

明 細 書

発明の名称：貨物タンク

技術分野

[0001] 本発明は、貨物を収容する貨物タンクに関する。

背景技術

[0002] 一般に、L N G (liquefied natural gas) 等の液化ガスを貨物タンクに積載して輸送する船舶が知られている。例えば、ヒール量を抑えて効率良く貨物タンクを冷却可能なL N G船が開示されている（特許文献1 参照）。

[0003] しかしながら、液化ガスの種類により管理する温度は異なる。このため、貨物タンクの中身を、管理する温度が異なる別の物質に入れ替えると、問題が生じる場合がある。例えば、管理する温度が低いL N Gから管理する温度が高い液化炭酸ガス（二酸化炭素）に入れ替える場合、液化炭酸ガスの貨物タンクへの注入が早過ぎると、液化炭酸ガスが凝固する（ドライアイスになる）。この問題を回避するためには、貨物の入れ替えの前に、貨物タンクを暖気する必要があるが、タンク本体が有する熱容量が大きいため、暖気には時間を要する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-34665号公報

発明の概要

[0005] 本発明の実施形態の目的は、管理する温度が異なる2種類の液化ガスを、より短い時間で入れ替えるのに適した貨物タンクを提供することにある。

[0006] 本発明の観点に従った貨物タンクは、管理する温度が異なる2種類の液化ガスを入れ替えて収容し、鉛直方向の中央部分が水平方向に最も膨らむように形成された曲面形状の内壁を含む外殻と、前記2種類の液化ガスのうち少なくとも1つの液化ガスを前記外殻の内部に注入するために設けられ、噴出した液化ガスが前記内壁の前記曲面形状に沿って流れるように、前記外殻の

内部空間の前記中央部分の高さと最深部の高さとの中間の高さ以上の高さに第1噴出孔が設けられた第1フィリングラインと、前記2種類の液化ガスのうち少なくとも1つの液化ガスを前記外殻の内部に注入するために設けられ、前記外殻の底面に液化ガスが噴出するように第2噴出孔が設けられた第2フィリングラインとを備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る貨物タンクの構成を示す構成図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る第1フィリングラインの配管の位置を簡易的に示す断面図である。

[図3]図3は、本実施形態に係る貨物タンクが適用された船舶の構成を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] (実施形態)

図1は、本発明の実施形態に係る貨物タンク1の構成を示す構成図である。なお、図面における同一部分には同一符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

[0009] 貨物タンク1は、船舶に実装され、貨物を積載するためのタンクである。貨物タンク1には、管理する温度が異なる少なくとも2種類の液化ガスが入れ替えて収容される。したがって、貨物タンク1の内部は、収容される液化ガスの種類に応じて、管理する温度が変更される。

[0010] 貨物タンク1は、タイプCのバイロブ型のタンクである。図1では、バイロブ型の片側を中が見える状態で図示している。バイロブ型のもう片側も、図1と左右対称に構成される。したがって、図1と同じ構成が、貨物タンク1の図示されていない反対側にも設けられる。なお、図1に示す構成は、貨物タンク1の片方側だけに構成されてもよいし、任意の機器等について、貨物タンク1において1つしか設けられなくてもよい。

[0011] なお、貨物タンク1は、どのようなタイプでもよいし、どのような形状で

もよい。例えば、貨物タンク 1 は、モノローブ型（シリンダー型）でもよい。この場合、貨物タンク 1 は、左右対称に構成されるが、貨物タンク 1 の中央付近に設けられる機器等は、1 つだけでもよい。例えば、第 2 フィリングライン 1 4 は、底面の最深部に 1 つ設けられればよく、第 3 フィリングライン 1 5 は、最上部に 1 つ設けられればよい。

[0012] 例えば、貨物は、L N G と液化炭酸ガス（二酸化炭素）である。L N G を管理する温度は、例えば -162°C であり、液化炭酸ガスを管理する温度は、例えば -50°C である。貨物は、液化石油ガス（L P G、liquefied petroleum gas）でもよいし、その他の任意の液化ガスでもよい。また、管理する温度が同じ 2 種類以上の液化ガスを含む 3 種類以上の液化ガスが、貨物タンク 1 に入れ替えられてもよい。

[0013] 貨物タンク 1 は、外殻 1 1、骨部材 1 2、第 1 フィリングライン 1 3、第 2 フィリングライン 1 4、第 3 フィリングライン 1 5、3 つのバルブ 1 6 a、1 6 b、1 6 c、及び、ハッチ部 1 7 を備える。なお、貨物タンク 1 は、ここで説明しない任意の構成又は機器類が含まれてもよい。例えば、貨物タンク 1 には、荷役用のポンプ又は貨物タンク 1 の内部の温度を管理するための温度センサなどが設けられてもよい。

[0014] 外殻 1 1 は、貨物タンク 1 の外側を覆う殻となる部分である。外殻 1 1 の内部空間は、貨物タンク 1 の貨物である液化ガスを収容するスペースとなる。外殻 1 1 は、高圧で圧縮された液化ガスを収容するのに適した形状である。例えば、外殻 1 1 は、鉛直方向の中央部分が水平方向に最も膨らむように形成された曲面形状である。例えば、外殻 1 1 の断面形状は、円、楕円、又はこれらの形状を組み合わせた形状である。具体的には、外殻 1 1 は、バイローブ形状又はモノローブ形状である。

[0015] 骨部材 1 2 は、外殻 1 1 を強化するために支持する部材である。骨部材 1 2 は、外殻 1 1 の長手方向に一定の間隔で、外殻 1 1 の内壁に設けられる。各骨部材 1 2 は、外殻 1 1 の長手方向と垂直の方向に内周を一周するように設けられる。

- [0016] 第1フィリングライン13は、貨物タンク1に貨物である液化ガス（その気体状態のガスを含む）を注入するための配管である。第1フィリングライン13は、密度が低い液化ガス（例えば、LNG）から密度が高い液化ガス（例えば、液化炭酸ガス）に入れ替えるときに使用される。
- [0017] 第1フィリングライン13は、貨物タンク1のハッチ部17から貨物タンク1の内部に挿入するように鉛直方向に延びる配管131、及び、液化ガスを噴出する複数の噴出孔H13が設けられ、外殻11の長手方向と垂直の方向に位置する両側（左右両側）にそれぞれ設けられ、外殻11の内壁の赤道付近で水平方向に延びる配管132を含む。ここで、赤道とは、外殻11の水平方向に最も膨らんだ部分である。噴出孔H13は、外殻11の長手方向に一定の間隔で配管132に設けられる。噴出孔H13は、噴出する液化ガスが、外殻11の内壁に沿って、赤道付近から底面に流れるように設けられる。これにより、噴出孔H13から噴出した液化ガスは、外殻11の内壁を赤道付近から底面に掛けて温めながら流れる。なお、噴出孔H13が設けられる配管132は、全て1つに繋がっていてもよい。例えば、配管132は、外殻11の内壁の左右の側面に左右対称に設けられるが、左右に設けられた配管132は、互いに接続されてもよいし、配管132は、内壁を一周するように構成されてもよい。
- [0018] 例えば、第1フィリングライン13は、骨部材12に固定される。なお、第1フィリングライン13は、外殻11の内壁にどのように固定されてもよく、骨部材12以外の部分に固定されてもよい。例えば、第1フィリングライン13は、外殻11に直接固定されてもよいし、第1フィリングライン13を固定するための部材を新たに設けてもよい。
- [0019] 第2フィリングライン14は、貨物タンク1に貨物である液化ガス（その気体状態のガスを含む）を注入するための配管である。第2フィリングライン14は、密度が低い液化ガス（例えば、LNG）から密度が高い液化ガス（例えば、液化炭酸ガス）に入れ替えるとき、及び、密度が高い液化ガス（例えば、液化炭酸ガス）から密度が低い液化ガス（例えば、LNG）に入れ

替えるとき、のいずれでも使用される。第2フィリングライン14は、貨物タンク1のガス置換を層状に行い、置換効率を向上させるために用いられる。具体的には、入れ替える2つのガスがそれぞれ層を形成し、2つの層が上下に分離した状態で、一方のガスを貨物タンク1に注入しながら、もう一方のガスを貨物タンク1から抜く。また、第2フィリングライン14は、底面に溜まる液化ガス（その気体状態のガスを含む）を貨物タンク1から排出するときにも使用される。

[0020] 第2フィリングライン14は、ハッチ部17から貨物タンク1の内部に挿入するように鉛直方向に延びる配管141、及び、液化ガスを噴出する複数の噴出孔H14が設けられ、底面の最深部付近で外殻11の長手方向に延びる配管142を含む。噴出孔H14は、外殻11の長手方向に一定の間隔で配管142に設けられる。噴出孔H14は、外殻11の最深部に向けて液化ガスが噴出するように設けられる。噴出孔H14から噴出した液化ガスは、外殻11の底面の最深部から徐々に溜まり始める。

[0021] 第2フィリングライン14の鉛直方向に延びる配管141は、第1フィリングライン13の鉛直方向に延びる配管131と外殻11の内部のハッチ部17の近傍で、1つの配管になるように結合される。なお、2つの鉛直方向に延びる配管131、141は、外殻11の外部で結合されてもよいし、結合されずに、別々のままでもよい。

[0022] 例えば、第2フィリングライン14は、骨部材12に固定される。なお、第2フィリングライン14は、外殻11の底面付近にどのように固定されてもよく、骨部材12以外の部分に固定されてもよい。例えば、第2フィリングライン14は、外殻11の底面に直接固定されてもよいし、第2フィリングライン14を固定するための部材を新たに設けてもよい。さらに、第2フィリングライン14は、液化ガスを収容する既知の貨物タンク（例えば、LNGタンク）に設けられるフィリングラインと同様に構成されてもよい。

[0023] 第3フィリングライン15は、貨物タンク1及び貨物を冷却するために液体をスプレーするために利用される。例えば、第3フィリングライン15は

、密度が高い液化ガス（例えば、液化炭酸ガス）から密度が低い液化ガス（例えば、LNG）に入れ替えるときに使用される。また、第3フィリングライン15は、第2フィリングライン14と同様に、貨物タンク1のガス置換を層状に行い、置換効率を向上させるために用いられてもよい。

[0024] 第3フィリングライン15は、ハッチ部17から貨物タンク1の内部に挿入され、最上部付近で外殻11の長手方向に延びる配管を含む。配管には、噴出孔が外殻11の長手方向に一定の間隔で設けられる。噴出孔は、外殻11の上部から下向きに液化ガスが噴出するように設けられる。第3フィリングライン15のハッチ部17から貨物タンク1の内部に挿入される配管は、第1フィリングライン13及び第2フィリングライン14とは別に設けられるが、第1フィリングライン13及び第2フィリングライン14の少なくとも一方と結合されるように構成されてもよい。

[0025] 例えば、第3フィリングライン15は、骨部材12に固定される。なお、第3フィリングライン15は、外殻11の上面付近にどのように固定されてもよく、骨部材12以外の部分に固定されてもよい。例えば、第3フィリングライン15は、外殻11の上面に直接固定されてもよいし、第3フィリングライン15を固定するための部材を新たに設けてもよい。さらに、第3フィリングライン15は、液化ガスを収容する既知の貨物タンク（例えば、LNGタンク）の上部に設けられるフィリングラインと同様に構成されてもよい。なお、第3フィリングライン15は、貨物タンク1に設けられなくてもよい。

[0026] ハッチ部17は、貨物タンク1の出入口となる部分である。第1フィリングライン13、第2フィリングライン14及び第3フィリングライン15は、ハッチ部17を介して、貨物タンク1の外部にある配管と接続される。

[0027] 第1バルブ16a及び第2バルブ16bは、第1フィリングライン13と第2フィリングライン14が1つに結合した部分から2つの配管131、141に分岐した直後の位置に設けられる。第1バルブ16aは、第1フィリングライン13に設けられる。第2バルブ16bは、第2フィリングライン

14に設けられる。第3バルブ16cは、第3フィリングライン15は、ハッチ部17から挿入された後に分岐する直前の配管に設けられる。

[0028] 各バルブ16a, 16b, 16cをそれぞれ開放することで、各フィリングライン13, 14, 15を個別に使用することができる。また、各バルブ16a, 16b, 16cをそれぞれ閉鎖することで、各フィリングライン13, 14, 15を個別に使用できないようにすることができる。

[0029] なお、バルブ16a, 16b, 16cは、遠隔操作により開閉操作ができてよいし、コンピュータにより開閉操作ができてよいし、操作員が手動で開閉操作ができてよい。また、各フィリングライン13, 14, 15が個別に使用できるように構成されていれば、バルブ16a, 16b, 16cは、貨物タンク1に設けられてなくてもよい。

[0030] 図2は、本実施形態に係る第1フィリングライン13の配管132の位置を簡易的に示す断面図である。図2を参照して、第1フィリングライン13の配管132に設けられる噴出孔H13の位置について説明する。なお、ここで説明する構成に限らず、噴出する液化ガスが内壁に沿うように底面に流れば、噴出孔H13は、どのように設けられてもよい。

[0031] 噴出孔H13は、円筒状の配管132の表面に設けられる。例えば、噴出孔H13の向きは、内壁の方向で水平方向を0度とし、鉛直下方向を90度とすると、0度から90度の範囲内の方向に、液化ガスが噴出されるように設けられる。このように噴出孔H13を設けることで、噴出孔H13から噴出する液化ガスは、内壁に沿うように底面に流れる。

[0032] 次に、噴出孔H13の高さについて説明する。ここで、外殻11の内部空間において、最上部の高さを100%とし、赤道の高さを0%とし、最深部の高さを-100%とする。なお、外殻11の内部空間は、図2に示すように、外殻11の大部分を占める断面形状であるものとし、ハッチ部17等のように、外殻11の一部の特別な断面形状の空間は含まないものとする。

[0033] 噴出孔H13の高さは、-20%から20%の範囲の高さに設けられるのが望ましく、0%（赤道の高さ）以上の高さに設けられるのがさらに望まし

い。噴出孔H13が0%以上の高さにあることで、噴出される液化ガスにより、赤道付近から下側の内壁を温めることができる。噴出孔H13が20%以下の高さにあることで、噴出される液化ガスが内壁を沿って底面に流れやすくなる。噴出孔H13の高さを-20%以上とすることで、液化ガスにより内壁を温める効果を得るために、噴出される液化ガスが流れる面積を十分に確保することができる。さらに、噴出孔H13の高さが-50%を下回る場合（噴出孔H13の高さが赤道の高さと最深部の高さとの中間の高さを下回る場合）、液化ガスにより内壁を温める効果が得られない可能性がある。

[0034] 次に、貨物タンク1の中身をLNGから液化炭酸ガスに入れ替える方法について説明する。なお、密度が低い液化ガス（即ち、管理する温度が低い液化ガス）から密度が高い液化ガス（即ち、管理する温度が高い液化ガス）に入れ替える場合であれば、以下に説明する方法と同様に入れ替えることができる。また、ここで説明する入れ替え方法は、一例であり、貨物タンク1の中身は、どのように入れ替えてもよい。

[0035] 貨物タンク1の中身を、管理する温度が低い液化ガス（例えば、LNG）から管理する温度が高い液化ガス（例えば、液化炭酸ガス）に入れ替える場合に、第1フィリングライン13が使用される。

[0036] まず、貨物タンク1にあるLNGを全て排出する（荷降ろし）。但し、LNGを全て排出しても、メタンガスは貨物タンク1に充満している。

[0037] 次に、第1フィリングライン13に設けられた第1バルブ16aが開放され、同時に、第2フィリングライン14に設けられた第2バルブ16bが開放される。これにより、第1フィリングライン13及び第2フィリングライン14を使用することができる。

[0038] 第1フィリングライン13を使用して、予め温められた炭酸ガス（例えば、約40℃の二酸化炭素）を貨物タンク1に注入する。注入された炭酸ガスは、内壁の赤道付近に設けられた噴出孔H13から噴出する。噴出孔H13から噴出した炭酸ガスは、内壁に沿って、赤道付近から底面の最深部に向けて流れる。これにより、内壁が温められると共に、貨物タンク1に充満して

いたメタンガスが排出される。炭酸ガスの注入を続けることで、貨物タンク 1 から全てのメタンガスが排出され、貨物タンク 1 の内部は、炭酸ガスで充满する。

[0039] また、貨物タンク 1 の内部温度は、液化炭酸ガスが注入できる温度まで温められる。同時に、貨物タンク 1 の内部圧力は液化炭酸ガスが注入できる圧力まで昇圧される。例えば、液化炭酸ガスを注入できる温度及び圧力とは、液化炭酸ガスを注入しても問題が生じない温度及び圧力であり、具体的には、注入した液化炭酸ガスが凝固しない温度及び圧力（ドライアイスにならない温度及び圧力）である。

[0040] 貨物タンク 1 からメタンガスが全て排出され、貨物タンク 1 の内部の温度及び圧力が、液化炭酸ガスが注入できると判断される予め決められた所定の温度及び圧力になったら、液化炭酸ガスの注入を開始する。貨物タンクが液化炭酸ガスで満杯になるまで、液化炭酸ガスを注入する。このようにして、貨物タンク 1 の中身を LNG から液化炭酸ガスに入れ替える。

[0041] 次に、貨物タンク 1 の中身を液化炭酸ガスから LNG に入れ替える方法について説明する。なお、密度が高い液化ガス（即ち、管理する温度が高い液化ガス）から密度が低い液化ガス（即ち、管理する温度が低い液化ガス）に入れ替える場合であれば、以下に説明する方法と同様に入れ替えることができる。また、ここで説明する入れ替え方法は、一例であり、貨物タンク 1 の中身は、どのように入れ替えてもよい。

[0042] まず、貨物タンク 1 にある液化炭酸ガスを全て排出する（荷降ろし）。但し、液化炭酸ガスを全て排出しても、炭酸ガス（二酸化炭素）が残る。

[0043] 次に、第 2 フィリングライン 14 に設けられた第 2 バルブ 16 b が開放される。このとき、第 1 フィリングライン 13 に設けられた第 1 バルブ 16 a は閉鎖されている。これにより、第 2 フィリングライン 14 を使用することができる。

[0044] 第 2 フィリングライン 14 を使用して、メタンガスを注入する。注入されたメタンガスは、底面の最深部付近に設けられた噴出孔 H 14 から噴出する

。噴出孔H 1 4から噴出したメタンガスは、最深部から溜まり始める。メタンガスが注入されることで、底面に残っていた炭酸ガスが貨物タンク1の上部（例えば、ハッチ部1 7）から全て排出される。これにより、貨物タンク1の内部は、メタンガスで充満する。

[0045] 貨物タンク1から炭酸ガスが全て排出されたら、L N Gの注入を開始する。貨物タンクがL N Gで満杯になるまで、L N Gを注入する。このようにして、貨物タンク1の中身を液化炭酸ガスからL N Gに入れ替える。

[0046] 図3は、本実施形態に係る貨物タンク1が適用された船舶2 0の構成を示す構成図である。

[0047] 例えば、船舶2 0は、L N Gと液化炭酸ガスを入れ替えて運搬するタンカーである。船舶2 0は、目的地への行きにL N Gを輸送し、目的地からの帰りに液化炭酸ガスを輸送する。これにより、L N Gの産出地から目的地にL N Gを輸送し、L N Gの使用により排出された二酸化炭素をL N Gの産出地に戻すことができる。

[0048] 船舶2 0には、複数の貨物タンク1が船体の内部に実装される。例えば、3つの貨物タンク1が船体の長手方向に並べて配置される。各貨物タンク1に設けられたフィリングライン1 3, 1 4, 1 5は、船体に設けられた配管2 2により全てマニフォールド(manifold) 2 1に接続される。マニフォールド2 1は、陸上等の船外の配管と接続するための接続部である。例えば、マニフォールド2 1は、荷役時に、陸上に設けられたパイプラインと接続される。船舶2 0には、いくつかのマニフォールド2 1が設けられてもよい。

[0049] 各フィリングライン1 3, 1 4, 1 5とマニフォールド2 1を接続する配管2 2は、どのような経路を構成してもよい。例えば、配管2 2は、任意の箇所 で分岐又は結合されてもよい。また、配管2 2には、各種弁又はポンプ等が設けられてもよい。

[0050] 本実施形態によれば、貨物タンク1において、内壁の赤道付近に噴出孔H 1 3が設けられた第1フィリングライン1 3、及び、底面付近に噴出孔H 1 4が設けられた第2フィリングライン1 4を設けることで、管理する温度が

異なる２種類の液化ガスを効率よく入れ替えることができる。

[0051] 具体的には、注入した液化ガス又はその気体状態のガス（液化炭酸ガス等）が第１フィリングライン１３の噴出孔Ｈ１３から噴出することで、貨物タンク１の内壁を赤道付近から底面に掛けて温めることができる。これにより、貨物タンク１の内部を効率よく温めることができる。

[0052] なお、追加の利点及び修正について当業者により容易に生じることがある。したがって、そのより広い態様における本発明は、本明細書に示して説明される特定の詳細で代表的な実施形態に限定されない。したがって、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物により定義される一般的な発明の概念の精神又は範囲から逸脱することなく、様々な修正を行うことができる。

請求の範囲

- [請求項1] 管理する温度が異なる2種類の液化ガスを入れ替えて収容し、鉛直方向の中央部分が水平方向に最も膨らむように形成された曲面形状の内壁を含む外殻と、
- 前記2種類の液化ガスのうち少なくとも1つの液化ガスを前記外殻の内部に注入するために設けられ、噴出した液化ガスが前記内壁の前記曲面形状に沿って流れるように、前記外殻の内部空間の前記中央部分の高さと最深部の高さとの中間の高さ以上の高さに第1噴出孔が設けられた第1フィリングラインと、
- 前記2種類の液化ガスのうち少なくとも1つの液化ガスを前記外殻の内部に注入するために設けられ、前記外殻の底面に液化ガスが噴出するように第2噴出孔が設けられた第2フィリングラインと
- を備えることを特徴とする貨物タンク。
- [請求項2] 前記第1噴出孔は、前記外殻の前記内部空間において、最上部の高さを100%とし、前記中央部分の高さを0%とし、前記最深部の高さを-100%とした場合、-20%から20%の範囲の高さに設けられたこと
- を特徴とする請求項1に記載の貨物タンク。
- [請求項3] 前記2種類の液化ガスのうち少なくとも1つの液化ガスを前記外殻の上部から下向きにスプレーするように第3噴出孔が設けられた第3フィリングライン
- を備えることを特徴とする請求項1に記載の貨物タンク。
- [請求項4] 前記第1フィリングライン、前記第2フィリングライン及び前記第3フィリングラインのそれぞれに設けられたバルブ
- を備えることを特徴とする請求項3に記載の貨物タンク。
- [請求項5] 船体と、
- 前記船体に設けられる貨物タンクとを備え、
- 前記貨物タンクは、

管理する温度が異なる２種類の液化ガスを入れ替えて収容し、鉛直方向の中央部分が水平方向に最も膨らむように形成された曲面形状の内壁を含む外殻と、

前記２種類の液化ガスのうち少なくとも１つの液化ガスを前記外殻の内部に注入するために設けられ、噴出した液化ガスが前記内壁の前記曲面形状に沿って流れるように、前記外殻の内部空間の前記中央部分の高さと最深部の高さとの中間の高さ以上の高さに第１噴出孔が設けられた第１フィリングラインと、

前記２種類の液化ガスのうち少なくとも１つの液化ガスを前記外殻の内部に注入するために設けられ、前記外殻の底面に液化ガスが噴出するように第２噴出孔が設けられた第２フィリングラインとを備えること

を特徴とする船舶。