

明 細 書

発明の名称：液体水素用の可搬型荷役設備および緊急離脱方法

技術分野

[0001] 本開示は、船側低温タンクと陸側低温タンクとの間で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および緊急離脱方法に関する。

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、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] 通常、緊急離脱装置は、離脱時に流体の漏洩を防止する遮断機能を備えている。特許文献 1 の移動体における緊急離脱装置が遮断機能を備えている場合、緊急離脱装置の離脱後には L N G の漏洩を防止することができるものの、緊急離脱装置の動作中は僅かに L N G の漏洩が発生する。しかも、その L N G の漏洩量は、流体通流管内の L N G の圧力が高いほど多くなる。

[0006] ところで、L N G の沸点が窒素の沸点（約 -196°C ）や酸素の沸点（約 -183°C ）より高い約 -161°C であるのに対して、液体水素の沸点は、

窒素や酸素の沸点より低い約 -253°C である。このため、LNGではなく液体水素を荷役する設備の場合には、緊急離脱装置の離脱時に液体水素が漏洩すると、緊急離脱装置近傍の空気が冷却されて、液体空気が生成される。

[0007] そこで本開示は、緊急離脱装置の離脱時の液体水素の漏洩量を抑制することができる、液体水素用の可搬型荷役設備および緊急離脱方法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

[0008] 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、船側低温タンクと陸側低温タンクとの間に介在し、前記船側低温タンクと前記陸側低温タンクの一方から他方に液体水素を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緊急離脱装置と、前記液体水素配管における前記緊急離脱装置と前記第2継手との間の部分に配置された遮断弁と、一端が前記液体水素配管における前記第1継手と前記遮断弁との間の部分と連通し、他端が大気開放された大気開放流路と、前記大気開放流路を開閉する開閉弁と、前記大気開放流路に配置され、前記大気開放流路により導かれる液体水素または液体水素が気化した水素ガスを加温する加温部と、を有する大気開放装置と、を備える。

[0009] また、本開示の一態様に係る緊急離脱方法は、船側低温タンクおよび陸側低温タンクのうちの一方から他方に向かって液体水素を導く液管と、前記液管に配置された緊急離脱装置と、前記液管における前記緊急離脱装置と前記陸側低温タンクとの間の部分に配置された第1遮断弁と、前記液管における前記緊急離脱装置と前記船側低温タンクとの間の部分に配置された第2遮断弁と、前記液管における前記第1遮断弁と前記第2遮断弁との間の部分を大気開放可能な開閉弁と、を備える液体水素移送システムを、緊急時に船側と陸側とに分離する緊急離脱方法であって、前記第1遮断弁と前記第2遮断弁

とを閉じ、前記開閉弁を開き、前記第 1 遮断弁と前記第 2 遮断弁とを閉じることおよび前記開閉弁を開くことの後に、前記緊急離脱装置の離脱を開始する。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、緊急離脱装置の離脱時の液体水素の漏洩量を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [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2]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3]変形例に係る可搬型荷役設備を備える液体水素移送システムの配管系統の一部を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 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。

[0013] 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、陸側低温タンクと船側低温タンク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液体水素移送システムが構成されている。

[0014] 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、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。また、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 3 2 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。フレーム 3 1 には、可搬型荷役設備 3 が備える各種機器が支持される。フレーム 3 1 は、例えばコンテナフレームである。

[0015] 図 2 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 1 0 に近い側を「陸側」、配管系統における船側低温タンク 2 0 に近い側を「船側」と称することとする。なお、図 2 では、低温流体用の配管系統と区別するために、後述の制御システム 1 0 0 におけるエア供給用の配管系統を破線で示す。

[0016] タンクローリー 1 は、陸側低温タンク 1 0 と、陸側低温タンク 1 0 から延びる陸側液管 1 1 と、陸側低温タンク 1 0 から延びる陸側ガス管 1 2 とを備える。

[0017] 陸側液管 1 1 は、陸側低温タンク 1 0 の下部に接続されている。本実施形態では、液体水素を貯留した状態の陸側低温タンク 1 0 の液相部に接続されている。陸側液管 1 1 には、遮断弁 1 1 a が設けられている。また、陸側低温タンク 1 0 とは反対側の陸側液管 1 1 の端部には、継手 1 1 b が設けられている。

[0018] 陸側ガス管 1 2 は、陸側低温タンク 1 0 の上部に接続されている。本実施形態では、液体水素を貯留した状態の陸側低温タンク 1 0 の気相部に接続されている。陸側ガス管 1 2 には、ボイルオフガス閉止弁 1 2 a が設けられている。また、陸側低温タンク 1 0 とは反対側の陸側ガス管 1 2 の端部には、継手 1 2 b が設けられている。

[0019] また、陸側液管 1 1 における遮断弁 1 1 a と継手 1 1 b との間の部分と、陸側ガス管 1 2 におけるボイルオフガス閉止弁 1 2 a と継手 1 2 b との間の部分とは、陸側接続配管 1 3 により接続されている。陸側接続配管 1 3 には、開閉弁 1 3 a が設けられている。陸側接続配管 1 3 は、後述のパージガス供給装置 7 0 によりパージガスを通すための流路を構成する。

[0020] 船舶 2 は、船側低温タンク 2 0 の他、船側低温タンク 2 0 から延びる船側液管 2 1 と、船側低温タンク 2 0 から延びる船側ガス管 2 2 とを備える。

- [0021] 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、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。遮断弁 21 a は、第 2 遮断弁の一例である。遮断弁 21 a は、エアが供給されるエアシリンダ付きエア駆動弁である。本実施形態では、遮断弁 21 a は、エアが供給されないときに閉状態であり、エアが供給されることにより閉状態から開状態に切り換わる、いわゆるノーマルクローズ型の弁である。船舶 2 は、遮断弁 21 a にエアを導く船側エア配管 24 を有しており、遮断弁 21 a には船側エア配管 24 を通じてエアが供給される。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。
- [0022] 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、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。
- [0023] また、船側液管 21 における遮断弁 21 a と継手 21 b との間の部分と、船側ガス管 22 におけるボイルオフガス閉止弁 22 a と継手 22 b との間の部分とは、船側接続配管 23 により接続されている。船側接続配管 23 には、開閉弁 23 a が設けられている。船側接続配管 23 は、後述のパージガス供給装置 70 によりパージガスを通すための流路を構成する。
- [0024] 可搬型荷役設備 3 は、液体水素配管 40 と水素ガス配管 50 とを備える。液体水素配管 40 および水素ガス配管 50 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 40 の一端は、陸側液管 11 の船側の端部と接続され、液体水素配管 40 の他端は、船側液管 21 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 50 の一端は、陸側ガス管 12 の船側の端部と接続され、水素ガス配管 50 の他端は、船側ガス管 22 の陸側の端部と接続されるように構成されている。

- [0025] 具体的には、液体水素配管40は、固定液管41と、固定液管41の一端に接続される第1ホース42と、固定液管41の他端に接続される第2ホース43とを有する。
- [0026] 固定液管41は、フレーム31に固定部材により固定されている。固定液管41は、後述のフレキシブルホース部42c、43cに比べて剛性が高い配管である。固定液管41の両端には、それぞれ継手41a、41bが設けられている。
- [0027] 第1ホース42の少なくとも一部がフレキシブルホース部42cで構成されている。第1ホース42の一端には、固定液管41の継手41aに接続可能な継手42aが設けられており、第1ホース42の他端には、船側液管21の継手21bに接続可能な継手42bが設けられている。継手42bは、第1継手の一例である。
- [0028] 第2ホース43の少なくとも一部がフレキシブルホース部43cで構成されている。第2ホース43の一端には、固定液管41の継手41bに接続可能な継手43aが設けられており、第2ホース43の他端には、陸側液管11の継手11bに接続可能な継手43bが設けられている。継手43bは、第2継手の一例である。
- [0029] また、水素ガス配管50は、固定ガス管51と、固定ガス管51の一端に接続された第3ホース52と、固定ガス管51の他端に接続された第4ホース53とを有する。
- [0030] 固定ガス管51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51は、後述のフレキシブルホース部52c、53cに比べて剛性が高い配管である。固定ガス管51の両端には、それぞれ継手51a、51bが設けられている。
- [0031] 第3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。第3ホース52の一端には、固定ガス管51の継手51aに接続可能な継手52aが設けられており、第3ホース52の他端には、船側ガス管22の継手22bに接続可能な継手52bが設けられている。継手52b

は、第3継手の一例である。

[0032] 第4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。第4ホース53の一端には、固定ガス管51の継手51bに接続可能な継手53aが設けられており、第4ホース53の他端には、陸側ガス管12の継手12bに接続可能な継手53bが設けられている。

[0033] なお、これら第1ホース42、第2ホース43、第3ホース52および第4ホース53は、例えば、荷役現場に移動するときなど、可搬型荷役設備3の移動中には、固定液管41および固定ガス管51との接続が解除された状態となっている。例えば第1ホース42、第2ホース43、第3ホース52および第4ホース53は、可搬型荷役設備3の移動中には、フレーム31に支持されている。

[0034] 液体水素配管40には、第1緊急離脱装置61が設けられている。本実施形態では、第1緊急離脱装置61は、液体水素配管40における第1ホース42に配置されている。より詳しくは、第1緊急離脱装置61は、第1ホース42における継手42bとフレキシブルホース部42cとの間の部分に配置されている。

[0035] 水素ガス配管50には、第2緊急離脱装置62が設けられている。本実施形態では、第2緊急離脱装置62は、水素ガス配管50における第3ホース52に配置されている。より詳しくは、第2緊急離脱装置62は、第3ホース52における継手52bとフレキシブルホース部52cとの間の部分に配置されている。

[0036] 第1緊急離脱装置61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緊急離脱装置61は、陸側の第1ユニット61aと、第1ユニット61aに連結手段により分離可能に接続された船側の第2ユニット61bとを有する。第1ユニット61aと第2ユニット61b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61に離脱動作させる場合に閉弁状態に切り換えられる。第1ユニット61aは、第1カプラに対応し、第2ユニット61bは、第2カプラと

も称し得る。

[0037] 第2緊急離脱装置62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、陸側の第1ユニット62aと、第1ユニット62aに分離可能に接続された船側の第2ユニット62bとを有する。第1ユニット62aと第2ユニット62b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62に離脱動作させる場合に閉弁状態に切り換えられる。

[0038] また、本実施形態では、第1緊急離脱装置61および第2緊急離脱装置62は、いずれもエアが供給されることによって離脱動作するように構成となっている。さらに、第1緊急離脱装置61および第2緊急離脱装置62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、手動操作も可能となっている。

[0039] 液体水素配管40における第1緊急離脱装置61と継手43bとの間の部分には、遮断弁44が設けられている。遮断弁44は、第1遮断弁の一例である。具体的には、遮断弁44は、固定液管41に設けられている。遮断弁44はエアが供給されるエアシリンダ付きエア駆動弁である。本実施形態では、遮断弁44は、エアが供給されないときに閉状態であり、エアが供給されることにより閉状態から開状態に切り換わる、いわゆるノーマルクローズ型の弁である。

[0040] また、液体水素配管40における遮断弁44より陸側部分には、パージガス閉止弁45が設けられている。具体的には、パージガス閉止弁45は、固定液管41における遮断弁44と継手41bとの間の部分に設けられている。また、水素ガス配管50における固定ガス管51には、パージガス閉止弁54が設けられており、固定ガス管51におけるパージガス閉止弁54と継手51bとの間の部分には、パージガス閉止弁55が設けられている。

[0041] 可搬型荷役設備3は、液体水素配管40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70を更に備える。具体的には、パージガス供給装置70は、窒素ガス供給源71と水素

ガス供給源 7 2 とを含む。窒素ガス供給源 7 1 は、例えば窒素ガスポンプであり、窒素ガス供給源 7 1 から液体水素配管 4 0 に窒素ガスを供給する流路にはポンペ開閉弁 7 1 a が設けられている。水素ガス供給源 7 2 は、例えば水素ガスポンプであり、水素ガス供給源 7 2 から液体水素配管 4 0 に水素ガスを供給する流路にはポンペ開閉弁 7 2 a が設けられている。パージガス供給装置 7 0 は、液体水素配管 4 0 における遮断弁 4 4 とパージガス閉止弁 4 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。パージガス供給装置 7 0 は、パージガス供給器に対応する。

[0042] 可搬型荷役設備 3 は、ベント配管 8 0 を更に備える。ベント配管 8 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 8 0 は、パージガス供給装置 7 0 から液体水素配管 4 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 8 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 8 0 は、例えばフレーム 3 1 に固定部材により固定されている。ベント配管 8 0 の一端は、水素ガス配管 5 0 に接続されている。より詳しくは、ベント配管 8 0 の一端は、固定ガス管 5 1 におけるパージガス閉止弁 5 4 とパージガス閉止弁 5 5 との間の部分に接続されている。また、ベント配管 8 0 の他端は、大気開放されている。

[0043] ベント配管 8 0 には、ベント弁 8 1 が設けられている。ベント弁 8 1 は、ベント配管 8 0 が形成する流路を開閉する。また、ベント配管 8 0 における固定ガス管 5 1 との接続箇所とベント弁 8 1 との間の部分には、加温部 8 2 が設けられている。加温部 8 2 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。本実施形態では、加温部 8 2 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 8 2 の構成はこれに限定されない。例えば、加温部 8 2 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 8 2 は、加温器に対応する。

[0044] 液体水素配管 4 0 における継手 4 2 b と遮断弁 4 4 との間の部分と水素ガス配管 5 0 とは、接続配管 9 0 により接続されている。より詳しくは、接続配管 9 0 の一端は、固定液管 4 1 における継手 4 1 a と遮断弁 4 4 との間の部分に接続されており、接続配管 9 0 の他端は、固定ガス管 5 1 に接続されている。接続配管 9 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。接続配管 9 0 の口径は、液体水素配管 4 0 の口径以上である。また、接続配管 9 0 の口径は、パージガス用の船側接続配管 2 3 の口径より大きい。

[0045] 接続配管 9 0 には、開閉弁 9 1 に設けられている。本実施形態では、開閉弁 9 1 はエアが供給されるエアシリンダ付きエア駆動弁である。本実施形態では、開閉弁 9 1 は、エアが供給されないときに閉状態であり、エアが供給されることにより閉状態から開状態に切り換わる、いわゆるノーマルクローズ型の弁である。

[0046] 接続配管 9 0 と、ベント配管 8 0 と、水素ガス配管 5 0 における接続配管 9 0 との接続箇所 9 0 a とベント配管 8 0 との接続箇所 8 0 a と間の部分は、大気開放流路（すなわち大気開放管）を形成する。すなわち、大気開放流路は、一端が液体水素配管 4 0 における継手 4 2 b と遮断弁 4 4 との間の部分と連通し、他端が大気に開放されている。大気開放流路と、開閉弁 9 1 と、加温部 8 2 とは大気開放装置を構成する。

[0047] 可搬型荷役設備 3 は、開閉弁 9 1 の開閉、遮断弁 2 1 a の開閉、遮断弁 4 4 の開閉、並びに、第 1 緊急離脱装置 6 1 および第 2 緊急離脱装置 6 2 の離脱を制御する制御システム 1 0 0 を備える。制御システム 1 0 0 は、エア供給源 1 0 1 と、複数のエア配管 1 1 0 と、複数の電磁開閉弁 1 2 0 と、制御装置 1 0 2 とを備える。

[0048] エア供給源 1 0 1 は、複数のエア配管 1 1 0 を通じて、開閉弁 9 1 、遮断弁 2 1 a 、遮断弁 4 4 、第 1 緊急離脱装置 6 1 および第 2 緊急離脱装置 6 2 にエアを供給する。エア供給源 1 0 1 としては、例えば、コンプレッサや、

空気を充填したボンベなどが採用される。

- [0049] 複数のエア配管 110 は、第 1 エア配管 111 と、第 2 エア配管 112 と、第 3 エア配管 113 と、第 4 エア配管 114 と、第 5 エア配管 115 を含む。第 1 エア配管 111 は、エア供給源 101 から遮断弁 44 へエアを導く。第 2 エア配管 112 の一端は、船側エア配管 24 の一端に接続される。第 2 エア配管 112 と船側エア配管 24 とは、エア供給源 101 から遮断弁 21a へエアを導く。第 3 エア配管 113 は、エア供給源 101 から開閉弁 91 へエアを導く。第 4 エア配管 114 は、エア供給源 101 から第 1 緊急離脱装置 61 へエアを導く。第 5 エア配管 115 は、エア供給源 101 から第 2 緊急離脱装置 62 へエアを導く。なお、複数のエア配管 110 の一部または全部の配管は、互いに共通の配管を備えていてもよい。
- [0050] 第 2 エア配管 112 の少なくとも一部は、液体水素配管 40 および水素ガス配管 50 に比べて強度が低いチューブ 112a で構成されている。緊急時などに船舶 2 が岸辺から離れたときには、チューブ 112a が引きちぎられることによって船側エア配管 24 を可搬型荷役設備 3 とは互いに分離可能となっている。
- [0051] 複数の電磁開閉弁 120 は、第 1 エア配管 111 に設けられた第 1 電磁開閉弁 121 と、第 2 エア配管 112 に設けられた第 2 電磁開閉弁 122 と、第 3 エア配管 113 に設けられた第 3 電磁開閉弁 123 と、第 4 エア配管 114 に設けられた第 4 電磁開閉弁 124 と、第 5 エア配管 115 に設けられた第 5 電磁開閉弁 125 を含む。複数の電磁開閉弁 120 は、いずれも通電時に開状態となり、非通電時に閉状態となる、いわゆるノーマルクローズ型の電磁弁である。
- [0052] エア供給源 101、複数のエア配管 110、および複数の電磁開閉弁 120 は、制御装置 102 により制御されるエア供給装置を構成する。エア供給装置は、エア供給器に対応する。
- [0053] 制御装置 102 は、複数の電磁開閉弁 120 を制御することにより、開閉弁 91 の開閉、遮断弁 21a の開閉、遮断弁 44 の開閉、並びに、第 1 緊急

離脱装置 6 1 および第 2 緊急離脱装置 6 2 の離脱を制御する。制御装置 1 0 2 は、C P U 等の演算処理部および R O M、R A M などの記憶部を有している。また、複数の電磁開閉弁 1 2 0 の制御は、制御装置 1 0 2 において、記憶部に格納された所定のプログラムを演算処理部が実行することにより実現される。

[0054] (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 1 0 から船側低温タンク 2 0 に液体水素を移送するためのものである。また、以下の説明において、遮断弁 2 1 a、遮断弁 4 4、開閉弁 9 1 の開閉は、制御装置 1 0 2 により制御されて開閉されるものとし、これら以外の弁は、オペレータの手動操作により開閉されることとする。

[0055] まず可搬型荷役設備 3 を陸側低温タンク 1 0 および船側低温タンク 2 0 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 2 0 との間に可搬型荷役設備 3 を介在させる。第 1 ホース 4 2 を固定液管 4 1 および船側液管 2 1 に接続し、第 2 ホース 4 3 を固定液管 4 1 および陸側液管 1 1 に接続し、第 3 ホース 5 2 を固定ガス管 5 1 および船側ガス管 2 2 に接続し、第 4 ホース 5 3 を固定ガス管 5 1 および陸側ガス管 1 2 に接続する。また、第 2 エア配管 1 1 2 と船側エア配管 2 4 とを接続する。なお、図 1 では、図面の簡略化のため、第 1 ホース 4 2、第 2 ホース 4 3 のみ示し、第 3 ホース 5 2、第 4 ホース 5 3、第 2 エア配管 1 1 2、船側エア配管 2 4 は省略している。

[0056] 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 7 1 a、パージガス閉止弁 4 5、開閉弁 1 3 a、パージガス閉止弁 5 5、ベント弁 8 1 を開状態とし、エア供給系統における弁を除くこれら以外の弁を閉状態とし、その後、窒素ガス供給源

7 1 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 7 1 およびベント配管 8 0 より陸側部分の配管内の空気をベント配管 8 0 より排出する。

[0057] また、液体水素用の配管系統において、ボンベ開閉弁 7 1 a、遮断弁 4 4、開閉弁 2 3 a、パージガス閉止弁 5 4、ベント弁 8 1 を開状態とし、エア供給系統における弁を除くこれら以外の弁を閉状態とし、その後、窒素ガス供給源 7 1 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 7 1 およびベント配管 8 0 より船側部分の配管内の空気をベント配管 8 0 より排出する。

[0058] 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 7 2 a、パージガス閉止弁 4 5、開閉弁 1 3 a、パージガス閉止弁 5 5、ベント弁 8 1 を開状態とし、エア供給系統における弁を除くこれら以外の弁を閉状態とし、その後、水素ガス供給源 7 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 7 2 およびベント配管 8 0 より陸側部分の配管内の窒素ガスをベント配管 8 0 より排出する。

[0059] また、液体水素用の配管系統において、ボンベ開閉弁 7 2 a、遮断弁 4 4、開閉弁 2 3 a、パージガス閉止弁 5 4、ベント弁 8 1 を開状態とし、エア供給系統における弁を除くこれら以外の弁を閉状態とし、その後、水素ガス供給源 7 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 7 2 およびベント配管 8 0 より船側部分の配管内の窒素ガスをベント配管 8 0 より排出する。

[0060] 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 4 5、遮断弁 4 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 5 4、ベント弁 8 1 を開状態とし、エア供給系統における弁を除くこれら以外の弁を閉状態とする。そして、陸側液管 1 1、液体水素配管 4 0、船側液管 2 1 を通じて、陸側低温タンク 1 0 から船側低温タンク

ク 20 に液体水素を圧送する。液体水素の圧送は、例えばタンクローリー 1 の自己加圧方式により実現してもよいし、可搬型荷役設備 3 にポンプを備え付けることにより実現してもよい。

[0061] また、船側低温タンク 20 に液体水素を供給する間、船側ガス管 22、水素ガス配管 50、ベント配管 80 を通じて、船側低温タンク 20 内で液体水素が気化した水素ガスを排出できる。これにより、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 20 へ少ない動力で液体水素を圧送できる。

[0062] (緊急離脱方法)

次に、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時に、船舶 2 と可搬型荷役設備 3 とに分離する緊急離脱方法について説明する。なお、本実施形態で説明される緊急離脱方法は、制御装置 102 によるシーケンス制御により実行される。

[0063] まず第 1 工程として、遮断弁 44 と遮断弁 21 a とを閉じる。これにより、陸側低温タンク 10 から船側低温タンク 20 への液体水素の移送が阻止される。また、陸側液管 11、液体水素配管 40、船側液管 21 により構成された、陸側低温タンク 10 から船側低温タンク 20 に液体水素を導く液管において、閉状態となった遮断弁 44 と遮断弁 21 a の間の部分には、液体水素が高圧のまま残留した状態となっている。なお、遮断弁 44 および遮断弁 21 a とともに、遮断弁 11 a およびボイルオフガス閉止弁 22 a も閉じる。

[0064] 次に、第 2 工程として、開閉弁 91 を開く。ベント弁 81 は、液体水素移送中から開状態にあるため、開閉弁 91 を開くことで、遮断弁 44 と遮断弁 21 a の間に残留した液体水素が脱圧される。

[0065] 次に、第 3 工程として、第 1 緊急離脱装置 61 および第 2 緊急離脱装置 62 の離脱を開始する。第 1 緊急離脱装置 61 の動作中は僅かに液体水素が漏洩するが、遮断弁 44 と遮断弁 21 a の間に残留した液体水素の圧力が第 2 工程で抜けているため、液体水素の漏洩量は若干量に抑えられる。

- [0066] 以上に説明したように、本実施形態では、第1緊急離脱装置61の離脱前に、開閉弁91を開くことで、液管における遮断弁44と遮断弁21aの間の部分に残留した液体水素の圧力を低減することができる。これにより、残留した液体水素と大気圧との圧力差を低減でき、第1緊急離脱装置61の離脱時に液体水素の漏洩量を抑制することができる。
- [0067] さらに、ベント配管80に設けられた加温部82により液体水素またはそれが気化した水素ガスを加温することができる。これにより、ベント配管80を通じて液体水素が大気に流出することを防ぐことができ、また、ベント配管80の端部で大気に放出される水素ガスによって、液体空気が生成されることを抑制することができる。
- [0068] また、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へ液体水素を供給する間、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50、ベント配管80を通じて、大気へ放出できる。このため、船側低温タンク20の圧力上昇を抑制でき、陸側低温タンク10から船側低温タンク20内へ液体水素を少ない動力で移送することができる。また、加温部82を、船側低温タンク20内で気化した水素ガスを大気中に放出する際の加温と、第1緊急離脱装置61の離脱時の残留液体水素から気化した水素ガスを大気中に放出する際の加温に兼用できる。
- [0069] また、本実施形態では、接続配管90の口径が、液体水素配管40の口径以上である。このため、第1緊急離脱装置61の離脱前に、遮断弁44と遮断弁21aの間に残留した液体水素の脱圧を迅速に実行できる。また、接続配管90の口径は、パージガス用の船側接続配管23の口径より大きい。このため、上記第2工程において、船側接続配管23の開閉弁23aを開く場合に比べて、接続配管90の開閉弁91を開く方が、遮断弁44と遮断弁21aの間に残留した液体水素の脱圧を迅速に実行できる。
- [0070] ところで、空気および窒素は液体水素により固化するため、液体水素移送前に配管内を水素ガスで満たす必要がある。また、本実施形態では、可搬型荷役設備3が、液体水素配管40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 70 を備えるため、可搬型の荷役設備にて、配管内の空気を窒素ガスでパージし、その後、配管内の窒素ガスを水素ガスでパージできる。

[0071] また、本実施形態では、遮断弁 44 が閉じられた後で且つ第 1 緊急離脱装置 61 の離脱が開始される前に、制御装置 102 が、開閉弁 91 を開くよう開閉弁 91 の開閉を制御するため、第 1 緊急離脱装置 61 の離脱前に自動的に、遮断弁 44 と遮断弁 21a の間に残留した液体水素の圧力を低減できる。

[0072] また、本実施形態では、制御装置 102 は、開閉弁 91 の開閉に加え、遮断弁 44 の開閉並びに第 1 緊急離脱装置 61 の離脱を制御するため、遮断弁 44 を閉じて、開閉弁 91 を開き、その後、第 1 緊急離脱装置 61 を離脱させるという一連の手順を制御装置 102 により自動的に実行できる。

[0073] また、本実施形態では、制御装置 102 が、遮断弁 44 の開閉だけでなく、船側液管 21 に設けられた遮断弁 21a の開閉も制御する。このため、可搬型荷役設備 3 の制御装置 102 によって、可搬型荷役設備 3 が備える遮断弁 44 と、船側の機器である遮断弁 21a の双方を作動できる。このため、遮断弁 44 と遮断弁 21a とを容易に同時動作させることができる。

[0074] また、本実施形態では、船側の設備である遮断弁 21a を、エア供給の有無により駆動可能な構成としている。このため、遮断弁 21a に制御信号を送るための配線を船舶 2 に設けることなく、可搬型荷役設備 3 から遮断弁 21a を制御できる。

[0075] (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。

[0076] 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。

[0077] 第 1 緊急離脱装置 61 および第 2 緊急離脱装置 62 の位置は、上記実施形

態で説明されたものに限定されない。例えば、第1緊急離脱装置61は、液体水素配管40における第1ホース42でなく、固定液管41に設けられてもよい。第2緊急離脱装置62は、水素ガス配管50における第3ホース52でなく、固定ガス管51に設けられてもよい。

[0078] また、加温部82は、ベント配管80に設けられていなくてもよい。例えば加温部82は、水素ガス配管50における接続配管90との接続箇所90aとベント配管80との接続箇所80aと間の部分に設けられていてもよいし、接続配管90における接続箇所90aと開閉弁91との間の部分に設けられていてもよい。

[0079] また、上記実施形態では、パージガス供給装置70が、液体水素配管40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70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70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40に供給可能に構成されていてもよい。

[0080] また、制御装置102の制御対象は、エア供給装置に限定されない。例えば、制御装置102は、パージガス供給装置70、すなわちポンベ開閉弁71a、72aを制御してもよい。また、制御装置102は、パージガス閉止弁45、54、55、ベント弁81の一部または全部を制御してもよい。パージガス閉止弁45、54、55、ベント弁81、ポンベ開閉弁71a、72aの一部または全部もエア駆動弁でもよい。

[0081] 遮断弁21a、遮断弁44、開閉弁91は、エアが供給されなくなることにより閉状態から開状態に切り換わる、いわゆるノーマルオープン型の弁であってもよい。複数の電磁開閉弁120は、いずれも通電時に閉状態となり、非通電時に開状態となる、いわゆるノーマルオープン型の電磁弁である。

[0082] また、上記実施形態では、制御装置102が、開閉弁91の開閉、遮断弁21aの開閉、遮断弁44の開閉、並びに、第1緊急離脱装置61および第2緊急離脱装置62の離脱を制御したが、制御装置102は、これらのうちの一部のみ制御してもよく、制御装置102に制御されないものは、オペレ

ータによって手動操作されてもよい。

[0083] また、上記実施形態では、開閉弁 9 1 の開閉、遮断弁 2 1 a の開閉、遮断弁 4 4 の開閉、並びに、第 1 緊急離脱装置 6 1 および第 2 緊急離脱装置 6 2 の離脱を、エア供給源 1 0 1 からのエアの供給により制御したが、本開示はこれに限定されない。例えば、開閉弁 9 1、遮断弁 2 1 a、遮断弁 4 4、第 1 緊急離脱装置 6 1 および第 2 緊急離脱装置 6 2 は、それぞれ、電磁式、電動式、油圧式のいずれかであってもよいし、手動操作可能な構成であってもよい。また、第 1 緊急離脱装置 6 1 および第 2 緊急離脱装置 6 2 は、船舶 2 が強風などを受けて岸から離れる方向に移動することによって、所定値以上の荷重がかかったときに離脱するように構成されていてもよい。

[0084] また、上記実施形態では、第 2 工程において、開閉弁 9 1 を開いたが、本開示における緊急離脱方法はこれに限定されない。例えば上記実施形態で説明された配管系統において、開閉弁 9 1 の代わりに、船側の機器である開閉弁 2 3 a を開いてもよい。この場合でも、遮断弁 4 4 と遮断弁 2 1 a の間に残留した液体水素と大気圧との圧力差を低減でき、第 1 緊急離脱装置 6 1 の離脱時に液体水素の漏洩量を抑制することができる。

[0085] また、本開示に係る緊急離脱方法は、船側ガス管 2 2 や水素ガス配管 5 0 などを備えない液体水素移送システムにおいても適用可能である。

[0086] 例えば、図 3 に、変形例に係る可搬型荷役設備を含む液体水素移送システムの配管系統の一部を示す。図 3 に示す液体水素移送システムは、船側低温タンクおよび陸側低温タンクのうちの一方から他方に向かって液体水素を導く液管 1 3 1 と、液管 1 3 1 に設けられた緊急離脱装置 1 3 2 と、液管 1 3 1 における緊急離脱装置 1 3 2 と陸側低温タンクとの間の部分に設けられた第 1 遮断弁 1 3 3 と、液管 1 3 1 における緊急離脱装置 1 3 2 と船側低温タンクとの間の部分に設けられた第 2 遮断弁 1 3 4 と、一端が液管 1 3 1 における緊急離脱装置 1 3 2 と第 1 遮断弁 1 3 3 との間の部分に接続され、他端が大気開放された大気開放配管 1 4 0 と、大気開放配管 1 4 0 に設けられた開閉弁 1 4 1 を備える。なお、液管 1 3 1 は、陸側低温タンクから延びる陸

側液管と、船側低温タンクから延びる船側液管と、陸側液管および船側液管に接続される、可搬型荷役設備が有する液体水素配管とにより構成される。

図3において、陸側液管、船側液管および液体水素配管の互いの接続箇所などは省略する。このような液体水素移送システムにおいて、第1遮断弁133と第2遮断弁134とを閉じ、開閉弁141を開き、その後、緊急離脱装置132の離脱を開始することによって、上記実施形態と同様の効果が得られる。

[0087] なお、図3に示す液体水素移送システムにおいて、大気開放配管140における開閉弁141と大気開放された端部140aとの間には、加温部142が設けられていることが好適である。加温部142は、上記実施形態で説明された加温部82と同様の構造でよい。加温部142により、開閉弁141を通過した液体水素またはそれが気化した水素ガスを加温することができる。これにより、大気開放配管140を通じて液体水素が大気に流出することを防ぐことができ、また、大気開放配管140の端部140aで大気に放出される水素ガスによって、液体空気が生成されることを抑制することができる。

[0088] また、上記実施形態では、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方法を説明したが、本開示は、船側低温タンク20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。

[0089] 本明細書で開示する要素の機能は、開示された機能を実行するよう構成またはプログラムされた汎用プロセッサ、専用プロセッサ、集積回路、ASIC (Application Specific Integrated Circuits)、従来の回路、および/または、それらの組み合わせ、を含む回路または処理回路を使用して実行できる。プロセッサは、トランジスタやその他の回路を含むため、処理回路または回路と見なされる。本開示において、回路、ユニット、または手段は、列挙された機能を実行するハードウェアであるか、または、列挙された機能を実行するようにプログラムされたハードウェアである。ハードウェアは、本明細書に開示されているハードウェアであってもよいし、あるいは、列挙された

機能を実行するようにプログラムまたは構成されているその他の既知のハードウェアであってもよい。ハードウェアが回路の一種と考えられるプロセッサである場合、回路、手段、またはユニットはハードウェアとソフトウェアの組み合わせであり、ソフトウェアはハードウェアおよび/またはプロセッサの構成に使用される。

[0090] 本開示の一態様に係る液体水素用の可搬型荷役設備は、船側低温タンクと陸側低温タンクとの間に介在し、前記船側低温タンクと前記陸側低温タンクの一方から他方に液体水素を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緊急離脱装置と、前記液体水素配管における前記緊急離脱装置と前記第2継手との間の部分に配置された遮断弁と、一端が前記液体水素配管における前記第1継手と前記遮断弁との間の部分と連通し、他端が大気に開放された大気開放流路と、前記大気開放流路を開閉する開閉弁と、前記大気開放流路に配置され、前記大気開放流路により導かれる液体水素または液体水素が気化した水素ガスを加温する加温部と、を有する大気開放装置と、を備える。

[0091] この構成によれば、緊急離脱装置の離脱前に開閉弁を開くことで、液体水素配管における緊急離脱装置と遮断弁との間に残留した液体水素の圧力を低減することができる。これにより、残留した液体水素と大気圧との圧力差を低減でき、緊急離脱装置の離脱時に液体水素の漏洩量を抑制することができる。さらに、大気開放流路に設けられた加温部により液体水素またはそれが気化した水素ガスを加温することができる。これにより、大気開放流路を通じて液体水素が大気に流出することを防ぐことができ、また、大気開放流路を通じて大気に放出される水素ガスによって、液体空気が生成されることを抑制することができる。

[0092] 上記可搬型荷役設備は、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継手を有する水素ガス配管と、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、前記船側低温タンクから導かれた水素ガスを放出するベント配管と、前記緊急離脱装置である第1緊急離脱装置とは異なる、前記水素ガス配管に配置された第2緊急離脱装置と、前記液体水素配管における前記第1継手と前記遮断弁との間の部分と前記水素ガス配管とを接続する接続配管と、を備え、前記大気開放流路は、前記接続配管と、前記ベント配管と、前記水素ガス配管における前記接続配管と前記ベント配管との間の部分により形成され、前記開閉弁は、前記接続配管に配置され、前記加温部は、前記ベント配管、または、前記水素ガス配管における前記接続配管と前記ベント配管との間の部分に配置されていてもよい。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供給する間、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。このため、船側低温タンクの圧力上昇を抑制でき、陸側低温タンクから船側低温タンク内へ液体水素を少ない動力で移送することができる。また、加温部を、船側低温タンク内で気化した水素ガスを大気中に放出する際の加温と、緊急離脱時の残留液体水素から気化した水素ガスを大気中に放出する際の加温に兼用できる。

[0093] 前記接続配管の口径が、前記液体水素配管の口径以上であってもよい。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前に、第1緊急離脱装置と遮断弁との間に残留した液体水素の脱圧を迅速に実行できる。

[0094] 上記可搬型荷役設備は、前記液体水素配管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器を更に備えてもよい。空気および窒素は、液体水素により固化するため、液体水素移送前に配管内を水素ガスで満たす必要がある。上記構成によれば、可搬型の荷役設備にて、配管内の空気を窒素ガスでパージし、その後、配管内の窒素ガスを水素ガスでパージできる。

[0095] 上記可搬型荷役設備は、前記遮断弁が閉じられた後で且つ前記緊急離脱装置の離脱が開始される前に、前記開閉弁を開くよう前記開閉弁の開閉を制御

する制御装置を更に備えてもよい。この構成によれば、緊急離脱装置の離脱前に自動的に、緊急離脱装置と遮断弁との間に残留した液体水素の圧力を低減できる。

[0096] 前記制御装置は、前記開閉弁の開閉に加え、前記遮断弁の開閉並びに前記緊急離脱装置の離脱を制御してもよい。この構成によれば、遮断弁を閉じて、脱圧弁を開き、その後、緊急離脱装置を離脱させるという一連の手順を制御装置により自動的に実行できる。

[0097] 前記遮断弁は、第1遮断弁であり、前記船側液管には、第2遮断弁が配置されており、前記可搬型荷役設備は、前記第1遮断弁および前記第2遮断弁の双方の開閉を制御する制御装置を更に備えてもよい。この構成によれば、液体水素用の可搬型荷役設備の制御装置によって、可搬型荷役設備が備える第1遮断弁と、船側低温タンクから延びる船側液管の第2遮断弁の双方を作動できる。このため、第1遮断弁と第2遮断弁とを容易に同時動作させることができる。

[0098] 前記第1遮断弁および第2遮断弁は、それぞれ、エアが供給されるまたはエアが供給されなくなることにより閉状態と開状態との間で切り換わる第1エア駆動弁および第2エア駆動弁であり、前記可搬型荷役設備は、前記制御装置に制御され、前記第1エア駆動弁および前記第2エア駆動弁へエアを供給するエア供給器を更に備えてもよい。この構成によれば、船側の設備である第2遮断弁を、エア供給の有無により駆動可能な構成とすることによって、船側に第2遮断弁を制御するための制御線を設ける必要がない。

[0099] また、本開示の一態様に係る緊急離脱方法は、船側低温タンクおよび陸側低温タンクのうちの一方から他方に向かって液体水素を導く液管と、前記液管に配置された緊急離脱装置と、前記液管における前記緊急離脱装置と前記陸側低温タンクとの間の部分に配置された第1遮断弁と、前記液管における前記緊急離脱装置と前記船側低温タンクとの間の部分に配置された第2遮断弁と、前記液管における前記第1遮断弁と前記第2遮断弁との間の部分を大気開放可能な開閉弁と、を備える液体水素移送システムを、緊急時に船側と

陸側とに分離する緊急離脱方法であって、前記第 1 遮断弁と前記第 2 遮断弁とを閉じ、前記開閉弁を開き、前記第 1 遮断弁と前記第 2 遮断弁とを閉じることおよび前記開閉弁を開くことの後に、前記緊急離脱装置の離脱を開始する。

[0100] この方法によれば、緊急離脱装置の離脱前に開閉弁を開くことで、液管における第 1 遮断弁と第 2 遮断弁との間に残留した液体水素の圧力を低減することができる。これにより、残留した液体水素と大気圧との圧力差を低減でき、緊急離脱装置の離脱時に液体水素の漏洩量を抑制することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 船側低温タンクと陸側低温タンクとの間に介在し、前記船側低温タンクと前記陸側低温タンク的一方から他方に液体水素を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緊急離脱装置と、
- 前記液体水素配管における前記緊急離脱装置と前記第2継手との間の部分に配置された遮断弁と、
- 一端が前記液体水素配管における前記第1継手と前記遮断弁との間の部分と連通し、他端が大気に開放された大気開放流路と、前記大気開放流路を開閉する開閉弁と、前記大気開放流路に配置され、前記大気開放流路により導かれる液体水素または液体水素が気化した水素ガスを加温する加温器と、を有する大気開放装置と、
- を備える、液体水素用の可搬型荷役設備。
- [請求項2] 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継手を有する水素ガス配管と、
- 一端が前記水素ガス配管に接続され、他端が大気に開放された、前記船側低温タンクから導かれた水素ガスを放出するベント配管と、
- 前記緊急離脱装置である第1緊急離脱装置とは異なる、前記水素ガス配管に配置された第2緊急離脱装置と、
- 前記液体水素配管における前記第1継手と前記遮断弁との間の部分と前記水素ガス配管とを接続する接続配管と、を備え、
- 前記大気開放流路は、前記接続配管と、前記ベント配管と、前記水素ガス配管における前記接続配管と前記ベント配管との間の部分により形成され、
- 前記開閉弁は、前記接続配管に配置され、

前記加温部は、前記ベント配管、または、前記水素ガス配管における前記接続配管と前記ベント配管との間の部分に配置されている、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] 前記接続配管の口径が、前記液体水素配管の口径以上である、請求項 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器を更に備える、請求項 1 ～ 3 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5] 前記遮断弁が閉じられた後で且つ前記緊急離脱装置の離脱が開始される前に、前記開閉弁を開くよう前記開閉弁の開閉を制御する制御装置を更に備える、請求項 1 ～ 4 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6] 前記制御装置は、前記開閉弁の開閉に加え、前記遮断弁の開閉並びに前記緊急離脱装置の離脱を制御する、請求項 5 に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。

[請求項7] 前記遮断弁は、第 1 遮断弁であり、
前記船側液管には、第 2 遮断弁が配置されており、
前記可搬型荷役設備は、前記第 1 遮断弁および前記第 2 遮断弁の双方の開閉を制御する制御装置を更に備える、請求項 1 ～ 4 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8] 前記第 1 遮断弁および第 2 遮断弁は、それぞれ、エアが供給されるまたはエアが供給されなくなることにより閉状態と開状態との間で切り換わる第 1 エア駆動弁および第 2 エア駆動弁であり、
前記可搬型荷役設備は、前記制御装置に制御され、前記第 1 エア駆動弁および前記第 2 エア駆動弁へエアを供給するエア供給器を更に備える、請求項 7 に記載の液体水素用の可搬型荷役設備。

[請求項9] 船側低温タンクおよび陸側低温タンクのうちの一方から他方に向かって液体水素を導く液管と、前記液管に配置された緊急離脱装置と、

前記液管における前記緊急離脱装置と前記陸側低温タンクとの間の部分に配置された第 1 遮断弁と、前記液管における前記緊急離脱装置と前記船側低温タンクとの間の部分に配置された第 2 遮断弁と、前記液管における前記第 1 遮断弁と前記第 2 遮断弁との間の部分を大気開放可能な開閉弁と、を備える液体水素移送システムを、緊急時に船側と陸側とに分離する緊急離脱方法であって、

前記第 1 遮断弁と前記第 2 遮断弁とを閉じ、

前記開閉弁を開き、

前記第 1 遮断弁と前記第 2 遮断弁とを閉じることおよび前記開閉弁を開くことの後に、前記緊急離脱装置の離脱を開始する、緊急離脱方法。