

明 細 書

発明の名称：船舶

技術分野

[0001] 本開示は、船舶に関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献1には、船舶において、液化ガスをタンク内に貯留する構成が開示されている。この特許文献1においては、タンクに液化ガスを積載する際に液化ガスが蒸発することを抑えるため、貯蔵タンクに積載するときに積載配管内部の圧力を調節す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2016-536209号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで近年、特許文献1に記載されているようなタンクを用いて液化二酸化炭素を運搬することが要望されている。しかし、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、タンク内において、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。このように液化二酸化炭素のフラッシュ蒸発が生じると、その蒸発潜熱により、蒸発せずに残った液化二酸化炭素の温度低下が生じ、タンク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可能性がある。

タンク内にドライアイスが生成されると、タンクから液化二酸化炭素やドライアイスを船外施設に払い出すことが困難になる可能性がある。

[0005] 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、タンク内に

ドライアイスが生成された場合であっても、タンクからの液化二酸化炭素の払い出しを良好に行うことができる船舶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

[0006] 上記課題を解決するために、本開示に係る船舶は、船体と、タンクと、外部接続配管と、循環配管と、圧縮機と、を備える。前記タンクは、前記船体に設けられている。前記タンクは、液化二酸化炭素を貯留可能である。前記外部接続配管は、前記タンク内の上部と前記船体の外部とを接続する。前記循環配管は、一端が前記タンク内に接続されている。前記循環配管は、前記タンクの外部を経由して、他端が前記タンク内に接続されている。前記圧縮機は、前記タンクの外部で前記循環配管の中途に設けられている。前記圧縮機は、前記一端から前記他端に向かって流体を圧送可能である。

[0007] 本開示に係る船舶は、船体と、タンクと、外部接続配管と、循環配管と、圧縮機と、を備える。前記タンクは、前記船体に設けられている。前記タンクは、液化二酸化炭素を貯留可能である。前記外部接続配管は、前記タンク内の上部と前記船体の外部とを接続する。前記循環配管は、前記タンクの内部と外部とにわたって流体が循環するように設けられたループ状である。前記圧縮機は、前記タンクの外部で前記循環配管の中途に設けられている。前記圧縮機は、前記循環配管内の流体を圧送可能である。

発明の効果

[0008] 本開示の船舶によれば、タンク内にドライアイスが生成された場合であっても、タンクからの液化二酸化炭素の払い出しを良好に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の実施形態に係る船舶の平面図である。

[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、循環配管、外部接続配管、圧縮機のレイアウトを示す図である。

[図3]本開示の第一実施形態に係る船舶において、タンク内の二酸化炭素ガスを冷却器で冷却しているときの、二酸化炭素ガスの流れを示す図である。

[図4]本開示の第一実施形態に係る船舶において、タンク内の二酸化炭素ガス

を払い出すときの、二酸化炭素ガスの流れを示す図である。

[図5]本開示の第二実施形態に係る船舶に設けられたタンク、循環配管、外部接続配管、圧縮機のレイアウトを示す図である。

[図6]本開示の第二実施形態に係る船舶において、タンク内の二酸化炭素ガスを冷却器で冷却しているときの、二酸化炭素ガスの流れを示す図である。

[図7]本開示の第二実施形態に係る船舶において、タンク内の二酸化炭素ガスを払い出すに際し、循環配管に二酸化炭素ガスを送り込んでいるときの、二酸化炭素ガスの流れを示す図である。

[図8]本開示の第二実施形態に係る船舶において、タンク内の二酸化炭素ガスを払い出すときの、二酸化炭素ガスの流れを示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] <第一実施形態>

以下、本開示の実施形態に係る船舶について、図1～図8を参照して説明する。

(船舶の船体構成)

図1に示すように、本開示の実施形態の船舶1Aは、液体二酸化炭素、あるいは液化二酸化炭素を含む多種の液化ガスを運搬する。この船舶1Aは、船体2と、タンク21と、液化ガス貯留タンク22と、を少なくとも備えている。タンク21は、その内部に液化二酸化炭素を貯留可能である。液化ガス貯留タンク22は、その内部に、例えば、液化二酸化炭素よりも密度が小さい、LNG (Liquefied Natural Gas)、液化エタン等の液化ガスを貯留可能である。

[0011] (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備える。船底(図示無し)は、これら舷側3A、3Bを接続する船底外板を備える。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。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。

[0012] 船体2には、上部構造（居住区画）7よりも船首2a側に、タンク格納区画（ホールド）8が形成されている。タンク格納区画8は、上甲板5に対して下方の船底（図示無し）に向けて凹むとともに、タンクカバー（図示せず）により覆われて上方に突出する閉鎖区画、あるいは上甲板5を天井とする閉鎖区画である。タンク格納区画8には、複数のタンク21、及び液化ガス貯留タンク22が収容されている。本開示の実施形態において、タンク格納区画8には、二つのタンク21と、二つの液化ガス貯留タンク22とが収容されている。なお、タンク格納区画8に収容するタンク21、及び液化ガス貯留タンク22の数や配置は、適宜変更可能である。

[0013] （タンクの構成）

図2に示すように、タンク21は、その内部に液化二酸化炭素Lが収容される空間（以下、単にタンク21内と称する）を有している。タンク21内には、液化二酸化炭素Lが気化することで生成された二酸化炭素ガスGも収容されている。タンク21内の下部には、液化二酸化炭素Lが収容され、タンク21内の上部に二酸化炭素ガスGが収容されている。タンク21内の液化二酸化炭素Lには、液化二酸化炭素Lが固化したドライアイスが含まれていてもよい。タンク21内の液化二酸化炭素Lは、その全体が固化していてもよい。本開示の実施形態において、タンク21は、例えば球形である。タンク21は、水平方向（具体的には、船首尾方向）に延びる円筒状であってもよい。

[0014] 船舶1Aは、上記タンク21に加え、循環配管30Aと、圧縮機41と、バイパス管32Aと、冷却器42と、外部接続配管25Aと、を更に備えている。

[0015] 循環配管30Aは、一端30sと、中間部30uと、他端30tと、により構成されている。循環配管30Aの一端30sと、他端30tとは、それ

ぞれタンク 2 1 内に連通されている。中間部 3 0 u は、循環配管 3 0 A のうち、一端 3 0 s と他端 3 0 t との間の部分であり、タンク 2 1 の外部に配置されている。つまり、循環配管 3 0 A は、タンク 2 1 内から、タンク 2 1 の外部を経由して、再びタンク 2 1 内に戻る流路を形成しにている。

[0016] 循環配管 3 0 A の一端 3 0 s は、タンク 2 1 の上部に接続されている。循環配管 3 0 A の一端 3 0 s は、タンク 2 1 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも上下方向 D v の上方に配置されている。循環配管 3 0 A の一端 3 0 s は、タンク 2 1 の頂部において、上下方向 D v の下方に向かって開口している。

[0017] 循環配管 3 0 A の他端 3 0 t は、タンク 2 1 内に連通されている。循環配管 3 0 A の他端 3 0 t は、タンク 2 1 の底部近傍に配置されている。底部近傍とは、上下方向 D v におけるタンク 2 1 の中央よりも底部に近い位置である。なお、図 2 では、タンク 2 1 に貯留される液化二酸化炭素 L 内に循環配管 3 0 A の他端 3 0 t が液没している状況を例示している。これにより、循環配管 3 0 A の一部が、タンク 2 1 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも上下方向 D v の下方に配置されている。また、図 2 では、他端 3 0 t は、下向きに開口しているが、その開口方向は下向きに限らない。

[0018] (圧縮機の構成)

圧縮機 4 1 は、循環配管 3 0 A の中途である中間部 3 0 u に設けられている。圧縮機 4 1 は、一端 3 0 s から他端 3 0 t に向かって流体を圧送する。ここで、圧縮機 4 1 により圧送する対象となる流体は、タンク 2 1 内に貯留されている二酸化炭素ガス G である。圧縮機 4 1 で二酸化炭素ガス G を圧送する際、二酸化炭素ガス G は、圧縮されるとともに温度が上昇する（断熱圧縮）。これにより、タンク 2 1 内に貯留された二酸化炭素ガス G よりも加熱された二酸化炭素ガス G が、循環配管 3 0 A の他端 3 0 t からタンク 2 1 内に戻される。

[0019] (バイパス管の構成)

バイパス管 3 2 A は、タンク 2 1 外において循環配管 3 0 A を部分的に迂

回するように形成されている。このバイパス管 32 A は、循環配管 30 A のうち圧縮機 41 よりも二酸化炭素ガス G の流れ方向下流側に接続されている。換言すると、バイパス管 32 A は、循環配管 30 A のうち、圧縮機 41 と、循環配管 30 A の他端 30 t との間に接続されている。バイパス管 32 A は、圧縮機 41 よりも下流側の循環配管 30 A から分岐し、この分岐する位置よりも流れ方向下流側で、且つ他端 30 t よりも流れ方向上流側の循環配管 30 A に合流している。

[0020] (冷却器の構成)

冷却器 42 は、バイパス管 32 A の中途に設けられている。冷却器 42 は、圧縮機 41 を経てバイパス管 32 A を流れる二酸化炭素ガス G を冷却する。冷却器 42 は、バイパス管 32 A を流れる二酸化炭素ガス G と、二酸化炭素ガス G よりも低温の媒体とを熱交換することで、二酸化炭素ガス G を冷却する。冷却器 42 で、二酸化炭素ガス G を冷却するための低温の媒体としては、例えば、他の液化ガス貯留タンク 22 に貯留された液化ガスを用いるようにしてもよい。冷却器 42 で用いる低温の媒体は、液化ガス貯留タンク 22 に貯留された液化ガス以外の媒体を用いてもよい。

[0021] 上記の圧縮機 41 及び冷却器 42 は、タンク 21 内の液化二酸化炭素 L の温度上昇を抑えるための冷凍装置 40 を構成する部品であってもよい。

[0022] バイパス管 32 A は、冷却器 42 よりも上流側に、バイパス管 32 A 内の流路を開閉する第一開閉弁 33 を備えている。また、循環配管 30 A は、循環配管 30 A とバイパス管 32 A との分岐部に近い側の分岐部の下流側に、循環配管 30 A 内の流路を開閉する第二開閉弁 34 を備えている。

[0023] (外部接続配管の構成)

外部接続配管 25 A は、タンク 21 内の上部と船体 2 の外部とを接続する。外部接続配管 25 A は、陸上の液化二酸化炭素供給施設やバンカー船等と、タンク 21 内の上部とを連通させる。外部接続配管 25 A は、液化二酸化炭素を船体 2 の外部に払い出すために用いてもよいし、船体 2 の外部から供給される液化二酸化炭素 L をタンク 21 内に積み込むために用いてもよい。

この実施形態では、外部接続配管 25 A が、タンク 21 の上部に接続されるタンク側端部 25 s を、循環配管 30 A の一端 30 s と共用している場合を例示している。そして、この実施形態における外部接続配管 25 A は、循環配管 30 A の一端 30 s と圧縮機 41 との間で循環配管 30 A から分岐している。外部接続配管 25 A は、舷側 3 A に向かって延び、舷側側端部 25 t に、陸上側の配管（図示無し）が接続可能とされている。

[0024] 外部接続配管 25 A は、外部接続配管 25 A と循環配管 30 A との分岐部に近い下流側に、第三開閉弁 35 を備えている。これに対し、循環配管 30 A は、外部接続配管 25 A と循環配管 30 A との分岐部に近い下流側に、第四開閉弁 36 を備えている。

[0025] 図 3 に示すように、上記したような船舶 1 A では、航行中、第三開閉弁 35 は閉塞状態とされている。船舶 1 A では、航行中、必要に応じ、第四開閉弁 36 を開放状態とし、タンク 21 中で液化二酸化炭素 L が気化することで生成された二酸化炭素ガス G を、冷却器 42 で冷却する。これには、第一開閉弁 33 を開放状態にするとともに、第二開閉弁 34 を閉塞状態にする。これにより、圧縮機 41 を経た二酸化炭素ガス G をバイパス管 32 A に導くことができる。バイパス管 32 A に導かれた二酸化炭素ガス G は、冷却器 42 で冷却されたのちバイパス管 32 A 及び循環配管 30 A を通じてタンク 21 内の下部に戻される。

[0026] 上記した船舶 1 A では、例えば、着岸してタンク 21 内の液化二酸化炭素 L を船外に払い出す場合、図 4 に示すようにする。具体的には、第三開閉弁 35、及び第四開閉弁 36 を開放状態にする。さらに、第一開閉弁 33 及び、第二開閉弁 34 を開放状態にする。これにより、タンク 21 内の二酸化炭素ガス G を、外部接続配管 25 A を通して船外に払い出し可能な状態となる。そして、圧縮機 41 で循環配管 30 A 内の二酸化炭素ガス G を圧送すると、タンク 21 から払い出される二酸化炭素ガス G の一部が、循環配管 30 A の一端 30 s から循環配管 30 A 内に吸い込まれる。循環配管 30 A 内に吸い込まれた二酸化炭素ガス G は、圧縮機 41 で圧縮され、その温度が上昇す

る。この温度上昇した二酸化炭素ガスGは、循環配管30Aの他端30tからタンク21内の下部に貯留された液化二酸化炭素L（ドライアイスを含む固液混合）中に戻される。

[0027] （作用効果）

上記第一実施形態の船舶1Aでは、循環配管30Aに設けられた圧縮機41で、タンク21内の二酸化炭素ガスGを圧送する。この二酸化炭素ガスGは、圧縮機41で圧縮されることで温度上昇する。この温度上昇した二酸化炭素ガスGは、循環配管30Aの他端30tからタンク21内に戻される。これにより、タンク21内の液化二酸化炭素Lの温度が上昇し、タンク21内にドライアイスが生成されていた場合であっても、ドライアイスを加熱し、液化、又は昇華させることができる。また、他端30tからタンク21内に流入した二酸化炭素ガスGによって、液化二酸化炭素Lを加熱し気化させることができる。そして、タンク21内の二酸化炭素ガスGを外部接続配管25Aを介して船体2の外部に払い出すことができる。したがって、タンク21内にドライアイスが生成された場合であっても、タンク21内に貯留された液化二酸化炭素Lの払い出しを良好に行うことが可能となる。

[0028] 上述した実施形態では、循環配管30Aの一端30sが、タンク21内の上部に配置されている。このため、流体として、タンク21内の上部に貯留されている二酸化炭素ガスGのみを循環配管30Aに吸い込ませることができる。その結果、二酸化炭素ガスGの払い出し及び圧縮を円滑に行うことができる。

[0029] 上述した実施形態では、循環配管30Aの他端30tが、タンク21内に貯留される液化二酸化炭素Lの液面Lfよりも上下方向Dvの下方に配置されている。これにより、圧縮機41を経て温度が上昇した二酸化炭素ガスGが、循環配管30Aの他端30tからタンク21内の液化二酸化炭素L中に戻される。これにより、液化二酸化炭素Lを効率良く加熱することができる。したがって、ドライアイスが生成されていた場合であっても、タンク21内で円滑に二酸化炭素ガスGを生じさせることができる。

[0030] 上述した実施形態では、外部接続配管 25 A が、循環配管 30 A の一端 30 s と圧縮機 41 との間の循環配管 30 A から分岐している。これにより、タンク 21 に、外部接続配管 25 A と循環配管 30 A とを別々に接続する必要が無く、配管設置の手間、必要になる配管の長さを抑えることができる。さらに、外部接続配管 25 A をタンク 21 に接続するためのスペースが必要なくなるため、このスペースを他の用途に有効利用することが可能となる。

[0031] 上述した実施形態では、船舶 1 A が、バイパス管 32 A に設けられた冷却器 42 を備えている。これにより、圧縮機 41 で圧縮された二酸化炭素ガス G を冷却器 42 で冷却し、タンク 21 内に戻すことで、タンク 21 内の液化二酸化炭素 L の温度上昇が抑えられる。したがって、航行（運搬）中にタンク 21 内の液化二酸化炭素 L が気化することを抑えることができる。

[0032] 上述した実施形態では、船舶 1 A が、液化二酸化炭素 L よりも沸点の低い液化ガスを貯留可能な液化ガス貯留タンク 22 をさらに備えている。これにより、液化ガス貯留タンク 22 に貯留した液化ガスと、タンク 21 に貯留した液化二酸化炭素 L とを混載して運搬することができる。液化二酸化炭素 L よりも沸点が低い液化ガスの冷熱により、タンク 21 内の液化二酸化炭素 L の冷却を図り、タンク 21 内における二酸化炭素ガス G の発生を抑制して、タンク 21 圧が上昇することを抑制できる。

[0033] <第二実施形態>

次に、本開示の第二実施形態に係る船舶について、図 5～図 8 を参照して説明する。以下に説明する本開示の第二実施形態においては、本開示の第一実施形態と循環配管 30 B の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。

（船舶の船体構成）

図 1 に示すように、本開示の実施形態の船舶 1 B は、船体 2 と、タンク 21 と、液化ガス貯留タンク 22 と、を少なくとも備えている。

[0034] （タンクの構成）

図 5 に示すように、船舶 1 B は、循環配管 30 B と、圧縮機 41 と、バイ

パス管 3 2 B と、冷却器 4 2 と、外部接続配管 2 5 B と、接続配管 4 8 と、を備えている。

[0035] 循環配管 3 0 B は、タンク 2 1 の内部と外部とにわたって流体が循環するように設けられたループ状（無端状）とされている。循環配管 3 0 B の一部である熱交換部 3 0 m は、タンク 2 1 の内部に配置されている。熱交換部 3 0 m は、タンク 2 1 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも上下方向 D v の下方に配置されている。循環配管 3 0 B の熱交換部 3 0 m は、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L 中で、液化二酸化炭素 L との接触面積増大のため、例えば、螺旋状、ジグザグ状に成形されたり、複数のフィンを備えたりしていてもよい。循環配管 3 0 B の残部 3 0 n は、タンク 2 1 の外部に配置されている。

[0036] （圧縮機の構成）

圧縮機 4 1 は、循環配管 3 0 B のうちの残部 3 0 n に配置されている。つまり、圧縮機 4 1 は、タンク 2 1 の外部に配置されている。圧縮機 4 1 は、循環配管 3 0 B の流体を圧送する。圧縮機 4 1 により圧送される流体は、タンク 2 1 内の二酸化炭素ガス G である。圧縮機 4 1 で二酸化炭素ガス G を圧送する際、二酸化炭素ガス G は、圧縮されて温度が上昇する（断熱圧縮）。

[0037] （バイパス管の構成）

バイパス管 3 2 B は、循環配管 3 0 B の残部 3 0 n を部分的に迂回するように形成されている。このバイパス管 3 2 B は、循環配管 3 0 B において、循環配管 3 0 B のうち圧縮機 4 1 よりも二酸化炭素ガス G の流れ方向下流側に接続されている。換言すると、バイパス管 3 2 B は、循環配管 3 0 B の残部 3 0 n うち、圧縮機 4 1 よりも下流側の残部 3 0 n から分岐し、この分岐する位置よりも流れ方向下流側の残部 3 0 n に合流している。

（冷却器の構成）

[0038] 冷却器 4 2 は、圧縮機 4 1 を経てバイパス管 3 2 B を流れる二酸化炭素ガス G を冷却する。

冷却器 4 2 は、バイパス管 3 2 B の中途に設けられている。冷却器 4 2 は

、第一実施形態と同様に、圧縮機 4 1 を経てバイパス管 3 2 A を流れる二酸化炭素ガス G を冷却する。冷却器 4 2 は、バイパス管 3 2 A を流れる二酸化炭素ガス G と、二酸化炭素ガス G よりも低温の媒体とを熱交換することで、二酸化炭素ガス G を冷却する。

[0039] バイパス管 3 2 B は、冷却器 4 2 よりも上流側に、第一開閉弁 3 3 を備えている。また、循環配管 3 0 B の残部 3 0 n は、残部 3 0 n とバイパス管 3 2 B との分岐部に近い側の分岐部の下流側に、循環配管 3 0 B 内の流路を開閉する第二開閉弁 3 4 を備えている。

[0040] (外部接続配管の構成)

外部接続配管 2 5 B は、タンク 2 1 内の上部と船体 2 の外部とを接続する。外部接続配管 2 5 B は、タンク側端部 2 5 v と、舷側側端部 2 5 w と、を有している。タンク側端部 2 5 v は、タンク 2 1 の上部に接続されている。外部接続配管 2 5 B は、タンク側端部 2 5 v から舷側 3 B に向かって延びている。舷側側端部 2 5 w は、船外側の配管（図示無し）が接続可能とされている。

[0041] 接続配管 4 8 は、外部接続配管 2 5 B と、循環配管 3 0 B とを接続している。接続配管 4 8 は、圧縮機 4 1 よりも上流側で、循環配管 3 0 B の残部 3 0 n と外部接続配管 2 5 B とを接続している。外部接続配管 2 5 B は、この外部接続配管 2 5 B と接続配管 4 8 との分岐部よりも舷側側端部 2 5 w に近い側に、外部接続配管 2 5 B の内部の流路を開閉する第三開閉弁 3 5 を備えている。また、接続配管 4 8 は、接続配管 4 8 の内部の流路を開閉する接続配管開閉弁 4 9 を備えている。

[0042] 上記した船舶 1 B では、航行中、第三開閉弁 3 5、及び第二開閉弁 3 4 は閉塞状態にされ、第一開閉弁 3 3 は開放状態にされている。この船舶 1 B では、航行中、必要に応じ圧縮機 4 1 及び冷却器 4 2 を作動させ、タンク 2 1 中の液化二酸化炭素 L 及び二酸化炭素ガス G を冷却する。これには、図 6 に示すように、まず、接続配管開閉弁 4 9 を開放状態として圧縮機 4 1 を動作させる。すると、タンク 2 1 内の二酸化炭素ガス G の一部が、外部接続配管

25B及び接続配管48を通して循環配管30B内に吸い込まれる。タンク21内の二酸化炭素ガスGが吸い込まれた後、接続配管開閉弁49を閉塞状態にする。これにより、循環配管30B内に閉ループが形成される。なお、閉ループ内の二酸化炭素ガスGが不足する場合は、接続配管開閉弁49を開放状態にして、二酸化炭素ガスGを補充してもよい。この循環配管30B内に吸い込まれた二酸化炭素ガスGは、循環配管30B及びバイパス管32により形成された閉ループ内を循環する。この際、バイパス管32Bに流入した二酸化炭素ガスGは、冷却器42により冷却されたのち、熱交換部30mでタンク21内の液化二酸化炭素L及び二酸化炭素ガスGと熱交換して圧縮機41に戻る。これにより、タンク21内の液化二酸化炭素L及び二酸化炭素ガスGの温度上昇が抑制される。

[0043] 上記した船舶1Bでは、例えば、着岸してタンク21内の液化二酸化炭素Lを船外に払い出す場合、図7に示すように、第三開閉弁35、及び接続配管開閉弁49を開放状態にする。また、第一開閉弁33を閉塞状態にし、第二開閉弁34を開放状態にする。すると、タンク21内に二酸化炭素ガスGが、外部接続配管25Bを通して船外に払い出し可能な状態となる。

[0044] 一方で、圧縮機41により循環配管30B内の二酸化炭素ガスGを圧送すると、タンク21から払い出される二酸化炭素ガスGの一部が、接続配管48を通して循環配管30B内に吸い込まれる。タンク21内の二酸化炭素ガスGが循環配管30B内に吸い込まれた後、図8に示すように、接続配管開閉弁49を閉塞状態にする。これにより、循環配管30B内に閉ループが形成される。循環配管30B内に吸い込まれた二酸化炭素ガスGは、循環配管30B内を循環する。循環配管30B内の二酸化炭素ガスGは、圧縮機41で圧縮されることによって、温度上昇する。この温度上昇した二酸化炭素ガスGは、タンク21内の液化二酸化炭素L中に没した循環配管30Bの熱交換部30mにおいて、循環配管30Bの周囲の液化二酸化炭素Lと熱交換する。これにより、タンク21内の液化二酸化炭素Lの温度が上昇する。

[0045] (作用効果)

上記第二実施形態の船舶 1 B では、圧縮機 4 1 で循環配管 3 0 B 内の二酸化炭素ガス G を圧送することによって、二酸化炭素ガス G は、ループ状の循環配管 3 0 B を循環する。二酸化炭素ガス G は、圧縮機 4 1 で圧縮されることによって、その温度が上昇する。これにより、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L の温度が上昇する。その結果、タンク 2 1 内にドライアイスが生成されていた場合、ドライアイスを加熱して液化、又は昇華させることができる。また、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を船外に払い出すときには、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を気化させ、タンク 2 1 内の上部から外部接続配管 2 5 B を通して船体 2 の外部に払い出すことができる。したがって、タンク 2 1 内にドライアイスが生成された場合であっても、タンク 2 1 からの液化二酸化炭素 L の払い出しを良好に行うことが可能となる。

[0046] 上記第二実施形態では、循環配管 3 0 B の熱交換部 3 0 m が、前記タンク 2 1 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも上下方向 D v の下方に配置されている。これにより、温度が上昇した流体が循環する循環配管 3 0 B を、液化二酸化炭素 L に直接接触させることができる。したがって、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を効率良く加熱して、ドライアイスを液化、又は昇華させることができる。

[0047] 上記第二実施形態では、船舶 1 B が、循環配管 3 0 B と外部接続配管 2 5 B とを接続する接続配管 4 8 と、接続配管 4 8 を開閉する接続配管開閉弁 4 9 と、を備えている。これにより、接続配管開閉弁 4 9 を開くと、タンク 2 1 内の上部に接続された外部接続配管 2 5 B から接続配管 4 8 を介し、循環配管 3 0 B 内に、流体として、タンク 2 1 内の上部の二酸化炭素ガス G を導入させることができる。その後、接続配管開閉弁 4 9 を閉じ、圧縮機 4 1 で二酸化炭素ガス G を圧送することで、循環配管 3 0 B 内で二酸化炭素ガス G を加熱しながら循環させることができる。

[0048] 上記第二実施形態では、船舶 1 B が、バイパス管 3 2 B に設けられた冷却器 4 2 を備えている。これにより、圧縮機 4 1 で圧縮された二酸化炭素ガス G を冷却器 4 2 で冷却し、この冷却された二酸化炭素ガス G を熱交換部 3 0

mに通すことでタンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L の温度上昇が抑えられる。
これにより、航行（運搬）中にタンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L が気化することが抑えられる。

[0049] また、船舶 1 B は、液化二酸化炭素 L よりも沸点が低い液化ガスを貯留可能な液化ガス貯留タンク 2 2 をさらに備える。これにより、液化ガス貯留タンク 2 2 に貯留した液化ガスと、タンク 2 1 に貯留した液化二酸化炭素 L とを混載して運搬することができる。液化二酸化炭素 L よりも沸点が低い液化ガスの冷熱により、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L の冷却を図り、ドライアイスの生成の抑制、ドライアイスの昇華によるタンク 2 1 圧上昇の抑制、タンク 2 1 内で気化した二酸化炭素ガス G の液化を図ることができる。

[0050] （第二実施形態の変形例）

上記第二実施形態では、外部接続配管 2 5 B と循環配管 3 0 B とを、接続配管 4 8 を介して接続するようにしたが、これに限らない。外部接続配管 2 5 B と、循環配管 3 0 B とを、接続配管 4 8 を介して接続せず、それぞれに独立した系統としてもよい。その場合、循環配管 3 0 B には、タンク 2 1 内の二酸化炭素ガス G に限らず、例えば船内で生成される蒸気等、他の流体を導入するようにしてもよい。

[0051] （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。

上記実施形態では、タンク 2 1 を、船体 2 内に形成されたタンク格納区画 8 内に設ける構成としたが、これに限るものではなく、例えば、タンク 2 1 は、例えば、上甲板 5 上に設けるようにしてもよい。

[0052] <付記>

各実施形態に記載の船舶 1 A、1 B は、例えば以下のように把握される。

[0053] （1）第 1 の態様に係る船舶 1 A は、船体 2 と、前記船体 2 に設けられ、液化二酸化炭素 L を貯留可能なタンク 2 1 と、前記タンク 2 1 内の上部と前記

船体 2 の外部とを接続する外部接続配管 2 5 A と、一端 3 0 s が前記タンク 2 1 内に連通されているとともに、前記タンク 2 1 の外部を経由して、他端 3 0 t が前記タンク 2 1 内に連通されている循環配管 3 0 A と、前記タンク 2 1 の外部で前記循環配管 3 0 A の中途に設けられて、前記一端 3 0 s から前記他端 3 0 t に向かって流体を圧送可能な圧縮機 4 1 と、を備える。

流体としては、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L が気化した二酸化炭素ガス G が挙げられる。

[0054] この船舶 1 A は、圧縮機 4 1 で循環配管 3 0 A 内の流体を圧送すると、循環配管 3 0 A の一端 3 0 s からタンク 2 1 内の流体（タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L が気化した二酸化炭素ガス G）が循環配管 3 0 A 内に吸い込まれる。循環配管 3 0 A 内に吸い込まれた二酸化炭素ガス G は、圧縮機 4 1 を経て、循環配管 3 0 A の他端 3 0 t からタンク 2 1 内に戻される。二酸化炭素ガス G は、圧縮機 4 1 で圧縮されることによって、その温度が上昇する。このように、圧縮機 4 1 を経て温度が上昇した二酸化炭素ガス G が、循環配管 3 0 A の他端 3 0 t からタンク 2 1 内に戻されることで、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L の温度が上昇する。これにより、タンク 2 1 内にドライアイスが生成されていた場合、ドライアイスを加熱して液化、又は昇華させることができる。タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を船外に払い出すときには、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を気化させ、タンク 2 1 内の上部から外部接続配管 2 5 A を通して船体 2 の外部に払い出す。このようにして、タンク 2 1 内にドライアイスが生成された場合であっても、タンク 2 1 からの液化二酸化炭素 L の払い出しを良好に行うことが可能となる。

[0055] （２）第 2 の態様に係る船舶 1 A は、（１）の船舶 1 A であって、前記循環配管 3 0 A の前記一端 3 0 s は、前記タンク 2 1 内の上部で、前記タンク 2 1 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも上方に配置されている。

[0056] これにより、タンク 2 1 内には、下部に液化二酸化炭素 L が貯留され、上部には、液化二酸化炭素 L が気化した二酸化炭素ガス G が貯留されている。

循環配管 30 A の一端 30 s は、タンク 21 内の上部に配置されている。このため、循環配管 30 A には、流体として、タンク 21 内の上部の二酸化炭素ガス G が吸い込まれる。二酸化炭素ガス G は、タンク 21 内の液化二酸化炭素 L よりも、温度が高い。このような二酸化炭素ガス G を圧縮機 41 で圧縮することで、より高い温度の二酸化炭素ガス G を循環配管 30 A の他端 30 t からタンク 21 内に戻すことができる。したがって、タンク 21 内のドライアイス、を、より効率良く加熱して液化、又は昇華させることができる。

[0057] (3) 第3の態様に係る船舶 1 A は、(1) 又は (2) の船舶 1 A であって、前記循環配管 30 A の前記他端 30 t は、前記タンク 21 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも下方に配置されている。

[0058] これにより、圧縮機 41 を経て温度が上昇した流体（タンク 21 内の液化二酸化炭素 L が気化した二酸化炭素ガス G）は、循環配管 30 A の他端 30 t からタンク 21 内の液化二酸化炭素 L 中に戻される。これにより、タンク 21 内にドライアイスが生成されていた場合、ドライアイスを効率良く加熱して液化、又は昇華させることができる。

[0059] (4) 第4の態様に係る船舶 1 A は、(1) から (3) の何れか一つの船舶 1 A であって、前記外部接続配管 25 A は、前記循環配管 30 A の前記一端 30 s と前記圧縮機 41 との間で前記循環配管 30 A から分岐している。

[0060] これにより、タンク 21 に、外部接続配管 25 A と循環配管 30 A の一端 30 s とを別々に接続する必要が無く、配管設置の手間、配管コストを抑えることができる。

[0061] (5) 第5の態様に係る船舶 1 B は、船体 2 と、前記船体 2 に設けられ、液化二酸化炭素 L を貯留可能なタンク 21 と、前記タンク 21 内の上部と前記船体 2 の外部とを接続する外部接続配管 25 B と、前記タンク 21 の内部と外部とにわたって流体が循環するように設けられたループ状の循環配管 30 B と、前記タンク 21 の外部で前記循環配管 30 B の中途に設けられて、前記循環配管 30 B 内の流体を圧送可能な圧縮機 41 と、を備える。流体としては、タンク 21 内の液化二酸化炭素 L が気化した二酸化炭素ガス G、又

は船内で用いられる蒸気が挙げられる。

[0062] これにより、この船舶 1 B は、圧縮機 4 1 で循環配管 3 0 B 内の流体を圧送することによって、流体は、ループ状の循環配管 3 0 B を循環する。流体は、圧縮機 4 1 で圧縮されることによって、その温度が上昇する。循環配管 3 0 B 内を、温度が上昇した流体が循環することで、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L の温度が上昇する。これにより、タンク 2 1 内にドライアイスが生成されていた場合、ドライアイスを加熱して液化、又は昇華させることができる。タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を船外に払い出すときには、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を気化させ、タンク 2 1 内の上部から外部接続配管 2 5 B を通して船体 2 の外部に払い出す。このようにして、タンク 2 1 内にドライアイスが生成された場合であっても、タンク 2 1 からの液化二酸化炭素 L の払い出しを良好に行うことが可能となる。

[0063] (6) 第 6 の態様に係る船舶 1 B は、(5) の船舶 1 B であって、前記循環配管 3 0 B の一部 3 0 m が、前記タンク 2 1 内に貯留される液化二酸化炭素 L の液面 L f よりも下方に配置されている。

[0064] これにより、温度が上昇した流体が循環する循環配管 3 0 B を、液化二酸化炭素 L に直接接触させることができる。これにより、タンク 2 1 内の液化二酸化炭素 L を効率良く加熱させ、ドライアイスを液化、又は昇華させることができる。

[0065] (7) 第 7 の態様に係る船舶 1 B は、(5) 又は (6) の船舶 1 B であって、前記循環配管 3 0 B と前記外部接続配管 2 5 B とを接続する接続配管 4 8 と、前記接続配管 4 8 を開閉する接続配管開閉弁 4 9 と、を備える。

[0066] タンク 2 1 内には、下部に液化二酸化炭素 L が貯留され、上部には、液化二酸化炭素 L が気化した二酸化炭素ガス G が貯留されている。接続配管開閉弁 4 9 を開くと、タンク 2 1 内の上部に接続された外部接続配管 2 5 B から接続配管 4 8 を介し、循環配管 3 0 B 内に、流体として、タンク 2 1 内の上部の二酸化炭素ガス G が流れ込む。その後、接続配管開閉弁 4 9 を閉じ、圧縮機 4 1 で流体を圧送することで、循環配管 3 0 B 内で流体を加熱しながら

循環させることができる。

[0067] (8) 第8の態様に係る船舶1 A、1 Bは、(1) から(7) の何れか一つの船舶1 A、1 Bであって、前記圧縮機4 1 に対し、前記循環配管3 0 A、3 0 Bにおける前記流体の流れ方向下流側で前記循環配管3 0 A、3 0 Bからバイパスして設けられたバイパス管3 2 A、3 2 Bと、前記バイパス管3 2 A、3 2 Bに設けられ、前記圧縮機4 1 を経た流体を冷却する冷却器4 2 と、を備える。

[0068] これにより、圧縮機4 1 で圧縮された流体を冷却器4 2 で冷却し、タンク2 1 内に戻すことで、タンク2 1 内の液化二酸化炭素Lの温度上昇が抑えられる。これにより、タンク2 1 内の液化二酸化炭素Lが気化することが抑えられる。

[0069] (9) 第9の態様に係る船舶1 A、1 Bは、(1) から(8) の何れか一つの船舶1 A、1 Bであって、前記船体2 に設けられ、液化二酸化炭素Lよりも沸点が低い液化ガスを貯留可能な液化ガス貯留タンク2 2 をさらに備える。

[0070] これにより、液化ガス貯留タンク2 2 に貯留した液化ガスと、タンク2 1 に貯留した液化二酸化炭素Lとを混載して運搬することができる。液化二酸化炭素Lよりも沸点が低い液化ガスの冷熱により、タンク2 1 内の液化二酸化炭素Lの冷却を図り、ドライアイスの生成の抑制、ドライアイスの昇華によるタンク2 1 圧上昇の抑制、タンク2 1 内で気化した二酸化炭素ガスGの液化を図ることができる。

産業上の利用可能性

[0071] 本開示の船舶によれば、タンク内にドライアイスが生成された場合であっても、タンクからの液化二酸化炭素の払い出しを良好に行うことができる。

符号の説明

[0072] 1 A、1 B…船舶 2…船体 2 a…船首 2 b…船尾 3 A、3 B…舷側
5…上甲板 7…上部構造 8…タンク格納区画 2 1…タンク 2 2…
液化ガス貯留タンク 2 5 A、2 5 B…外部接続配管 2 5 s、2 5 v…タ

ンク側端部 25 t、25 w…舷側側端部 30 A、30 B…循環配管 30 m…熱交換部（一部） 30 n…残部 30 s…一端 30 t…他端 30 u…中間部 32 A、32 B…バイパス管 33…第一開閉弁 34…第二開閉弁 35…第三開閉弁 36…第四開閉弁 40…冷凍装置 41…圧縮機 42…冷却器 48…接続配管 49…接続配管開閉弁 D a…船首尾方向 D v…上下方向 G…二酸化炭素ガス L…液化二酸化炭素 L f…液面

請求の範囲

- [請求項1] 船体と、
前記船体に設けられ、液化二酸化炭素を貯留可能なタンクと、
前記タンク内の上部と前記船体の外部とを接続する外部接続配管と、
、
一端が前記タンク内に連通されているとともに、前記タンクの外部を
経由して、他端が前記タンク内に連通されている循環配管と、
前記タンクの外部で前記循環配管の中途に設けられて、前記一端から
前記他端に向かって流体を圧送可能な圧縮機と、
を備える船舶。
- [請求項2] 前記循環配管の前記一端は、前記タンク内の上部で、前記タンク内
に貯留される液化二酸化炭素の液面よりも上方に配置されている
請求項 1 に記載の船舶。
- [請求項3] 前記循環配管の前記他端は、前記タンク内に貯留される液化二酸化
炭素の液面よりも下方に配置されている
請求項 1 又は 2 に記載の船舶。
- [請求項4] 前記外部接続配管は、前記循環配管の前記一端と前記圧縮機との間
で前記循環配管から分岐している
請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の船舶。
- [請求項5] 船体と、
前記船体に設けられ、液化二酸化炭素を貯留可能なタンクと、
前記タンク内の上部と前記船体の外部とを接続する外部接続配管と、
、
前記タンクの内部と外部とにわたって流体が循環するように設けら
れたループ状の循環配管と、
前記タンクの外部で前記循環配管の中途に設けられて、前記循環配
管内の流体を圧送可能な圧縮機と、
を備える船舶。

- [請求項6] 前記循環配管の一部が、前記タンク内に貯留される液化二酸化炭素の液面よりも下方に配置されている
請求項5に記載の船舶。
- [請求項7] 前記循環配管と前記外部接続配管とを接続する接続配管と、
前記接続配管を開閉する接続配管開閉弁と、を備える
請求項5又は6に記載の船舶。
- [請求項8] 前記圧縮機に対し、前記循環配管における前記流体の流れ方向下流側で前記循環配管からバイパスして設けられたバイパス管と、
前記バイパス管に設けられ、前記圧縮機を経た流体を冷却する冷却器と、を備える
請求項1から7の何れか一項に記載の船舶。
- [請求項9] 前記船体に設けられ、液化二酸化炭素よりも沸点が低い液化ガスを貯留可能な液化ガス貯留タンクをさらに備える
請求項1から8の何れか一項に記載の船舶。