

明 細 書

発明の名称：

浮体、液化二酸化炭素の積込方法、液化二酸化炭素の揚荷方法

技術分野

[0001] 本開示は、浮体、液化二酸化炭素の積込方法、液化二酸化炭素の揚荷方法に関する。

本願は、2020年10月28日に、日本に出願された特願2020-180559号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献1に開示された燃料タンクは、液化ガス（LNG:Liquefied Natural Gas）を燃料タンクに積み込むための積込配管（パイプライン）を備える構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2018-528119号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、タンク内に液化二酸化炭素を収容する場合、以下のような理由により、液化二酸化炭素が凝固してドライアイスが生成される可能性がある。すなわち、タンク内で開口する積込配管や揚荷配管の配管下端における液化二酸化炭素の圧力は、タンク運用圧に応じたものとなる。特許文献1に開示されたような構成では、積込配管や揚荷配管において最も高い位置となる配管頂部は、タンク内の最高液位よりも上方に位置する。配管頂部における液化二酸化炭素の圧力は、配管下端における液化二酸化炭素の圧力に対し、タンク内の液化二酸化炭素の液面と配管頂部との高低差によるヘッド圧に応じた分だけ低くなる。つまり、積込配管や揚荷配管においては、配管頂部における液化二酸化炭素の圧力が、タンク内における液化二酸化炭素の圧力よ

りも低くなる。

[0005] 液化二酸化炭素は、気相、液相、固相が共存する三重点の圧力（三重点圧力）が、LNGやLPGの三重点圧力に比較して高く、運用時におけるタンク運用圧との差異が小さい。その結果、タンク運用圧（タンクの設計圧力）によっては、液化二酸化炭素の圧力が最も低くなる配管頂部において、液化二酸化炭素の圧力が三重点圧力以下となり、液化二酸化炭素のフラッシュ蒸発が生じることがある。すると、液化二酸化炭素のフラッシュ蒸発の蒸発潜熱により、蒸発せずに残った液化二酸化炭素の温度低下が生じ、配管頂部内で液化二酸化炭素が凝固してドライアイスが生成される。積込配管や揚荷配管内でドライアイスが生成されると、配管内における液化二酸化炭素の流れが阻害され、液化二酸化炭素の積込・揚荷作業に影響を及ぼすことがある。

[0006] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、配管内のドライアイス生成を抑え、液化二酸化炭素の積込・揚荷作業を円滑に行うことができる浮体、液化二酸化炭素の積込方法、液化二酸化炭素の揚荷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

[0007] 上記課題を解決するために、本開示に係る浮体は、浮体本体と、タンクと、積込配管と、を備える。前記タンクは、前記浮体本体に配置されている。前記タンクは、液化二酸化炭素を貯留可能である。前記積込配管は、外部から供給される液化二酸化炭素を前記タンク内に放出する。前記積込配管は、第一積込配管と、第二積込配管と、を備える。第一積込配管は、前記タンクの外部に配置されている。前記第一積込配管は、第一の内径を有している。前記第二積込配管は、一端が前記第一積込配管に接続されるとともに、他端が前記タンク内で開口している。前記第二積込配管は、前記第一の内径よりも小さい第二の内径を有している。

[0008] 本開示に係る浮体は、浮体本体と、複数のタンクと、揚荷配管と、移送配管と、を備えている。前記タンクは、前記浮体本体に配置されている。前記タンクは、液化二酸化炭素を貯留可能である。前記揚荷配管は、複数の前記

タンクのそれぞれに設けられている。前記揚荷配管は、前記タンク内の液化二酸化炭素を前記浮体本体の外部に送り出す。前記移送配管は、第一の前記タンクと第二の前記タンクとの間に跨がるように配置されている。前記移送配管は、前記第一のタンク内と前記第二のタンク内とを連通させる。前記移送配管は、第一移送配管と、第二移送配管と、を備えている。前記第一移送配管は、前記第一のタンク側に配置されている。前記移送配管は、第一の内径を有している。前記第二移送配管は、一端が前記第一移送配管に接続されるとともに、他端が前記第二のタンク内で開口している。前記第二移送配管は、前記第一の内径よりも小さい第二の内径を有している。

[0009] 本開示に係る液化二酸化炭素の積込方法は、上記したような浮体における、液化二酸化炭素の積込方法である。液化二酸化炭素の積込方法は、前記第一積込配管から前記第二積込配管を通して前記タンク内に液化二酸化炭素を積み込む工程と、前記タンク内の液化二酸化炭素の液位が定められた液位に到達したら、前記第一積込配管から前記第三積込配管を通して前記タンク内に液化二酸化炭素を積み込む工程と、を含む。

[0010] 本開示に係る液化二酸化炭素の揚荷方法は、上記したような浮体における、液化二酸化炭素の揚荷方法である。液化二酸化炭素の揚荷方法は、前記第一のタンク内を加圧することで、前記第一のタンク内の液化二酸化炭素を、前記第一移送配管から前記第二移送配管を通して前記第二のタンク内に移送する工程と、前記第二のタンク内の液化二酸化炭素の液位が定められた液位に到達したら、前記第一のタンク内の液化二酸化炭素を、前記第一移送配管から前記第三移送配管を通して前記第二のタンク内に移送する工程と、前記第二のタンク内の前記液化二酸化炭素を、前記揚荷配管により前記第二のタンクの外部に送り出す工程と、を含む。

発明の効果

[0011] 本開示の浮体、液化二酸化炭素の積込方法、液化二酸化炭素の揚荷方法によれば、配管内のドライアイス生成を抑え、積込・揚荷作業を円滑に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の各実施形態に係る浮体としての船舶の概略構成を示す平面図である。

[図2]本開示の第一実施形態に係る船舶に設けられたタンク、積込配管、揚荷配管を示す図であり、図1のⅠ－Ⅰ矢視断面図である。

[図3]本開示の第二実施形態に係る船舶に設けられたタンク、積込配管、揚荷配管を示す断面図である。

[図4]本開示の第二実施形態に係る液化二酸化炭素の積込方法の手順を示すフローチャートである。

[図5]本開示の第二実施形態に係る液化二酸化炭素の積込方法で、第二積込配管を通して液化二酸化炭素を積み込んでいる状態を示す断面図である。

[図6]本開示の第二実施形態に係る液化二酸化炭素の積込方法で、第三積込配管を通して液化二酸化炭素を積み込んでいる状態を示す断面図である。

[図7]本開示の第三実施形態に係る船舶に設けられたタンク、積込配管、揚荷配管を示す断面図である。

[図8]本開示の第四実施形態に係る船舶に設けられたタンク、積込配管、揚荷配管を示す断面図である。

[図9]本開示の第四実施形態に係る液化二酸化炭素の揚荷方法の手順を示すフローチャートである。

[図10]本開示の第四実施形態に係る液化二酸化炭素の揚荷方法で、第二積込配管を通して液化二酸化炭素を移送している状態を示す断面図である。

[図11]本開示の第四実施形態に係る液化二酸化炭素の揚荷方法で、第三積込配管を通して液化二酸化炭素を移送している状態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の実施形態に係る浮体、液化二酸化炭素の積込方法、液化二酸化炭素の揚荷方法について、図1～図11を参照して説明する。

<第一実施形態>

(船舶の構成)

図 1 に示すように、本開示の実施形態において、浮体である船舶 1 は、液化二酸化炭素を運搬する。この船舶 1 は、浮体本体としての船体 2 と、タンク設備 10A と、を少なくとも備えている。

[0014] (船体の構成)

船体 2 は、その外殻をなす、一对の舷側 3A, 3B と、船底 (図示無し) と、上甲板 5 と、を有している。舷側 3A, 3B は、左右舷側をそれぞれ形成する一对の舷側外板を有する。船底 (図示無し) は、これら舷側 3A, 3B を接続する船底外板を有する。これら一对の舷側 3A, 3B 及び船底 (図示無し) により、船体 2 の外殻は、船首尾方向 Da に直交する断面において、U 字状を成している。この実施形態で例示する上甲板 5 は、外部に露出する全通甲板である。船体 2 には、船尾 2b 側の上甲板 5 上に、居住区を有する上部構造 7 が形成されている。

[0015] 船体 2 内には、上部構造 7 よりも船首 2a 側に、貨物搭載区画 (ホールド) 8 が形成されている。貨物搭載区画 8 は、上甲板 5 に対して下方の船底に向けて凹み、上方に開口している。

[0016] (タンク設備の構成)

タンク設備 10A は、貨物搭載区画 8 内に、船首尾方向 Da に沿って、複数が配置されている。本開示の実施形態において、タンク設備 10A は、船首尾方向 Da に間隔を空けて二個配置されている。

[0017] 図 2 に示すように、タンク設備 10A は、タンク 11 と、積込配管 20A と、揚荷配管 30 と、を少なくとも備えている。

この実施形態において、タンク 11 は、船体 2 に配置されている。タンク 11 は、例えば、水平方向に延びる円筒状をなす。タンク 11 は、その内部に液化二酸化炭素 L を収容する。タンク本体は、筒状部 12 と、端部球状部 13 と、を備えている。筒状部 12 は、水平方向を長手方向 Dx として延びている。この実施形態において、筒状部 12 は、長手方向 Dx に直交する断面形状が円形の、円筒状に形成されている。端部球状部 13 は、筒状部 12 の長手方向 Dx の両端部にそれぞれ配置されている。各端部球状部 13 は、

半球状で、筒状部 1 2 の長手方向 D x 両端の開口を閉塞している。なお、タンク 1 1 は、円筒状に限られるものではなく、タンク 1 1 は球形、方形等であってもよい。

[0018] 積込配管 2 0 A は、陸上の液化二酸化炭素供給施設等、船外から供給される液化二酸化炭素 L をタンク 1 1 内に積み込む。積込配管 2 0 A は、第一積込配管 2 1 と、第二積込配管 2 2 と、を備えている。

[0019] 第一積込配管 2 1 は、船外の液化二酸化炭素供給施設等から液化二酸化炭素が供給される供給管（図示無し）が着脱可能に接続される。第一積込配管 2 1 は、タンク 1 1 の外部に配置されている。この実施形態における第一積込配管 2 1 は、タンク 1 1 の上下方向 D v の上方で、水平方向に延びている。第一積込配管 2 1 は、第一の内径 D 1 を有している。

[0020] 第二積込配管 2 2 の一端 2 2 a（言い換えれば、上下方向 D v における上側端）は、第一積込配管 2 1 に接続されている。第二積込配管 2 2 は、タンク 1 1 の頂部を貫通してタンク 1 1 の外部から内部に延びている。第二積込配管 2 2 は、タンク 1 1 内で上下方向 D v に延びている。第二積込配管 2 2 の他端 2 2 b（言い換えれば、上下方向 D v における下側端）は、タンク 1 1 内の下部で下方を向いて開口している。第二積込配管 2 2 は、第一の内径 D 1 よりも小さい第二の内径 D 2 を有している。この実施形態において、第二積込配管 2 2 は、その全長にわたって第二の内径 D 2 を有している。第二積込配管 2 2 は、他端 2 2 b 側の一定長のみを、第二の内径 D 2 で形成し、一端 2 2 a 側は、第一積込配管 2 1 と同じ第一の内径 D 1 で形成してもよい。

[0021] 揚荷配管 3 0 は、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L を、陸上の液化二酸化炭素供給施設等、船外に送出する。揚荷配管 3 0 は、タンク 1 1 の外部からタンク 1 1 の頂部を貫通し、タンク 1 1 の内部に延びている。揚荷配管 3 0 の先端部は、タンク 1 1 内の下部に配置されている。揚荷配管 3 0 の先端部には、ポンプ 3 1 が設けられている。ポンプ 3 1 は、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L を吸い込む。揚荷配管 3 0 は、ポンプ 3 1 で吸い込んだ液化二酸化炭素 L を送り出す。

化炭素Lを、タンク11外（船外）に送出する。

[0022] （作用効果）

上述したような船舶1では、液化二酸化炭素Lが、第一積込配管21から第二積込配管22を通してタンク11内に積み込まれる。第二積込配管22の第二の内径D2は、第一積込配管21の第一の内径D1よりも小さい。そのため、第二積込配管22では、第一積込配管21よりも、圧力損失 ΔP が大きくなる。

[0023] ここで、積込配管20Aの配管頂部における液化二酸化炭素Lの圧力 P_L は、下式（1）で表される。

$$P_L = P_T - \rho g (h_2 - h_1) / 1000 + \Delta P \quad \cdots (1)$$

ただし、

P_L ：積込配管20Aの配管頂部における液化二酸化炭素Lの圧力（kPaG）

P_T ：タンク11の上部における液化二酸化炭素Lの圧力（kPaG）

ρ ：液化二酸化炭素Lの液密度（kg/m³）

g ：重力加速度（m/s²）

h_2 ：タンク11の最下部から積込配管20Aの配管頂部までの高さ（m）

h_1 ：タンク11の最下部から液化二酸化炭素Lの液面までの高さ（m）

[0024] 上式（1）により、積込配管20Aの配管頂部における液化二酸化炭素Lの圧力（ P_L ）は、圧力損失 ΔP の分だけ高められる。積込配管20Aの配管頂部における液化二酸化炭素Lの圧力が高められることで、液化二酸化炭素Lの圧力が三重点圧力に近づくことが抑えられる。これにより、積込配管20A内で液化二酸化炭素Lが凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。その結果、タンク11内に液化二酸化炭素Lを収容する場合において、積込配管20A内のドライアイス生成を抑え、積込作業を円滑に行うことが可能となる。

[0025] <第二実施形態>

次に、本開示に係る浮体、液化二酸化炭素の積込方法の第二実施形態について説明する。以下に説明する第二実施形態においては、第一実施形態と第三積込配管 23 を備える構成のみが異なるので、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

[0026] 図 3 に示すように、タンク設備 10B は、タンク 11 と、積込配管 20B と、揚荷配管 30 と、を少なくとも備えている。

積込配管 20B は、陸上の液化二酸化炭素供給施設等、船外から供給される液化二酸化炭素 L をタンク 11 内に積み込む。積込配管 20B は、第一積込配管 21 と、第二積込配管 22 と、第三積込配管 23 と、を備えている。

[0027] 第一積込配管 21 は、船外の液化二酸化炭素供給施設等から液化二酸化炭素が供給される供給管（図示無し）が着脱可能に接続される。第一積込配管 21 は、タンク 11 の外部に配置されている。第一実施形態の同様に、第一積込配管 21 は、タンク 11 の上下方向 Dv の上方で、水平方向に延びている。第一積込配管 21 は、第一の内径 D1 を有している。

[0028] 第二積込配管 22 の一端 22a（言い換えれば、上下方向 Dv における上側端）は、第一積込配管 21 に接続されている。第二積込配管 22 は、タンク 11 の頂部を貫通してタンク 11 の外部から内部に延びている。第二積込配管 22 は、タンク 11 内で上下方向 Dv に延びている。第二積込配管 22 の他端 22b（言い換えれば、上下方向 Dv における上側端）は、タンク 11 内の下部で下方を向いて開口している。第二積込配管 22 は、第一の内径 D1 よりも小さい第二の内径 D2 を有している。

[0029] 第三積込配管 23 の基端 23a（言い換えれば、上下方向 Dv における上側端）は、第一積込配管 21 に接続されている。第三積込配管 23 は、タンク 11 の頂部を貫通してタンク 11 の外部から内部に延びている。第三積込配管 23 は、タンク 11 内で上下方向 Dv に延びている。第三積込配管 23 の先端 23b（言い換えれば、上下方向 Dv における下側端）は、タンク 11 内の下部で下方を向いて開口している。第三積込配管 23 は、第二の内径 D2 よりも大きい第三の内径 D3 を有している。なお、第三の内径 D3 は、

第一積込配管 2 1 の第一の内径 D 1 と同一であってもよい。

[0030] 第二積込配管 2 2 には、開閉弁 2 4 が設けられている。この開閉弁 2 4 は、第二積込配管 2 2 を開閉する。同様に、第三積込配管 2 3 には、開閉弁 2 5 が設けられている。開閉弁 2 5 は、第三積込配管 2 3 を開閉する。

[0031] (液化二酸化炭素の積込方法の手順)

図 4 に示すように、本開示の実施形態に係る液化二酸化炭素の積込方法 S 1 は、第二積込配管 2 2 を通して液化二酸化炭素 L を積み込む工程 S 2 と、第三積込配管 2 3 を通して液化二酸化炭素 L を積み込む工程 S 3 と、を含んでいる。

[0032] 図 5 に示すように、第二積込配管 2 2 を通して液化二酸化炭素 L を積み込む工程 S 2 では、開閉弁 2 4 を開状態、開閉弁 2 5 を閉状態とする。これにより、第一積込配管 2 1 と第二積込配管 2 2 とが連通された状態になる。この状態で、船外から供給される液化二酸化炭素 L は、第一積込配管 2 1 から第二積込配管 2 2 を通してタンク 1 1 内に送り込まれる。このとき、第二積込配管 2 2 の第二の内径 D 2 は、第一積込配管 2 1 の第一の内径 D 1 よりも小さい。そのため、第二積込配管 2 2 における圧力損失 ΔP が大きくなり、積込配管 2 0 A 内でドライアイスが生成されることを抑えつつ、液化二酸化炭素 L の積込が行われる。

[0033] 図 6 に示すように、その後、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が、予め定めた規定液位に到達したら、第三積込配管 2 3 を通して液化二酸化炭素 L を積み込む工程 S 3 に移行する。これには、開閉弁 2 4 を閉状態、開閉弁 2 5 を開状態にする。これにより、第一積込配管 2 1 と第三積込配管 2 3 とが連通された状態になる。上記のようにタンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が上がり、規定液位に達すると、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L と積込配管 2 0 B の配管頂部との差圧が小さくなる。これにより、積込配管 2 0 B の配管頂部で液化二酸化炭素 L が凝固しにくい状態となる。

[0034] このような状態で実施される工程 S 3 では、船外から供給される液化二酸化炭素 L を、第一積込配管 2 1 から第三積込配管 2 3 を通してタンク 1 1 内

に送り込むことができる。第三積込配管 2 3 の第三の内径 D 3 は、第二積込配管 2 2 の第二の内径 D 2 よりも大きい。そのため、工程 S 2 に比較し、第三積込配管 2 3 を通してタンク 1 1 内に供給する液化二酸化炭素 L の流量を増大させることができる。

[0035] (作用効果)

上述した第二実施形態の船舶 1、液化二酸化炭素 L の積込方法 S 1 では、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が低いときには、液化二酸化炭素 L を、第一積込配管 2 1 から第二積込配管 2 2 を通してタンク 1 1 内に積み込むようにしている。そして、第二積込配管 2 2 の第二の内径 D 2 は、第一積込配管 2 1 の第一の内径 D 1 よりも小さいため、第二積込配管 2 2 で生じる圧力損失 ΔP により、積込配管 2 0 B の配管頂部における液化二酸化炭素 L の圧力が高められる。これにより、積込配管 2 0 B 内で液化二酸化炭素 L が凝固してドライアイスが生成されることを抑えられる。その結果、タンク 1 1 内に液化二酸化炭素 L を収容する場合において、積込配管 2 0 B 内のドライアイス生成を抑え、積込作業を円滑に行うことが可能となる。

また、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が上がり、規定液位に達した後は、第三積込配管 2 3 を通して液化二酸化炭素 L をタンク 1 1 に積み込む。これにより、液化二酸化炭素 L の積込を短時間で行うことが可能となる。

[0036] <第三実施形態>

次に、本開示に係る浮体、液化二酸化炭素の積込方法の第三実施形態について説明する。以下に説明する第三実施形態においては、上述した第一、第二実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図 7 に示すように、タンク設備 1 0 C は、複数のタンク 1 1 と、積込配管 2 0 C と、揚荷配管 3 0 と、移送配管 4 0 C と、を少なくとも備えている。

積込配管 2 0 C は、陸上の液化二酸化炭素供給施設等、船外から供給される液化二酸化炭素 L をタンク 1 1 内に積み込む。この第三実施形態の積込配

管 20C は、複数のタンク 11 のそれぞれに一つずつ設けられている。

[0037] 揚荷配管 30 は、各タンク 11 内の液化二酸化炭素 L を、陸上の液化二酸化炭素供給施設等、船外に送出する。揚荷配管 30 は、タンク 11 の外部からタンク 11 の頂部を貫通し、タンク 11 の内部に延びている。揚荷配管 30 の先端部は、タンク 11 内の下部に配置されている。揚荷配管 30 の先端部には、ポンプ 31 が備えられている。ポンプ 31 は、タンク 11 内の液化二酸化炭素 L を吸い込む。揚荷配管 30 は、ポンプ 31 で吸い込んだ液化二酸化炭素 L を、タンク 11 外（船外）に送出する。この第三実施形態の揚荷配管 30 も、積込配管 20C と同様に、複数のタンク 11 のそれぞれに一つずつ設けられている。なお、以下の説明においては、複数のタンク 11 として第一のタンク 11P と第二のタンク 11Q との二つを備える場合を一例にして説明する。

[0038] 移送配管 40C は、第一のタンク 11P と第二のタンク 11Q との間に跨がるように配置されている。移送配管 40C は、第一のタンク 11P 内と第二のタンク 11Q 内とを連通させている。この移送配管 40C により、第一のタンク 11P から第二のタンク 11Q に液化二酸化炭素 L を移送することが可能になっている。移送配管 40C は、第一移送配管 41 と、第二移送配管 42 と、を備えている。

[0039] 第一移送配管 41 は、第一のタンク 11P 側に配置されている。この第一移送配管 41 の第一端 41a は、第一のタンク 11P 内に挿入され、第一のタンク 11P 内の下部で下方を向いて開口している。第一移送配管 41 は、第一端 41a から上方に向かって延びて、第一のタンク 11P の外部に至っている。第一移送配管 41 のうち第一のタンク 11P と第二のタンク 11Q との双方の外部に配置されている中間部 41b は、第一のタンク 11P 及び第二のタンク 11Q の上方で水平方向に延びている。上記第一移送配管 41 は、第一の内径 D11 を有している。

[0040] 第二移送配管 42 の一端 42a は、第一移送配管 41 に接続されている。第二移送配管 42 は、第二のタンク 11Q の頂部を貫通して第二のタンク 1

1 Qの外部から内部に延びている。第二移送配管4 2は、第二のタンク1 1 Q内で上下方向D vに延びている。第二移送配管4 2の他端4 2 bは、第二のタンク1 1 Q内の下部で下方を向いて開口している。第二移送配管4 2は、第一の内径D 1 1よりも小さい第二の内径D 1 2を有している。この第三実施形態において、第二移送配管4 2は、その全長にわたって第二の内径D 1 2を有している。第二移送配管4 2は、他端4 2 b側の一定長のみを、第二の内径D 1 2で形成し、一端4 2 a側は、第一移送配管4 1と同じ第一の内径D 1 1で形成してもよい。

[0041] 移送配管4 0 Cには、開閉弁4 5が設けられている。開閉弁4 5は、移送配管4 0 Cを開閉する。開閉弁4 5は、通常時は閉状態とされている。

各タンク1 1（第一のタンク1 1 P、第二のタンク1 1 Q）において、タンク1 1内の液化二酸化炭素Lを揚荷する場合は、各タンク1 1内で、揚荷配管3 0に設けられたポンプ3 1を作動させる。すると、ポンプ3 1によって、タンク1 1内の液化二酸化炭素Lが吸い込まれ、揚荷配管3 0を通して船外に送出される。

[0042] 第一のタンク1 1 Pのポンプ3 1が、故障等によって所要の機能を発揮できない状態となった場合、開閉弁4 5を開状態とする。すると、移送配管4 0 Cを通して、第一のタンク1 1 P内と第二のタンク1 1 Q内とが連通する。この状態で、第一のタンク1 1 P以外の他のタンク（例えば、第二のタンク1 1 Q）内の加圧用ガスG p（例えばボイルオフガス）を、不図示の加圧用ガス管を通して第一のタンク1 1 Pに挿入する。すると、第一のタンク1 1 P内の気相の圧力が高まり、第一のタンク1 1 P内の液化二酸化炭素Lが加圧される。これにより、第一のタンク1 1 P内の気相の圧力と第二のタンク1 1 Q内の気相の圧力との圧力差により、第一のタンク1 1 P内の液化二酸化炭素Lが、移送配管4 0 C（第一移送配管4 1、第二移送配管4 2）を通して、第二のタンク1 1 Q内に送り込まれる。第一のタンク1 1 Pから第二のタンク1 1 Q内に移送された液化二酸化炭素Lは、第二のタンク1 1 Qの揚荷配管3 0に設けられたポンプ3 1により、揚荷配管3 0を通して船外

に送出される。

[0043] (作用効果)

上述したような船舶 1 では、液化二酸化炭素 L が、第一移送配管 4 1 から第二移送配管 4 2 を通して第一のタンク 1 1 P から第二のタンク 1 1 Q に移送される。第二のタンク 1 1 Q に移送された液化二酸化炭素 L は、第二のタンク 1 1 Q の揚荷配管 3 0 を通して外部に送り出される。このようにして、第一のタンク 1 1 P の揚荷配管 3 0 で揚荷作業が行えない場合であっても、第一のタンク 1 1 P 内の液化二酸化炭素 L を、第二のタンク 1 1 Q を介して外部に揚荷することができる。

そして、第二移送配管 4 2 の第二の内径 D 1 2 が、第一移送配管 4 1 の第一の内径 D 1 1 よりも小さいため、第二移送配管 4 2 では、第一移送配管 4 1 よりも、圧力損失 ΔP が大きくなり、移送配管 4 0 C を流通する液化二酸化炭素 L の圧力を圧力損失 ΔP の分だけ高めることができる。そのため、移送配管 4 0 C の配管頂部における液化二酸化炭素 L の圧力が高められ、液化二酸化炭素 L の圧力が三重点圧力に近づくことを抑えることができる。これにより、移送配管 4 0 C 内で液化二酸化炭素 L が凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。その結果、移送配管 4 0 C により第一のタンク 1 1 P から第二のタンク 1 1 Q に液化二酸化炭素 L を移送する場合においても、移送配管 4 0 C 内のドライアイス生成を抑え、移送作業及び揚荷作業を円滑に行うことが可能となる。

[0044] <第四実施形態>

次に、本開示に係る浮体、液化二酸化炭素の揚荷方法の第四の実施形態について説明する。以下に説明する第四の実施形態においては、第三実施形態に対し、第三移送配管 4 3 を備える構成のみが異なるので、第三実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

[0045] 図 8 に示すように、タンク設備 1 0 D は、複数のタンク 1 1 と、複数の積込配管 2 0 C と、複数の揚荷配管 3 0 と、移送配管 4 0 D と、を少なくとも備えている。なお、この第四実施形態においても、タンク 1 1 が二つ（第一

のタンク 1 1 P 及び第二のタンク 1 1 Q) の場合を一例にして説明する。

[0046] 移送配管 4 0 D は、第一のタンク 1 1 P と第二のタンク 1 1 Q との間に跨がるように配置されている。移送配管 4 0 D は、第一のタンク 1 1 P から第二のタンク 1 1 Q に液化二酸化炭素 L を移送する。移送配管 4 0 D は、第一移送配管 4 1 と、第二移送配管 4 2 と、第三移送配管 4 3 と、を備えている。

[0047] 第一移送配管 4 1 は、第一のタンク 1 1 P 側に配置されている。この第一移送配管 4 1 の第一端 4 1 a は、第一のタンク 1 1 P 内に挿入され、第一のタンク 1 1 P 内の下部で下方を向いて開口している。第一移送配管 4 1 のうち、第一のタンク 1 1 P と第二のタンク 1 1 Q との双方の外部に配置されている中間部 4 1 b は、第一のタンク 1 1 P 及び第二のタンク 1 1 Q の上方で水平方向に延びている。上記第一移送配管 4 1 は、第一の内径 D 1 1 を有している。

[0048] 第二移送配管 4 2 の一端 4 2 a (言い換えれば、上下方向 D v における上側端) は、第一移送配管 4 1 に接続されている。第二移送配管 4 2 は、第二のタンク 1 1 Q の頂部を貫通して第二のタンク 1 1 Q の外部から内部に延びている。第二移送配管 4 2 は、第二のタンク 1 1 Q 内で上下方向 D v に延びている。第二移送配管 4 2 の他端 4 2 b は、第二のタンク 1 1 Q 内の下部で下方を向いて開口している。第二移送配管 4 2 は、第一の内径 D 1 1 よりも小さい第二の内径 D 1 2 を有している。

[0049] 第三移送配管 4 3 の基端 4 3 a (言い換えれば、上下方向 D v における上側端) は、第一移送配管 4 1 に接続されている。第三移送配管 4 3 は、第二のタンク 1 1 Q の頂部を貫通して第二のタンク 1 1 Q の外部から内部に延びている。第三移送配管 4 3 は、第二のタンク 1 1 Q 内で上下方向 D v に延びている。第三移送配管 4 3 の先端 4 3 b (言い換えれば、上下方向 D v における下側端) は、タンク 1 1 内の下部で下方を向いて開口している。第三移送配管 4 3 は、第二の内径 D 2 よりも大きい第三の内径 D 1 3 を有している。なお、第三の内径 D 1 3 は、第一移送配管 4 1 の第一の内径 D 1 1 と同一

であってもよい。

- [0050] 第二移送配管42には、開閉弁46が設けられている。開閉弁46は、第二移送配管42を開閉する。第三移送配管43には、開閉弁47が設けられている。開閉弁47は、第三移送配管43を開閉する。開閉弁46、47は、通常時は閉状態とされている。

各タンク（第一のタンク11P、第二のタンク11Q）において、タンク11内の液化二酸化炭素Lを揚荷する場合は、各タンク11内で、揚荷配管30に設けられたポンプ31を作動させる。すると、ポンプ31によって、タンク11内の液化二酸化炭素Lが吸い込まれ、揚荷配管30を通して船外に送出される。

- [0051] （液化二酸化炭素の揚荷方法の手順）

第一のタンク11Pのポンプ31が、故障等によって所要の機能を発揮できない状態となった場合、以下の液化二酸化炭素の揚荷方法S11を実行する。

図9に示すように、本開示の実施形態に係る液化二酸化炭素の揚荷方法S11は、第二移送配管42を通して液化二酸化炭素Lを移送する工程S12と、第三移送配管43を通して液化二酸化炭素Lを移送する工程S13と、液化二酸化炭素Lを外部に送り出す工程S14と、を含んでいる。

- [0052] 図10に示すように、第二移送配管42を通して液化二酸化炭素Lを移送する工程S12では、開閉弁46を開状態、開閉弁47を閉状態とする。これにより、第一移送配管41と第二移送配管42とが連通された状態になる。この状態で、加圧用ガスGpとして、第一のタンク11P以外の他のタンク（例えば、第二のタンク11Q）内のボイルオフガスを、不図示の加圧用ガス管を通して第一のタンク11Pに導入する。すると、第一のタンク11P内の気相の圧力が高まり、第一のタンク11P内の気相の圧力と、第二のタンク11Q内の気相の圧力との圧力差が生じる。これにより、第一のタンク11P内の液化二酸化炭素Lが、第一移送配管41、第二移送配管42を通して、第二のタンク11Q内に送り込まれる。このとき、第二移送配管4

2の第二の内径 D_2 は、第一移送配管41の第一の内径 D_1 よりも小さい。そのため、第二移送配管42における圧力損失 ΔP が大きくなり、移送配管40D内でドライアイスが生成されることを抑えつつ、液化二酸化炭素Lの積込が行われる。

[0053] 図11に示すように、第二のタンク11Q内の液化二酸化炭素Lの液位が、予め定めた規定液位に到達したら、第三移送配管43を通して液化二酸化炭素Lを移送する工程S13に移行する。これには、開閉弁46を閉状態、開閉弁47を開状態にする。これにより、第一移送配管41と第三移送配管43とが連通された状態になる。

上記のようにタンク11内の液化二酸化炭素Lの液位が上がり、規定液位に達すると、第二のタンク11Q内の液化二酸化炭素Lと移送配管40Dの配管頂部との差圧が小さくなる。これにより、移送配管40Dの配管頂部で液化二酸化炭素Lが凝固しにくい状態となる。

このような状態で工程S13が実施される。この工程S13では、上記と同様に加圧用ガス G_p を用い、第一移送配管41から第三移送配管43を通して、第一のタンク11P内の液化二酸化炭素Lを第二のタンク11Q内に移送する。このとき、第三移送配管43の第三の内径 D_3 は、第二移送配管42の第二の内径 D_2 よりも大きい。そのため、工程S12に比較し、第三移送配管43を通して第二のタンク11Q内に供給する液化二酸化炭素Lの流量を増大させることができる。

[0054] 液化二酸化炭素Lを第二のタンク11Qの外部に送り出す工程S14では、第二のタンク11Q内の液化二酸化炭素Lを、揚荷配管30によりタンク11の外部に送り出す。このような工程S14は、上記の工程S12、S13と並行して実施しても良い。

[0055] (作用効果)

上述したような船舶1、液化二酸化炭素Lの揚荷方法S11では、タンク11内の液化二酸化炭素Lの液位が低いときには、第二移送配管42を通して液化二酸化炭素Lを第一のタンク11Pから第二のタンク11Qに移送す

ることで、移送配管 40D 内で液化二酸化炭素 L が凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。また、第二のタンク 11Q 内の液化二酸化炭素 L の液位が上がり、第二のタンク 11Q 内の液化二酸化炭素 L と移送配管 40D の配管頂部との差圧が小さくなり、配管頂部で液化二酸化炭素 L が凝固しにくい状態となった場合には、第三移送配管 43 を通して液化二酸化炭素 L を第一のタンク 11P から第二のタンク 11Q に移送する。これにより、液化二酸化炭素 L の移送を短時間で行うことができる。その結果、移送配管 40D により第一のタンク 11P から第二のタンク 11Q に液化二酸化炭素 L を移送する場合においても、移送配管 40D 内のドライアイス生成を抑え、移送作業及び揚荷作業を円滑に行うことが可能となる。

[0056] (その他の実施形態)

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

なお、上記各実施形態では、二つのタンク 11 を備える構成としたが、タンク 11 の個数や配置はこれに限られない。三つ以上のタンク 11 を備えていてもよい。また、上記各実施形態では、複数のタンク 11 を船首尾方向 Da に並べて配置する場合を例示したが、タンク 11 は、船幅方向（言い換えれば、左右舷方向）に並べて配置してもよい。

[0057] また、上記各実施形態では、浮体として船舶 1 を例示したが、これに限られない。浮体は、推進機構を備えない洋上浮体設備であってもよい。

[0058] <付記>

各実施形態に記載の浮体 1、液化二酸化炭素 L の積込方法、液化二酸化炭素 L の揚荷方法は、例えば以下のように把握される。

[0059] (1) 第 1 の態様に係る浮体 1 は、浮体本体 2 と、前記浮体本体 2 に配置され、液化二酸化炭素 L を貯留可能なタンク 11 と、外部から供給される液化二酸化炭素 L を前記タンク 11 内に放出する積込配管 20A、20B と、を備え、前記積込配管 20A、20B は、前記タンク 11 の外部に配置され、

第一の内径 D_1 を有した第一積込配管21と、一端22aが前記第一積込配管21に接続されるとともに、他端22bが前記タンク11内で開口し、前記第一の内径 D_1 よりも小さい第二の内径 D_2 を有した第二積込配管22と、を備える。

浮体1の例としては、船舶や洋上浮体設備が挙げられる。浮体本体2の例としては、船体や洋上浮体設備の浮体本体2が挙げられる。

[0060] この浮体1では、液化二酸化炭素Lが、第一積込配管21から第二積込配管22を通してタンク11内に積み込まれる。第二積込配管22の第二の内径 D_2 は、第一積込配管21の第一の内径 D_1 よりも小さい。そのため、第二積込配管22では、第一積込配管21よりも、圧力損失 ΔP が大きくなる。これにより、積込配管20A、20Bを流通する液化二酸化炭素Lの圧力が圧力損失 ΔP の分だけ高められる。積込配管20A、20Bの配管頂部における液化二酸化炭素Lの圧力が高められることで、液化二酸化炭素Lの圧力が三重点圧力に近づくことが抑えられる。これにより、積込配管20A、20B内で液化二酸化炭素Lが凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。その結果、タンク11内に液化二酸化炭素Lを収容する場合において、積込配管20A、20B内のドライアイス生成を抑え、積込作業を円滑に行うことが可能となる。

[0061] (2) 第2の態様に係る浮体1は、(1)の浮体1であって、前記積込配管20Bは、基端23aが前記第一積込配管21に接続され、先端23bが前記タンク11内で開口し、前記第二の内径 D_2 よりも大きい第三の内径 D_3 を有した第三積込配管23、を更に備える。

[0062] これにより、第二積込配管22よりも大きな第三の内径 D_3 を有した第三積込配管23を通して液化二酸化炭素Lをタンク11内に積み込めば、液化二酸化炭素Lの積込を短時間で行うことができる。

[0063] (3) 第3の態様に係る浮体1は、浮体本体2と、前記浮体本体2に配置され、液化二酸化炭素Lを貯留可能な複数のタンク11と、複数の前記タンク11のそれぞれに設けられて、前記タンク11内の液化二酸化炭素Lを前記

浮体本体 2 の外部に送り出す揚荷配管 3 0 と、前記複数のタンク 1 1 をなす第一のタンク 1 1 P と第二のタンク 1 1 Q との間に跨るように配置され、前記第一のタンク 1 1 P 内と前記第二のタンク 1 1 Q 内とを連通させる移送配管 4 0 C、4 0 D と、を備え、前記移送配管 4 0 C、4 0 D は、前記第一のタンク 1 1 P 側に配置され、第一の内径 D 1 1 を有した第一移送配管 4 1 と、一端 4 2 a が前記第一移送配管 4 1 に接続されるとともに、他端 4 2 b が前記第二のタンク 1 1 Q 内で開口し、前記第一の内径 D 1 1 よりも小さい第二の内径 D 1 2 を有した第二移送配管 4 2 と、を備える。

[0064] これにより、移送配管 4 0 C、4 0 D を通して、第一のタンク 1 1 P から第二のタンク 1 1 Q に液化二酸化炭素 L を移送することができる。第二のタンク 1 1 Q に移送された液化二酸化炭素 L は、第二のタンク 1 1 Q の揚荷配管 3 0 を通して外部に送り出される。このようにして、第一のタンク 1 1 P の揚荷配管 3 0 で揚荷作業が行えない場合であっても、第一のタンク 1 1 P 内の液化二酸化炭素 L を、第二のタンク 1 1 Q を介して外部に揚荷することができる。

第二移送配管 4 2 の第二の内径 D 1 2 は、第一移送配管 4 1 の第一の内径 D 1 1 よりも小さい。そのため、第二移送配管 4 2 では、第一移送配管 4 1 よりも、圧力損失 ΔP が大きくなる。これにより、移送配管 4 0 C、4 0 D を流通する液化二酸化炭素 L の圧力が圧力損失 ΔP の分だけ高められる。移送配管 4 0 C、4 0 D の配管頂部における液化二酸化炭素 L の圧力が高められることで、液化二酸化炭素 L の圧力が三重点圧力に近づくことが抑えられる。これにより、移送配管 4 0 C、4 0 D 内で液化二酸化炭素 L が凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。その結果、タンク 1 1 内に液化二酸化炭素 L を収容する場合において、移送配管 4 0 C、4 0 D 内のドライアイス生成を抑え、移送作業及び揚荷作業を円滑に行うことが可能となる。

[0065] (4) 第 4 の態様に係る浮体 1 は、(3) の浮体 1 であって、前記移送配管 4 0 D は、基端 4 3 a が前記第一移送配管 4 1 に接続され、先端 4 3 b が前

記第二のタンク 1 1 Q 内で開口し、前記第二の内径 D 1 2 よりも大きい第三の内径 D 1 3 を有した第三移送配管 4 3、を更に備える。

[0066] これにより、第二移送配管 4 2 よりも大きな第三の内径 D 1 3 を有した第三移送配管 4 3 を通して液化二酸化炭素 L を移送すれば、液化二酸化炭素 L の移送を短時間で行うことができる。

[0067] (5) 第 5 の態様に係る液化二酸化炭素 L の積込方法 S 1 は、(2) の浮体 1 における、液化二酸化炭素 L の積込方法 S 1 であって、前記第一積込配管 2 1 から前記第二積込配管 2 2 を通して前記タンク 1 1 内に液化二酸化炭素 L を積み込む工程 S 2 と、前記タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が定められた液位に到達したら、前記第一積込配管 2 1 から前記第三積込配管 2 3 を通して前記タンク 1 1 内に液化二酸化炭素 L を積み込む工程 S 3 と、を含む。

[0068] これにより、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が低いときには、第一積込配管 2 1 を通して液化二酸化炭素 L をタンク 1 1 に積み込むことで、積込配管 2 0 B 内で液化二酸化炭素 L が凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。また、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L の液位が上がり、タンク 1 1 内の液化二酸化炭素 L と積込配管 2 0 B の配管頂部との差圧が小さくなり、配管頂部で液化二酸化炭素 L が凝固しにくい状態となった場合には、第三積込配管 2 3 を通して液化二酸化炭素 L をタンク 1 1 に積み込む。これにより、液化二酸化炭素 L の積込を短時間で行うことができる。

[0069] (6) 第 6 の態様に係る液化二酸化炭素 L の揚荷方法 S 1 1 は、(4) の浮体 1 における、液化二酸化炭素 L の揚荷方法 S 1 1 であって、前記第一のタンク 1 1 P 内を加圧することで、前記第一のタンク 1 1 P 内の液化二酸化炭素 L を、前記第一移送配管 4 1 から前記第二移送配管 4 2 を通して前記第二のタンク 1 1 Q 内に移送する工程 S 1 2 と、前記第二のタンク 1 1 Q 内の液化二酸化炭素 L の液位が定められた液位に到達したら、前記第一のタンク 1 1 P 内の液化二酸化炭素 L を、前記第一移送配管 4 1 から前記第三移送配管 4 3 を通して前記第二のタンク 1 1 Q 内に移送する工程 S 1 3 と、前記第二

のタンク 1 1 Q 内の前記液化二酸化炭素 L を、前記揚荷配管 3 0 により前記第二のタンク 1 1 Q の外部に送り出す工程 S 1 4 と、を含む。

[0070] これにより、第二のタンク 1 1 Q 内の液化二酸化炭素 L の液位が低いときには、第二移送配管 4 2 を通して液化二酸化炭素 L を第一のタンク 1 1 P から第二のタンク 1 1 Q に移送することで、移送配管 4 0 D 内で液化二酸化炭素 L が凝固してドライアイスが生成されることが抑えられる。また、第二のタンク 1 1 Q 内の液化二酸化炭素 L の液位が上がり、第二のタンク 1 1 Q 内の液化二酸化炭素 L と移送配管 4 0 D の配管頂部との差圧が小さくなり、配管頂部で液化二酸化炭素 L が凝固しにくい状態となった場合には、第三移送配管 4 3 を通して液化二酸化炭素 L を第一のタンク 1 1 P から第二のタンク 1 1 Q に移送する。これにより、液化二酸化炭素 L の移送を短時間で行うことができる。

産業上の利用可能性

[0071] 本開示の浮体、液化二酸化炭素の積込方法、液化二酸化炭素の揚荷方法によれば、配管内のドライアイス生成を抑え、積込・揚荷作業を円滑に行うことができる。

符号の説明

[0072] 1…船舶（浮体） 2…船体（浮体本体） 2 a…船首 2 b…船尾 3 A、3 B…舷側 5…上甲板 7…上部構造 8…貨物搭載区画 1 0 A～1 0 D…タンク設備 1 1…タンク 1 1 P…第一のタンク 1 1 Q…第二のタンク 1 2…筒状部 1 3…端部球状部 2 0 A～2 0 C…積込配管 2 1…第一積込配管 2 2…第二積込配管 2 2 a…一端 2 2 b…他端 2 3…第三積込配管 2 3 a…基端 2 3 b…先端 2 4、2 5…開閉弁 3 0…揚荷配管 3 1…ポンプ 4 0 C、4 0 D…移送配管 4 1…第一移送配管 4 1 a…第一端 4 1 b…中間部 4 2…第二移送配管 4 2 a…一端 4 2 b…他端 4 3…第三移送配管 4 3 a…基端 4 3 b…先端 4 5～4 7…開閉弁 G p…加圧用ガス L…液化二酸化炭素

請求の範囲

- [請求項1] 浮体本体と、
前記浮体本体に配置され、液化二酸化炭素を貯留可能なタンクと、
外部から供給される液化二酸化炭素を前記タンク内に放出する積込配管と、を備え、 前記積込配管は、
前記タンクの外部に配置され、第一の内径を有した第一積込配管と、
一端が前記第一積込配管に接続されるとともに、他端が前記タンク内で開口し、前記第一の内径よりも小さい第二の内径を有した第二積込配管と、
を備える浮体。
- [請求項2] 前記積込配管は、
基端が前記第一積込配管に接続され、先端が前記タンク内で開口し、前記第二の内径よりも大きい第三の内径を有した第三積込配管、
を更に備える
請求項1に記載の浮体。
- [請求項3] 浮体本体と、
前記浮体本体に配置され、液化二酸化炭素を貯留可能な複数のタンクと、
複数の前記タンクのそれぞれに設けられて、前記タンク内の液化二酸化炭素を前記浮体本体の外部に送り出す揚荷配管と、
前記複数のタンクをなす第一のタンクと第二のタンクとの間に跨がるように配置され、前記第一のタンク内と前記第二のタンク内とを連通させる移送配管と、を備え、
前記移送配管は、
前記第一のタンク側に配置され、第一の内径を有した第一移送配管と、
一端が前記第一移送配管に接続されるとともに、他端が前記第二

のタンク内で開口し、前記第一の内径よりも小さい第二の内径を有した第二移送配管と、
を備える浮体。

[請求項4]

前記移送配管は、

基端が前記第一移送配管に接続され、先端が前記第二のタンク内で開口し、前記第二の内径よりも大きい第三の内径を有した第三移送配管、を更に備える

請求項3に記載の浮体。

[請求項5]

請求項2に記載の浮体における、液化二酸化炭素の積込方法であって、

前記第一積込配管から前記第二積込配管を通して前記タンク内に液化二酸化炭素を積み込む工程と、

前記タンク内の液化二酸化炭素の液位が定められた液位に到達したら、前記第一積込配管から前記第三積込配管を通して前記タンク内に液化二酸化炭素を積み込む工程と、を含む

液化二酸化炭素の積込方法。

[請求項6]

請求項4に記載の浮体における、液化二酸化炭素の揚荷方法であって、

前記第一のタンク内を加圧することで、前記第一のタンク内の液化二酸化炭素を、前記第一移送配管から前記第二移送配管を通して前記第二のタンク内に移送する工程と、

前記第二のタンク内の液化二酸化炭素の液位が定められた液位に到達したら、前記第一のタンク内の液化二酸化炭素を、前記第一移送配管から前記第三移送配管を通して前記第二のタンク内に移送する工程と、

前記第二のタンク内の前記液化二酸化炭素を、前記揚荷配管により前記第二のタンクの外部に送り出す工程と、を含む

液化二酸化炭素の揚荷方法。