配管100は、固定ガス管61に対して着脱可能に構成されており、車体32の移動中は、固定ガス管61から外された状態でフレーム31または車体32に支持されていてもよい。

[0051] ベント配管100には、ベント弁101が設けられている。ベント弁101は、ベント配管100が形成する流路を開閉する。また、ベント配管100における固定ガス管61との接続箇所とベント弁101との間の部分には、加温部102が設けられている。加温部102は、導かれた液体水素またはそれが気化した水素ガスを加温するように構成されている。加温部102は、加温部配置領域44に配置されている（図2A，2B参照）。本実施形態では、加温部102は、外部の空気と内部の低温流体との間で熱交換する熱交換構造を有する。例えば、当該熱交換構造は、外部の空気との熱交換によって、内部の低温流体を加温するように蛇腹状に形成された管体として構成されている。なお、加温部102の構成はこれに限定されない。例えば、加温部102は、内部の低温流体と熱交換する冷媒として、例えば温水など空気以外の冷媒を用いてもよい。加温部102は、加温器に対応する。

[0052] また、ベント配管100におけるベント弁101と放出口100aとの間には、逆流防止装置103が接続されている。逆流防止装置103は、大気が放出口100aからベント配管100内に流入することを防ぐ。逆流防止装置103は、窒素ガスポンプを含み、ベント配管100におけるベント弁101と放出口100aとの間に窒素ガスを供給するように構成されている。例えば、逆流防止装置103は、ベント弁101が開状態にあるときに、窒素ガスをベント配管100内に供給して、ベント配管100内が正圧となる状態を維持する。これにより、ベント配管100内が負圧になることで大

気が放出口 100a からベント配管 100 内に流入することを防ぐ。なお、逆流防止装置 103 の窒素ガスポンペは、ポンペ配置領域 45 に配置されてもよい。

[0053] (緊急離脱システム)

可搬型荷役設備 3 は、緊急離脱システムを備える。緊急離脱システムの構成について、図 4～6 を参照して説明する。なお、図 4 および後述の図 7, 8 において、緊急離脱システムの説明に関与しない構成は省略している。また、水素ガス配管 60 および第 2 緊急離脱ユニット 80 は、それぞれ液体水素配管 50 および第 1 緊急離脱ユニット 70 とほぼ同じ構造である。このため、図 4～8 において、液体水素配管 50 および第 1 緊急離脱ユニット 70 に関連する構成のみ示し、以下、液体水素配管 50 および第 1 緊急離脱ユニット 70 について説明し、水素ガス配管 60 および第 2 緊急離脱ユニット 80 については説明を省略する。

[0054] 図 4 は、図 1 に示す可搬型荷役設備 3 の緊急離脱システムを説明するための図であり、液体水素移送中における緊急離脱システムの状態を示す図である。図 5 は、固定液管 51 およびホース 52 との接続を解除した状態の第 1 緊急離脱ユニット 70 を拡大して示す図である。可搬型荷役設備 3 の緊急離脱システムは、第 1 緊急離脱ユニット 70 および第 2 緊急離脱ユニット 80 の他、昇降装置 110、衝撃緩和装置 120、移動装置 130 を備える。これら第 1 緊急離脱ユニット 70、第 2 緊急離脱ユニット 80、昇降装置 110、衝撃緩和装置 120、移動装置 130 は、緊急離脱装置配置領域 43 に配置されている。衝撃緩和装置は、衝撃緩和器に対応する。昇降装置 110 は、昇降機に対応する。

[0055] 図 4 および 5 に示すように、第 1 緊急離脱装置 71 は、第 1 ユニット 71a から分離した第 2 ユニット 71b が自重で落下するように配置されている。図 4 および 5 に示すように、固定液管 51 の継手 51a 近傍部分は、下方に向かって延びている。第 1 緊急離脱ユニット 70 は、第 1 ユニット 71a が第 2 ユニット 71b の上側に配置された状態で固定液管 51 に接続され支

持される。

- [0056] 昇降装置 110 は、固定液管 51 に対して第 1 緊急離脱ユニット 70 を接続したり、固定液管 51 から第 1 緊急離脱ユニット 70 を分離したりする際に用いられる。固定液管 51 に対して第 1 緊急離脱ユニット 70 を接続する際には、昇降装置 110 は、フレーム下部 31b または路面の近傍位置から、固定液管 51 の継手 51a に接続可能な位置まで第 1 緊急離脱ユニット 70 を持ち上げる。例えば昇降装置 110 は、フレーム下部 31b または車体 32 に固定されている。例えば昇降装置 110 はウインチであり、昇降装置 110 は、フレーム上部 31a から吊り下げられるように第 1 緊急離脱ユニット 70 を持ち上げる。図 5 に示すように、第 1 ユニット 71a には、昇降装置 110 のロープが接続される被接続部 74 を有する。昇降装置 110 はウインチでなくてもよくジャッキであってもよい。
- [0057] 第 1 配管 72 は第 1 ユニット 71a から上方に延びている。第 2 配管 73 は第 2 ユニット 71b から下方に延び、U 字状に湾曲している。第 1 配管 72 には、クランプ 71c を支持するクランプ支持部 75 が固定されている。本実施形態では、クランプ支持部 75 は、第 1 配管 72 に固定された支持体 75a と、支持体 75a とクランプ 71c とを連結するワイヤ 75b とを含む。クランプ支持部 75 は、第 1 緊急離脱装置 71 が離脱動作したときにクランプ 71c が落下するのを防ぐ。
- [0058] 第 1 緊急離脱装置 71 および第 2 緊急離脱装置 81 の下方に、衝撃緩和装置 120、移動装置 130、液受け部 34 が配置されている。図 6 は、図 4 に示す衝撃緩和装置 120 および移動装置 130 を拡大して示す図である。衝撃緩和装置 120 は、第 2 ユニット 71b および第 4 ユニット 81b の落下衝撃を緩和する。衝撃緩和装置 120 は、ユニットサポート 121、サポートガイド 122 および衝撃吸収部材 123 を含む。
- [0059] ユニットサポート 121 は、第 1 緊急離脱装置 71 が離脱動作した後に第 2 ユニット 71b を支持する。サポートガイド 122 は、ユニットサポート 121 を上下方向にスライド可能にガイドする。例えば、ユニットサポート

1 2 1 は、少なくとも第 1 緊急離脱装置 7 1 が離脱動作した後に第 2 ユニット 7 1 b または第 2 配管 7 3 と当接する当接部 1 2 1 a と、当接部 1 2 1 a に固定された 1 以上の棒状のスライド部 1 2 1 b とを含み、サポートガイド 1 2 2 は、1 以上の棒状のスライド部 1 2 1 b が挿通する、少なくとも上方に開口した 1 以上の孔を有する。サポートガイド 1 2 2 は、移動装置 1 3 0 に固定されている。また、ユニットサポート 1 2 1 は、第 1 緊急離脱装置 7 1 が離脱前および離脱後にホース 5 2 を下方から支持するホース支持部 1 2 1 c を有する。

[0060] 衝撃吸収部材 1 2 3 は、当接部 1 2 1 a を下方から支持し、弾性変形することで第 2 ユニット 7 1 b および第 4 ユニット 8 1 b の落下による衝撃を吸収する。衝撃吸収部材 1 2 3 は、例えばばねである。衝撃吸収部材 1 2 3 は、クッションなどでもよい。衝撃吸収部材 1 2 3 は、移動装置 1 3 0 に固定されている。

[0061] 移動装置 1 3 0 は、衝撃緩和装置 1 2 0 を移動可能に構成されている。移動装置 1 3 0 は、第 1 ユニット 7 1 a から分離した第 2 ユニット 7 1 b を、衝撃緩和装置 1 2 0 を介して支持する。また、移動装置 1 3 0 は、分離した第 2 ユニット 7 1 b のフレーム 3 1 に対する相対移動を可能にする。すなわち、分離した第 2 ユニット 7 1 b が船舶 2 の移動に伴ってホース 5 2 により引っ張られた場合でも、移動装置 1 3 0 により第 2 ユニット 7 1 b は船舶 2 に向かって水平方向にスムーズに移動可能となっている。

[0062] 本実施形態では、移動装置 1 3 0 は、少なくとも 1 つの台車である。図 4 に示すように、液体水素を荷役している間、移動装置 1 3 0 を載置した載置面と路面との間には、それらを架け渡す、移動装置 1 3 0 が走行可能なスロープ 1 3 1 が配置される。移動装置 1 3 0 は、可搬型荷役設備 3 の移動中には所定のロック手段によりフレーム 3 1 に対して移動不能にロックされている。そして、可搬型荷役設備 3 を用いた液体水素の荷役を始めるとき、あるいは、第 1 緊急離脱装置 7 1 が離脱動作したときに、ロック手段によるロックが解除され、移動装置 1 3 0 はフレーム 3 1 に対して移動可能となる。

[0063] なお、衝撃緩和装置 120 は、1つの構造体として構成されていてもよいし、互いに分離した複数の構造体により構成されていてもよい。また、移動装置 130 は、1つの構造体として構成されていてもよいし、互いに分離した複数の構造体により構成されていてもよい。例えば、移動装置 130 は、第2ユニット 71b および第4ユニット 81b の双方を支持する1つの台車であってもよいし、第2ユニット 71b および第4ユニット 81b をそれぞれ支持する2つの台車であってもよい。

[0064] 移動装置 130 は、液受け部 34 の上に配置されている。液受け部 34 は、第1緊急離脱装置 71 および第2緊急離脱装置 81 の近傍で生成され得る液体空気を受けるためのものである。すなわち、第1緊急離脱装置 71 および第2緊急離脱装置 81 は、離脱時に流体の漏洩を防止する遮断機能を備えているが、第1緊急離脱装置 71 および第2緊急離脱装置 81 の動作中に僅かに液体水素が漏洩する可能性がある。液体水素が漏洩すると、第1緊急離脱装置 71 および第2緊急離脱装置 81 近傍の空気が冷却されて、液体空気が生成される場合がある。このような場合でも、生成された液体空気を液受け部 34 が受けるため、可搬型荷役設備 3 を構成する他の部材や可搬型荷役設備 3 が設置された路面などが、液体空気によって損傷を受けることを防ぐことができる。液受け部 34 は、ステンレス製のパンまたはプレートである。液受け部 34 は、例えば車体 32 またはフレーム下部 31b に支持される。

[0065] (液体水素の移送方法)

次に、可搬型荷役設備 3 を用いた液体水素の移送方法について説明する。なお、以下に説明する移送方法は、陸側低温タンク 10 から船側低温タンク 20 に液体水素を移送するためのものである。

[0066] まず可搬型荷役設備 3 を陸側低温タンク 10 および船側低温タンク 20 に連結する。具体的には、船舶 2 を港に停泊させ、タンクローリー 1 を船舶 2 の停泊位置近傍の陸上に配置する。また、可搬型荷役設備 3 をタンクローリー 1 近傍の陸上に配置する。そして、図 1 に示すように、陸側低温タンク 1

0と船側低温タンク20との間に可搬型荷役設備3を介在させる。

[0067] すなわち、ホース52、ホース53、ホース62およびホース63を、ホース配置領域42から取り出す。そして、ホース52を第1緊急離脱ユニット70および船側液管21に接続し、ホース53を固定液管51および陸側液管11に接続し、ホース62を第2緊急離脱ユニット80および船側ガス管22に接続し、ホース63を固定ガス管61および陸側ガス管12に接続する。このように、走行車両である可搬型荷役設備3は、液体水素配管50をフレーム31に固定したまま、液体水素配管50を船側液管21および陸側液管11に接続可能で、かつ、水素ガス配管60をフレーム31に固定したまま、水素ガス配管60を船側ガス管22および陸側ガス管12に対して接続可能である。

[0068] 次に、配管内の空気を窒素ガスでパージする。具体的には、まず液体水素用の配管系統において、ボンベ開閉弁91a、パージガス閉止弁55、開閉弁13a、パージガス閉止弁65、ベント弁101を開状態とし、これら以外の弁を閉状態とし、その後、窒素ガス供給源91より窒素ガスの供給を行う。これにより、液体水素用の配管系統における窒素ガス供給源91およびベント配管100より陸側部分の配管内の空気をベント配管100より排出する。

[0069] また、液体水素用の配管系統において、ボンベ開閉弁91a、遮断弁54、開閉弁23a、パージガス閉止弁64、ベント弁101を開状態とし、これら以外の弁を閉状態とし、その後、窒素ガス供給源91より窒素ガスの供給を行う。これにより、液体水素用の配管系統における窒素ガス供給源91およびベント配管100より船側部分の配管内の空気をベント配管100より排出する。

[0070] 次に、配管内の窒素ガスを水素ガスでパージする。具体的には、まず液体水素用の配管系統において、ボンベ開閉弁92a、パージガス閉止弁55、開閉弁13a、パージガス閉止弁65、ベント弁101を開状態とし、これら以外の弁を閉状態とし、その後、水素ガス供給源92より水素ガスの供給

を行う。これにより、液体水素用の配管系統における水素ガス供給源 9 2 およびベント配管 1 0 0 より陸側部分の配管内の窒素ガスをベント配管 1 0 0 より排出する。

[0071] また、液体水素用の配管系統において、ボンベ開閉弁 9 2 a、遮断弁 5 4、開閉弁 2 3 a、パージガス閉止弁 6 4、ベント弁 1 0 1 を開状態とし、これら以外の弁を閉状態とし、その後、水素ガス供給源 9 2 より水素ガスの供給を行う。これにより、液体水素用の配管系統における水素ガス供給源 9 2 およびベント配管 1 0 0 より船側部分の配管内の窒素ガスをベント配管 1 0 0 より排出する。

[0072] 次に、陸側低温タンク 1 0 から船側低温タンク 2 0 に液体水素を移送する。具体的には、まず液体水素用の配管系統において、遮断弁 1 1 a、パージガス閉止弁 5 5、遮断弁 5 4、遮断弁 2 1 a、ボイルオフガス閉止弁 2 2 a、パージガス閉止弁 6 4、ベント弁 1 0 1 を開状態とし、これら以外の弁を閉状態とする。

[0073] そして、開閉弁 1 5 を開き、陸側低温タンク 1 0 の液相部から還流配管 1 4 を通じて蒸発器 1 6 に液体水素を導き、導かれた液体水素を蒸発器 1 6 にて気化させる。蒸発器 1 6 で気化した水素ガスは、還流配管 1 4 を通じて陸側低温タンク 1 0 の気相部に戻される。こうして、陸側低温タンク 1 0 の気相部のガス圧を上昇させる。また、船側低温タンク 2 0 に液体水素を供給する間、船側ガス管 2 2、水素ガス配管 6 0、ベント配管 1 0 0 を通じて、船側低温タンク 2 0 内で液体水素が気化した水素ガスを排出可能となっている。このため、船側低温タンク 2 0 の気相部のガス圧に比べて陸側低温タンク 1 0 の気相部のガス圧を高くすることができ、陸側低温タンク 1 0 の気相部のガス圧により陸側低温タンク 1 0 から船側低温タンク 2 0 へ液体水素を圧送できる。

[0074] (緊急離脱の流れ)

次に、可搬型荷役設備 3 の緊急離脱システムによる緊急離脱の流れについて、図 4，7，8 を参照して説明する。

[0075] 図４に示すように、液体水素移送中、第１緊急離脱ユニット７０は、第１ユニット７１ａが第２ユニット７１ｂに接続された状態にある。第２緊急離脱ユニット８０は、第３ユニット８１ａが第４ユニット８１ｂに接続された状態にある。

[0076] 液体水素を移送している途中で強風、津波、地震などが発生した場合などの緊急事態が発生したとき、まず遮断弁 11a、遮断弁 54、遮断弁 21a およびボイルオフガス閉止弁 22a を閉じる。その後、第 1 緊急離脱装置 71 および第 2 緊急離脱装置 81 の離脱動作を開始させる。これにより、図 7 に示すように、第 2 ユニット 71b および第 4 ユニット 81b がそれぞれ自重で落下し、衝撃緩和装置 120 に支持される。

[0077] その後、図 8 に示すように、船舶 2 が岸から離れる方向に移動すると、ホース 5 2， 6 2 に引っ張られて、第 2 ユニット 7 1 b および第 4 ユニット 8 1 b が移動装置 1 3 0 とともに船舶 2 の移動方向に移動する。なお、第 1 ユニット 7 1 a および第 3 ユニット 8 1 a は、それぞれ固定液管 5 1 および固定ガス管 6 1 に接続されたままとなっている。このため、適時に継手 5 1 a， 7 2 a 同士の接続と継手 6 1 a， 8 2 a 同士の接続とを解除し、昇降装置 1 1 0 により第 1 ユニット 7 1 a および第 3 ユニット 8 1 a を降ろす。

〔0078〕 以上に説明したように、本実施形態では、陸側低温タンク１０から船側低温タンク２０へ液体水素を移送する間、船側低温タンク２０内で液体水素が気化した水素ガスを、船側ガス管２２、水素ガス配管６０およびベント配管１００を通じて大気へ放出できる。すなわち、船側低温タンク２０内で発生した水素ガスを可搬型荷役設備３にて大気放出できる。

〔0079〕 また、液体水素配管５０および水素ガス配管６０にそれぞれ第１および第２緊急離脱装置７１，８１が設けられているため、急な突風等に伴い船舶２が移動する場合などに第１および第２緊急離脱装置７１，８１をそれぞれ離脱させて、船舶２と可搬型荷役設備３とを分離することができる。

[0080] さらに、船側低温タンク 20 から水素ガスを排出することで船側低温タンク 20 内の気相の圧力が抜けるため、陸側低温タンク 10 から船側低温タンク

ク 20 へ少ない動力で液体水素を圧送できる。

[0081] ところで、液体水素の沸点（約 -253°C ）は、窒素の沸点（約 -196°C ）や酸素の沸点（約 -183°C ）より低い。液体水素が気化した極低温の水素ガスがベント配管 100 から放出されると、水素ガスにより空気が冷却されて、液体空気が生成される場合がある。本実施形態では、ベント配管 100 に設けられた加温部 102 により、水素ガスを加温できるため、ベント配管 100 の放出口 100a 近傍で液体空気が生成されることを抑制することができる。

[0082] また、本実施形態では、液体水素の移送中、第 1 緊急離脱装置 71 の第 1 ユニット 71a および第 2 緊急離脱装置 81 の第 3 ユニット 81a が固定液管 51 および固定ガス管 61 を介してフレーム 31 に支持される。このため、これら緊急離脱装置 71, 81 に関連する周辺設備をフレーム 31 の近傍に設置したり、フレーム 31 で支持したりできる。

[0083] また、本実施形態では、第 1 および第 2 緊急離脱装置 71, 81 の離脱動作時に、第 1 および第 2 緊急離脱装置 71, 81 の近傍から落下した液体空気を液受け部 34 で受けることができる。このため、可搬型荷役設備 3 を構成する他の部材や可搬型荷役設備 3 が設置された路面などが、液体空気によって損傷を受けることを防ぐことができる。

[0084] また、本実施形態では、第 1 緊急離脱ユニット 70 および第 2 緊急離脱ユニット 80 は、それぞれ固定液管 51 および固定ガス管 61 に対して着脱可能な構成となっている。このため、第 1 緊急離脱ユニット 70 および第 2 緊急離脱ユニット 80 を可搬型荷役設備 3 のフレーム 31 などの他の構成要素とは別に搬送できる。これにより、第 1 緊急離脱装置 71 および第 2 緊急離脱装置 81 のメンテナンスを容易に行うことができる。第 1 緊急離脱装置 71 および第 2 緊急離脱装置 81 の工場への搬送や、搬送先での第 1 緊急離脱装置 71 および第 2 緊急離脱装置 81 の点検・部品交換を容易に行うことができる。

[0085] また、本実施形態では、昇降装置 110 により、第 1 緊急離脱ユニット 7

０および第２緊急離脱ユニット８０を、それぞれ、固定液管５１の継手５１ａおよび固定ガス管６１の継手６１ａに接続可能な位置まで持ち上げることができる。このため、第１緊急離脱ユニット７０および第２緊急離脱ユニット８０を、それぞれ固定液管５１および固定ガス管６１に接続する作業が容易になる。

[0086] また、本実施形態では、衝撃緩和装置１２０が第２ユニット７１ｂおよび第４ユニット８１ｂの落下衝撃を緩和するため、第１緊急離脱装置７１および第２緊急離脱装置８１の離脱動作時に、落下衝撃によって第２ユニット７１ｂおよび第４ユニット８１ｂが破損することを抑制できる。

[0087] また、本実施形態では、移動装置１３０により、分離した第２ユニット７１ｂおよび第４ユニット８１ｂが、これらを支持する支持面上で引きずられることを抑制することができる。

[0088] また、本実施形態では、遮断弁５４が、ベント配管１００の放出口１００ａより下方であって、且つ上面視で放出口１００ａから水平方向に５ｍ以上離れた位置に配置されるため、オペレータが放出口１００ａから離れた位置で遮断弁５４を操作できる。

[0089] また、本実施形態では、可搬型荷役設備３が走行駆動源を備えた走行車両であるため、可搬型荷役設備３を所望の場所に自由に移動させることができる。

[0090] （その他の実施形態）

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0091] 例えば、配管系統において、配管の口径や剛性、配管に設けられる機器の位置、配管と配管との接続箇所は、上記実施形態で説明されたものに限定されない。

[0092] また、上記実施形態では、フレーム３１の内部領域を領域４１～４６のように定めたが、可搬型荷役設備３を構成する各種機器や配管の位置は、適宜変更可能である。

- [0093] また、上記実施形態では、液受け部 3 4 が、緊急離脱装置配置領域 4 3、加温部配置領域 4 4、操作機器配置領域 4 6 の下部近傍に設けられていたが、液受け部 3 4 は、緊急離脱装置配置領域 4 3 の下部近傍にのみ設けられてもよい。また、液受け部 3 4 は、緊急離脱装置配置領域 4 3 の下部近傍に加え、ベント配管配置領域 4 1 の下部近傍に設けられてもよい。
- [0094] 上記実施形態では、第 1 緊急離脱装置 7 1 および第 2 緊急離脱装置 8 1 が、第 1 緊急離脱装置 7 1 は、第 1 ユニット 7 1 a から分離した第 2 ユニット 7 1 b および第 3 ユニット 8 1 a から分離した第 4 ユニット 8 1 b が自重で落下するように配置されていたが、第 1 緊急離脱装置 7 1 および第 2 緊急離脱装置 8 1 は、第 1 ユニット 7 1 a に接続した状態の第 2 ユニット 7 1 b および第 3 ユニット 8 1 a に接続した状態の第 4 ユニット 8 1 b が下方から支持されるように配置されてもよい。この場合、第 1 緊急離脱装置 7 1 および第 2 緊急離脱装置 8 1 の下方に衝撃緩和装置 1 2 0 を配置しなくてもよい。
- [0095] また、上記実施形態では、移動装置 1 3 0 は台車であったが、移動装置 1 3 0 は、駆動源をもたない搬送ベルトコンベアなどであってもよい。また、可搬型荷役設備は移動装置を備えなくてもよい。
- [0096] また、上記実施形態では、パージガス供給装置 9 0 が、液体水素配管 5 0 に窒素ガスと水素ガスとを選択的にパージガスとして供給可能に構成されていたが、パージガス供給装置 9 0 の構成はこれに限定されない。例えば、パージガス供給装置 9 0 は、空気をパージするパージガスとして、ヘリウムガスを液体水素配管 5 0 に供給可能に構成されていてもよい。
- [0097] また、上記実施形態では、遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5, 6 4, 6 5 が、オペレータの操作を直接受ける操作レバーまたは操作ハンドルを有した手動操作弁であったが、遮断弁 5 4 およびパージガス閉止弁 5 5, 6 4, 6 5 は、空圧式、油圧式、電動式の駆動弁であってもよい。
- [0098] また、上記実施形態では、可搬型荷役設備 3 を用いた液体水素の移送方法として、陸側低温タンク 1 0 から船側低温タンク 2 0 に液体水素を移送する場合を例に説明したが、本開示は、船側低温タンク 2 0 から陸側低温タンク

10に液体水素を移送するものにも適用可能である。

[0099] また、上記実施形態で説明された第1緊急離脱ユニット70を固定液管51に対して脱着可能とする構成や、昇降装置110、衝撃緩和装置120、移動装置130は、水素ガス配管60、ベント配管100、および第2緊急離脱装置81などを備えない可搬型荷役設備にも適用可能である。

[0100] 本開示の一態様に係る液体水素用の可搬型荷役設備は、陸側低温タンクに貯留した液体水素を船側低温タンクに移送する液体水素用の可搬型荷役設備であって、前記船側低温タンクから延びる船側液管の端部と接続可能な第1継手、および、前記陸側低温タンクから延びる陸側液管の端部と接続可能な第2継手を有し、液体水素を導く液体水素配管と、前記液体水素配管に配置された第1緊急離脱装置と、前記船側低温タンクから延びる船側ガス管の端部と接続可能な第3継手を有し、液体水素が気化した水素ガスを導く水素ガス配管と、前記水素ガス配管に配置された第2緊急離脱装置と、一端が前記水素ガス配管に接続され、他端が大気開放されたベント配管と、を備える。

[0101] この構成によれば、陸側低温タンクから船側低温タンクへ液体水素を移送する間、船側低温タンク内で液体水素が気化した水素ガスを、船側ガス管、水素ガス配管およびベント配管を通じて大気へ放出できる。すなわち、船側低温タンク内で発生した水素ガスを可搬型荷役設備にて大気放出できる。また、液体水素配管および水素ガス配管にそれぞれ第1および第2緊急離脱装置が設けられているため、急な突風等に伴い船が移動する場合などに第1および第2緊急離脱装置をそれぞれ離脱させて、船と可搬型荷役設備とを分離することができる。

[0102] 上記の可搬型荷役設備は、前記ベント配管に配置された加温部を更に備えてもよい。この構成によれば、ベント配管の放出口近傍で液体空気が生成されることを抑制することができる。

[0103] 上記の可搬型荷役設備は、前記液体水素配管および前記水素ガス配管を支持するフレームを更に備え、前記第1緊急離脱装置は、陸側の第1カプラと、前記第1カプラに分離可能に接続された船側の第2カプラとを有し、前記

第2緊急離脱装置は、陸側の第3カプラと、前記第3カプラに分離可能に接続された船側の第4カプラとを有し、前記第1カプラおよび前記第3カプラが、前記第2カプラおよび前記第4カプラにそれぞれ接続された状態で前記フレームに支持されていてもよい。このため、これら第1および第2緊急離脱装置に関連する周辺設備をフレームの近傍に設置したり、フレームで支持したりできる。

[0104] 上記の可搬型荷役設備において、前記液体水素配管における前記第1緊急離脱装置と前記第1継手の間の少なくとも一部は、第1フレキシブルホースにより構成されており、前記水素ガス配管における前記第2緊急離脱装置と前記第3継手の間の少なくとも一部は、第2フレキシブルホースにより構成されていてもよい。

[0105] 上記の可搬型荷役設備は、前記第1緊急離脱装置および前記第2緊急離脱装置の下方に配置された液受け部を更に備えてもよい。この構成によれば、可搬型荷役設備を構成する他の部材や可搬型荷役設備が設置された路面などが、液体空気によって損傷を受けることを防ぐことができる。

[0106] 上記の可搬型荷役設備において、前記液体水素配管は、前記フレームに固定された固定液管と、前記第1フレキシブルホースを含む第1ホースと、前記第1緊急離脱装置、前記固定液管の端部に接続可能な第4継手、および、前記第1ホースの端部に接続可能な第5継手を含む第1緊急離脱アセンブリと、を有し、前記水素ガス配管は、前記フレームに固定された固定ガス管と、前記第2フレキシブルホースを含む第2ホースと、前記第2緊急離脱装置、前記固定ガス管の端部に接続可能な第6継手、および、前記第2ホースの端部に接続可能な第7継手を含む第2緊急離脱アセンブリと、を有してもよい。この構成によれば、第1緊急離脱アセンブリおよび第2緊急離脱アセンブリを可搬型荷役設備のフレームなどの他の構成要素とは別に搬送できる。これにより、第1緊急離脱装置および第2緊急離脱装置のメンテナンスを容易に行うことができる。第1緊急離脱装置および第2緊急離脱装置の工場への搬送や、搬送先での第1緊急離脱装置および第2緊急離脱装置の点検・部

品交換を容易に行うことができる。

- [0107] 上記の可搬型荷役設備において、前記フレームは、前記第1緊急離脱装置および前記第2緊急離脱装置の上方に位置するフレーム上部と、前記第1緊急離脱装置および前記第2緊急離脱装置の下方に位置するフレーム下部とを有し、前記固定液管の端部および前記固定ガス管の端部は、前記フレーム下部より上方に配置され、前記可搬型荷役設備は、前記固定液管の端部および前記固定ガス管の端部に接続可能な位置まで前記第1緊急離脱アセンブリおよび前記第2緊急離脱アセンブリを持ち上げる昇降装置を更に備えてもよい。昇降装置により、第1緊急離脱アセンブリおよび第2緊急離脱アセンブリを、それぞれ、固定液管の継手および固定ガス管の継手に接続可能な位置まで持ち上げることができる。このため、第1緊急離脱アセンブリおよび第2緊急離脱アセンブリを、それぞれ固定液管および固定ガス管に接続する作業が容易になる。
- [0108] 上記の可搬型荷役設備において、前記第1緊急離脱装置は、前記第1カプラから分離した前記第2カプラが自重で落下するように配置され、前記第2緊急離脱装置は、前記第3カプラから分離した前記第4カプラが自重で落下するように配置され、前記可搬型荷役設備は、前記第2カプラおよび前記第4カプラの落下衝撃を緩和する衝撃緩和器を更に備えてもよい。この構成によれば、第1緊急離脱装置および第2緊急離脱装置の離脱動作時に、落下衝撃によって第2カプラおよび第4カプラが破損することを抑制できる。
- [0109] 上記の可搬型荷役設備は、前記第1カプラから分離した前記第2カプラと、前記第3カプラから分離した前記第4カプラとを支持するとともに、前記フレームに対する前記第2カプラおよび前記第4カプラの相対移動を可能にする移動装置を更に備えてもよい。この構成によれば、移動装置により、分離した第2カプラおよび第4カプラが、これらを支持する支持面上で引きずられることを抑制することができる。
- [0110] 上記の可搬型荷役設備において、前記液体水素配管における前記第2継手と前記第1緊急離脱装置の間の部分には、手動操作可能に構成された遮断弁

が配置されており、前記遮断弁は、前記ベント配管の放出口より下方であって、且つ上面視で前記放出口から水平方向に 5 m 以上離れた位置に配置されてもよい。この構成によれば、オペレータが放出口から離れた位置で遮断弁を操作できる。

[0111] 上記の可搬型荷役設備は、前記液体水素配管および前記水素ガス配管を支持するフレームと、前記フレームを支持する車体と、前記車体に支持された走行駆動源と、を更に備えた走行車両であってもよい。可搬型荷役設備を所望の場所に自由に移動させることができる。

請求の範囲

- [請求項1] 陸側低温タンクに貯留した液体水素を船側低温タンクに移送する液体水素用の可搬型荷役設備であって、
- 前記船側低温タンクから延びる船側液管の端部と接続可能な第1継手、および、前記陸側低温タンクから延びる陸側液管の端部と接続可能な第2継手を有し、液体水素を導く液体水素配管と、
- 前記液体水素配管に配置された第1緊急離脱装置と、
- 前記船側低温タンクから延びる船側ガス管の端部と接続可能な第3継手を有し、液体水素が気化した水素ガスを導く水素ガス配管と、
- 前記水素ガス配管に配置された第2緊急離脱装置と、
- 一端が前記水素ガス配管に接続され、他端が大気開放されたベント配管と、
- を備える、液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項2] 前記ベント配管に配置された加温器を更に備える、請求項1に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項3] 前記液体水素配管および前記水素ガス配管を支持するフレームを更に備え、
- 前記第1緊急離脱装置は、陸側の第1カプラと、前記第1カプラに分離可能に接続された船側の第2カプラとを有し、
- 前記第2緊急離脱装置は、陸側の第3カプラと、前記第3カプラに分離可能に接続された船側の第4カプラとを有し、
- 前記第1カプラおよび前記第3カプラが、前記第2カプラおよび前記第4カプラにそれぞれ接続された状態で前記フレームに支持されている、
- 請求項1または2に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項4] 前記液体水素配管における前記第1緊急離脱装置と前記第1継手の間の少なくとも一部は、第1フレキシブルホースにより構成されており、

前記水素ガス配管における前記第2緊急離脱装置と前記第3継手の間の少なくとも一部は、第2フレキシブルホースにより構成されている、請求項3に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。

[請求項5] 前記第1緊急離脱装置および前記第2緊急離脱装置の下方に配置された液受け部を更に備える、請求項3または4に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。

[請求項6] 前記液体水素配管は、
前記フレームに固定された固定液管と、
前記第1フレキシブルホースを含む第1ホースと、
前記第1緊急離脱装置、前記固定液管の端部に接続可能な第4継手、および、前記第1ホースの端部に接続可能な第5継手を含む第1緊急離脱アセンブリと、を有し、
前記水素ガス配管は、
前記フレームに固定された固定ガス管と、
前記第2フレキシブルホースを含む第2ホースと、
前記第2緊急離脱装置、前記固定ガス管の端部に接続可能な第6継手、および、前記第2ホースの端部に接続可能な第7継手を含む第2緊急離脱アセンブリと、を有する、請求項4に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。

[請求項7] 前記フレームは、前記第1緊急離脱装置および前記第2緊急離脱装置の上方に位置するフレーム上部と、前記第1緊急離脱装置および前記第2緊急離脱装置の下方に位置するフレーム下部とを有し、
前記固定液管の端部および前記固定ガス管の端部は、前記フレーム下部より上方に配置され、

前記可搬型荷役設備は、前記固定液管の端部および前記固定ガス管の端部に接続可能な位置まで前記第1緊急離脱アセンブリおよび前記第2緊急離脱アセンブリを持ち上げる昇降機を更に備える、請求項6

に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。

- [請求項8] 前記第1緊急離脱装置は、前記第1カブラから分離した前記第2カブラが自重で落下するように配置され、
前記第2緊急離脱装置は、前記第3カブラから分離した前記第4カブラが自重で落下するように配置され、
前記可搬型荷役設備は、前記第2カブラおよび前記第4カブラの落下衝撃を緩和する衝撃緩和器を更に備える、請求項3～7のいずれか1項に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項9] 前記可搬型荷役設備は、前記第1カブラから分離した前記第2カブラと、前記第3カブラから分離した前記第4カブラとを支持するとともに、前記フレームに対する前記第2カブラおよび前記第4カブラの相対移動を可能にする移動装置を更に備える、請求項3～8のいずれか1項に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項10] 前記液体水素配管における前記第2継手と前記第1緊急離脱装置の間の部分には、手動操作可能に構成された遮断弁が配置されており、
前記遮断弁は、前記ベント配管の放出口より下方であって、且つ上面視で前記放出口から水平方向に5 m以上離れた位置に配置される、請求項1～9のいずれか1項に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項11] 前記可搬型荷役設備は、
前記液体水素配管および前記水素ガス配管を支持するフレームと、
前記フレームを支持する車体と、
前記車体に支持された走行駆動源と、を更に備えた走行車両である、請求項1～10のいずれか1項に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。