

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7685903号
(P7685903)

(45)発行日 令和7年5月30日(2025.5.30)

(24)登録日 令和7年5月22日(2025.5.22)

(51)国際特許分類		F I	
F 2 5 B	27/00 (2006.01)	F 2 5 B	27/00 Q
B 6 3 B	25/16 (2006.01)	B 6 3 B	25/16 H
F 2 8 F	27/00 (2006.01)	F 2 8 F	27/00 5 1 1 F
F 0 1 K	9/00 (2006.01)	F 0 1 K	9/00 D
F 0 1 D	25/32 (2006.01)	F 0 1 K	9/00 F
請求項の数 8 (全27頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-125923(P2021-125923)	(73)特許権者	518131296 三菱重工マリンマシナリ株式会社 長崎県長崎市飽の浦町1番1号
(22)出願日	令和3年7月30日(2021.7.30)	(74)代理人	110000785 S S I P 弁理士法人
(65)公開番号	特開2023-20523(P2023-20523A)	(72)発明者	平戸 拓磨 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工工業株式会社内
(43)公開日	令和5年2月9日(2023.2.9)	(72)発明者	▲高▼田 亮 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工工業株式会社内
審査請求日	令和6年4月19日(2024.4.19)	(72)発明者	齋藤 英司 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重 工マリンマシナリ株式会社内
		(72)発明者	川波 晃 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷熱回収システムおよび冷熱回収システムの起動方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置を有する船舶又は浮体に設置される冷熱回収システムであって、

前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスから冷熱用熱媒体に冷熱エネルギーを伝達するように構成された第1の熱交換器と、

前記冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクルであって、前記第1の熱交換器よりも下流側に設けられた前記冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプを少なくとも含む冷熱回収サイクルと、

前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第1の熱交換器よりも上流側を流れる前記冷熱用熱媒体に、熱媒から熱エネルギーを伝達するように構成された第2の熱交換器と、

前記冷熱回収サイクルにおける前記第1の熱交換器と前記冷熱用ポンプとの間に設けられ、前記冷熱用熱媒体を気相の冷熱用熱媒体と液相の冷熱用熱媒体とに分離するように構成された気液分離器と、

前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第2の熱交換器よりも上流側から前記気液分離器に前記液相の冷熱用熱媒体を戻すための液戻りラインと、

前記液戻りラインを介して前記気液分離器に戻される前記液相の冷熱用熱媒体、又は前記気液分離器の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された第3の熱交換

器と、を備える、冷熱回収システム。

【請求項 2】

前記第 3 の熱交換器は、前記液戻りラインを流れる前記液相の冷熱用熱媒体に、前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された、

請求項 1 に記載の冷熱回収システム。

【請求項 3】

前記第 3 の熱交換器は、前記気液分離器の内部に存在する前記冷熱用熱媒体に、前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された、

請求項 1 に記載の冷熱回収システム。

【請求項 4】

前記液戻りラインは、

前記第 3 の熱交換器が設けられた第 1 の液戻りラインと、

前記第 3 の熱交換器を迂回する第 2 の液戻りラインと、を含む、

請求項 2 に記載の冷熱回収システム。

【請求項 5】

前記第 1 の熱交換器で気化された前記液化ガスを前記船舶又は前記浮体の主機エンジンに供給するための燃料供給ラインと、

前記第 3 の熱交換器から前記液化ガス又は前記液化ガスが気化した気化ガスの少なくとも一方を前記主機エンジンとは別体から構成されたガス燃焼装置に導くための起動時ガス供給ラインと、をさらに備える、

請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の冷熱回収システム。

【請求項 6】

前記冷熱回収サイクルにおける前記液戻りラインの上流端との接続部と前記第 2 の熱交換器との間に設けられて、前記第 2 の熱交換器に導かれる前記液相の冷熱用熱媒体の流量を調整可能に構成された第 1 の流量調整弁をさらに備える、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の冷熱回収システム。

【請求項 7】

前記液化ガス貯留装置と前記第 3 の熱交換器とを繋ぐ液化ガス導入ラインと、

前記液化ガス導入ラインに設けられて、前記第 3 の熱交換器に導かれる前記液化ガスの流量を調整可能に構成された第 2 の流量調整弁と、

前記気液分離器内の前記冷熱用熱媒体の温度を取得可能に構成された温度取得装置と、

前記温度取得装置により取得される前記冷熱用熱媒体の温度が所定範囲内に収まるように、前記第 2 の流量調整弁の開度を制御する弁開度制御装置と、をさらに備える、

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の冷熱回収システム。

【請求項 8】

液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置を有する船舶又は浮体に設置される冷熱回収システムの起動方法であって、

前記冷熱回収システムは、

前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスから冷熱用熱媒体に冷熱エネルギーを伝達するように構成された第 1 の熱交換器と、

前記冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクルであって、前記第 1 の熱交換器よりも下流側に設けられた前記冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプを少なくとも含む冷熱回収サイクルと、

前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第 1 の熱交換器よりも上流側を流れる前記冷熱用熱媒体に、熱媒から熱エネルギーを伝達するように構成された第 2 の熱交換器と、を備え、

前記冷熱回収システムの起動方法は、

前記冷熱回収サイクルにおける前記第 1 の熱交換器と前記冷熱用ポンプとの間に設けら

10

20

30

40

50

れた気液分離器により、前記冷熱用熱媒体を気相の冷熱用熱媒体と液相の冷熱用熱媒体とに分離する気液分離ステップと、

前記冷熱用ポンプを駆動させ、前記気液分離ステップで分離した前記液相の冷熱用熱媒体を、前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第2の熱交換器よりも上流側と、前記気液分離器とを接続する液戻りラインを介して、前記気液分離器に前記液相の冷熱用熱媒体を戻す循環ステップと、

前記循環ステップにおいて、前記液戻りラインを介して前記気液分離器に戻される前記液相の冷熱用熱媒体、又は前記気液分離器の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達して冷却する冷却ステップと、を備える、
冷熱回収システムの起動方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、液化ガスの冷熱エネルギーを回収するための冷熱回収システム、および該冷熱回収システムの起動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液化ガス（例えば、液化天然ガス）は、輸送や貯蔵を目的として液化され、都市ガスや火力発電所などの供給先に供給するに際して、海水などの熱媒体で昇温して気化させることが行われる。液化ガスを気化させる際に、液化ガスの冷熱エネルギーを海水に捨てるのではなく回収することが行われることがある（例えば、特許文献1）。

20

【0003】

特許文献1では、液化天然ガスの冷熱エネルギーを電力として回収する冷熱発電サイクルが開示されている。この冷熱発電サイクルとしては、二次媒体ランキンサイクル方式などが知られている（特許文献1参照）。二次媒体ランキンサイクル方式は、クローズドループ内を循環する二次媒体を、蒸発器にて海水を熱源として加熱して蒸発させ、この蒸気を冷熱発電用のタービンに導入して動力を得た後に、液化天然ガスにて冷却、凝縮させる方式である。

【0004】

30

液化天然ガスの供給先の夫々に対応する陸用のLNG基地を設けることは、土地の確保などに費用がかかるため困難である。このため、液化天然ガスを貯蔵するLNG貯蔵設備や、液化天然ガスを再ガス化する再ガス化設備を備える船舶を海上に係留し、該船舶により再ガス化した液化天然ガスを、パイプラインを介して陸上の供給先や海上のパワーゲージ（浮体式の発電所）などに送ることが行われることがある。

【0005】

船舶は、陸上設備に比べて拡張性に乏しいため、冷熱発電設備を搭載するためには、冷熱発電システムの小型化、特に熱交換器の小型化が重要となる。小型の熱交換器としては、例えばプリント回路熱交換器（PCHE）やプレート式熱交換器などが挙げられる。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0006】

【文献】実開昭61-59803号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一方の熱交換対象の凝固点よりも他方の熱交換対象が低温であると、熱交換器での熱交換において一方の熱交換対象が凝固して、凝固した熱交換対象が熱交換器の表面に付着して熱交換器を閉塞させる虞がある。小型の熱交換器は、大型の熱交換器（例えば、シェルチューブ式の熱交換器）に比べて、熱交換器の閉塞リスクが高いため、信頼性に課題があ

50

る。

【 0 0 0 8 】

冷熱発電サイクルでは、熱交換器において冷熱発電サイクルを循環する二次媒体を液化天然ガスにより冷却するとき、熱交換器が凍結する虞がある。特に冷熱発電サイクルを循環する二次媒体の流量が小量である冷熱発電サイクルの起動時には、定常運転時に比べて二次媒体の温度が低下するため熱交換器が凍結する可能性が高い。熱交換器の凍結を防止するために、熱交換器に供給される液化天然ガスを予め加熱する加熱ラインを設けることが考えられるが、このような加熱ラインは、冷熱発電サイクルを備えるシステムの大型化や高価格化を招くため、好ましくはない。

【 0 0 0 9 】

また、熱交換器の凍結を防止するために、冷熱発電サイクルの起動時に冷熱発電サイクルを循環する二次媒体の流量を増加させることが考えられる。しかしながら、冷熱発電サイクルの停止時に冷熱発電サイクルへの周辺空気からの入熱により、冷熱発電サイクルにおいて二次媒体が気化することがある。このため、冷熱発電サイクルの起動時は、冷熱発電サイクルの定常運転時に比べて、二次媒体を循環させるための循環用ポンプにおける、気相の二次媒体の占める割合が大きくなっている。二次媒体を循環させるための循環用ポンプの循環量を増加させると、冷熱発電サイクルの起動時に循環用ポンプのガス噛みにより起動不良を起こす可能性が高まるという問題がある。

【 0 0 1 0 】

上述した事情に鑑みて、本開示の少なくとも一実施形態の目的は、冷熱回収システムの起動時における熱交換器の閉塞を抑制できる冷熱回収システム、および該冷熱回収システムの起動方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムは、
液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置を有する船舶又は浮体に設置される冷熱回収システムであって、

前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスから冷熱用熱媒体に冷熱エネルギーを伝達するように構成された第 1 の熱交換器と、

前記冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクルであって、前記第 1 の熱交換器よりも下流側に設けられた前記冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプを少なくとも含む冷熱回収サイクルと、

前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第 1 の熱交換器よりも上流側を流れる前記冷熱用熱媒体に、熱媒から熱エネルギーを伝達するように構成された第 2 の熱交換器と、

前記冷熱回収サイクルにおける前記第 1 の熱交換器と前記冷熱用ポンプとの間に設けられ、前記冷熱用熱媒体を気相の冷熱用熱媒体と液相の冷熱用熱媒体とに分離するように構成された気液分離器と、

前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第 2 の熱交換器よりも上流側から前記気液分離器に前記液相の冷熱用熱媒体を戻すための液戻りラインと、

前記液戻りラインを介して前記気液分離器に戻される前記液相の冷熱用熱媒体、又は前記気液分離器の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された第 3 の熱交換器と、を備える。

【 0 0 1 2 】

本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムの起動方法は、
液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置を有する船舶又は浮体に設置される冷熱回収システムの起動方法であって、

前記冷熱回収システムは、

前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスから冷熱用熱媒体に冷熱エネルギー

10

20

30

40

50

ーを伝達するように構成された第 1 の熱交換器と、

前記冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクルであって、前記第 1 の熱交換器よりも下流側に設けられた前記冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプを少なくとも含む冷熱回収サイクルと、

前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第 1 の熱交換器よりも上流側を流れる前記冷熱用熱媒体に、熱媒から熱エネルギーを伝達するように構成された第 2 の熱交換器と、を備え、

前記冷熱回収システムの起動方法は、

前記冷熱回収サイクルにおける前記第 1 の熱交換器と前記冷熱用ポンプとの間に設けられた気液分離器により、前記冷熱用熱媒体を気相の冷熱用熱媒体と液相の冷熱用熱媒体とに分離する気液分離ステップと、

前記冷熱用ポンプを駆動させ、前記気液分離ステップで分離した前記液相の冷熱用熱媒体を、前記冷熱回収サイクルにおける前記冷熱用ポンプよりも下流側且つ前記第 2 の熱交換器よりも上流側と、前記気液分離器とを接続する液戻りラインを介して、前記気液分離器に前記液相の冷熱用熱媒体を戻す循環ステップと、

前記循環ステップにおいて、前記液戻りラインを介して前記気液分離器に戻される前記液相の冷熱用熱媒体、又は前記気液分離器の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、前記液化ガス貯留装置から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達して冷却する冷却ステップと、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本開示の少なくとも一実施形態によれば、冷熱回収システムの起動時における熱交換器の閉塞を抑制できる冷熱回収システム、および該冷熱回収システムの起動方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 2】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムの起動方法のフロー図である。

【図 3】図 3 は、本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムにおける制御の一例を説明するための説明図である。

【図 4】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 5】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 6】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 7】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 8】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 9】本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムの制御装置を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、添付図面を参照して本開示の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本開示の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配

10

20

30

40

50

置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

なお、同様の構成については同じ符号を付し説明を省略することがある。

【0016】

(船舶、浮体)

図1は、本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システム1を備える船舶2A又は浮体2Bの構成を概略的に示す概略構成図である。幾つかの実施形態にかかる冷熱回収システム1は、図1に示されるように、船舶2Aや浮体2Bに設置される。船舶2Aや浮体2Bは、水上に浮遊可能な構造体である。船舶2Aや浮体2Bは、液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置(例えば、液化ガスタンク)21と、冷熱回収システム1と、を有する。図示される実施形態では、船舶2Aや浮体2Bは、プロペラなどの不図示の推進器および該推進器を駆動させるように構成された不図示の推進装置を有し、該推進装置を駆動させることで自走可能に構成された構造体である。なお、本開示は、船舶2Aや浮体2Bが自走するための推進装置を有さない自走不能な構造体である場合にも適用可能である。

【0017】

(冷熱回収システム)

冷熱回収システム1は、図1に示されるように、第1の熱交換器11と、液化ガス貯留装置21から第1の熱交換器11に液化ガスを供給するための液化ガス供給ライン12と、第1の熱交換器11において液化ガスが気化することで生成された気化ガスを供給するための気化ガス供給ライン13と、第1の熱交換器11において液化ガスと熱交換された冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクル3と、第2の熱交換器14と、気液分離器5と、を備える。

【0018】

(冷熱回収サイクル)

冷熱回収サイクル3は、冷熱用熱媒体をオーガニックランキンサイクルの下で循環させるように構成されている。以下の説明では、冷熱回収サイクル3における冷熱用熱媒体の循環方向における上流側を単に上流側と云うことがあり、上記循環方向における下流側を単に下流側と云うことがある。冷熱回収サイクル3は、冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプ31と、冷熱用熱媒体により駆動するように構成された冷熱用タービン32と、を含む。冷熱用ポンプ31は、冷熱回収サイクル3において、第1の熱交換器11よりも下流側且つ第2の熱交換器14よりも上流側に設けられている。冷熱用タービン32は、冷熱回収サイクル3において、第1の熱交換器11よりも上流側且つ第2の熱交換器14よりも下流側に設けられている。

【0019】

以下、液化ガスの供給源である液化ガス貯留装置21から供給される液化ガスの具体例として液化天然ガス(LNG)を、冷熱回収サイクル3を循環する冷熱用熱媒体の具体例としてプロパンを例に挙げて説明するが、本開示は、液化天然ガス以外の液化ガス(液化石油ガス、液体水素など)を、液化ガス貯留装置21から供給される液化ガスとした場合にも適用可能である。また、本開示は、プロパン以外の熱媒体(例えば、有機媒体)を、冷熱回収サイクル3を流れる冷熱用熱媒体とした場合にも適用可能である。なお、冷熱用熱媒体は、水よりも沸点や凝固点が低い。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

(第 1 の 熱 交 換 器)

第 1 の 熱 交 換 器 (液 化 ガ ス 気 化 器 、 冷 熱 側 凝 縮 器) 1 1 は 、 液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 か
ら 送 ら れ た 液 化 ガ ス と 、 冷 熱 回 収 サ イ ク ル 3 に お い て 、 冷 熱 用 ター ビ ン 3 2 よ り も 下 流 側
且 つ 冷 熱 用 ポ ン プ 3 1 よ り も 上 流 側 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 と 、 の 間 で 熱 交 換 を 行 う よ う に
構 成 さ れ て い る 。 図 示 さ れ る 実 施 形 態 で は 、 第 1 の 熱 交 換 器 1 1 は 、 液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン
1 2 か ら 送 ら れ た 液 化 ガ ス が 流 れ る 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1 1 1 と 、 冷 熱 回 収 サ イ ク ル 3
を 循 環 す る 冷 熱 用 熱 媒 体 が 流 れ る 第 1 の 冷 熱 側 流 路 1 1 2 と 、 を 含 む 。 第 1 の 液 化 ガ ス 側
流 路 1 1 1 を 流 れ る 液 化 ガ ス は 、 第 1 の 冷 熱 側 流 路 1 1 2 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 よ り も 低
温 で あ る 。

10

【 0 0 2 1 】

第 1 の 熱 交 換 器 1 1 で は 、 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1 1 1 を 流 れ る 液 化 ガ ス と 第 1 の 冷 熱
側 流 路 1 1 2 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 と の 間 で 熱 交 換 が 行 わ れ て 、 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1
1 1 を 流 れ る 液 化 ガ ス の 冷 熱 エ ネ ル ギ ー が 、 第 1 の 冷 熱 側 流 路 1 1 2 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒
体 に 伝 達 さ れ る 。 こ れ に よ り 、 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1 1 1 を 流 れ る 液 化 ガ ス が 加 熱 さ れ
、 気 化 す る と と も に 、 第 1 の 冷 熱 側 流 路 1 1 2 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 が 冷 却 さ れ 、 凝 縮 す
る 。

【 0 0 2 2 】

(第 2 の 熱 交 換 器)

第 2 の 熱 交 換 器 (冷 熱 側 蒸 発 器) 1 4 は 、 冷 熱 回 収 シ ス テ ム 1 の 外 部 か ら 導 入 さ れ た 外
部 水 (熱 媒) と 、 冷 熱 回 収 サ イ ク ル 3 に お い て 、 冷 熱 用 ポ ン プ 3 1 よ り も 下 流 側 且 つ 冷 熱
用 ター ビ ン 3 2 よ り も 上 流 側 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 と 、 の 間 で 熱 交 換 を 行 う よ う に 構 成 さ
れ て い る 。 図 示 さ れ る 実 施 形 態 で は 、 第 2 の 熱 交 換 器 1 4 は 、 冷 熱 用 熱 媒 体 が 流 れ る 第 2
の 冷 熱 側 流 路 1 4 1 と 、 外 部 水 が 流 れ る 熱 媒 側 流 路 1 4 2 と 、 を 含 む 。 第 2 の 冷 熱 側 流 路
1 4 1 (第 2 の 熱 交 換 器 1 4) は 、 冷 熱 回 収 サ イ ク ル 3 に お い て 、 冷 熱 用 ポ ン プ 3 1 よ り
も 下 流 側 且 つ 冷 熱 用 ター ビ ン 3 2 よ り も 上 流 側 に 設 け ら れ て い る 。 熱 媒 側 流 路 1 4 2 を 流
れ る 外 部 水 は 、 第 2 の 冷 熱 側 流 路 1 4 1 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 よ り も 高 温 で あ る 。

20

【 0 0 2 3 】

第 2 の 熱 交 換 器 1 4 で は 、 第 2 の 冷 熱 側 流 路 1 4 1 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 と 熱 媒 側 流 路
1 4 2 を 流 れ る 外 部 水 と の 間 で 熱 交 換 が 行 わ れ て 、 熱 媒 側 流 路 1 4 2 を 流 れ る 外 部 水 の 熱
エ ネ ル ギ ー が 、 第 2 の 冷 熱 側 流 路 1 4 1 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 に 伝 達 さ れ る 。 こ れ に よ り
、 第 2 の 冷 熱 側 流 路 1 4 1 を 流 れ る 冷 熱 用 熱 媒 体 が 加 熱 さ れ 、 気 化 す る 。

30

【 0 0 2 4 】

(液 化 ガ ス 供 給 シ ス テ ム)

液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 の 一 方 側 (上 流 端) が 液 化 ガ ス 貯 留 装 置 2 1 に 接 続 さ れ 、 液 化
ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 の 他 方 側 (下 流 端) が 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1 1 1 の 上 流 端 (第 1 の
熱 交 換 器 1 1 の ガ ス 入 口) に 接 続 さ れ て い る 。 気 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 3 の 一 方 側 (上 流 端
) が 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1 1 1 の 下 流 端 (第 1 の 熱 交 換 器 1 1 の ガ ス 出 口) に 接 続 さ れ
、 気 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 3 の 他 方 側 (下 流 端) が 気 化 ガ ス の 供 給 先 2 2 に 接 続 さ れ て い る
。 な お 、 気 化 ガ ス の 供 給 先 2 2 は 、 船 舶 2 A や 浮 体 2 B の 外 部 に 設 け ら れ た 設 備 (例 え ば
、 陸 上 の 発 電 設 備 や ガ ス 貯 蔵 設 備) で あ っ て も よ い し 、 船 舶 2 A や 浮 体 2 B に 搭 載 さ れ た
設 備 で あ っ て も よ い 。

40

【 0 0 2 5 】

冷 熱 回 収 シ ス テ ム 1 は 、 液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 に 設 け ら れ た 液 化 ガ ス 用 ポ ン プ 1 5 を
さ ら に 備 え る 。 液 化 ガ ス 用 ポ ン プ 1 5 は 、 液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 に 設 け ら れ た 不 図 示 の
動 翼 を 有 し 、 こ の 動 翼 を 液 化 ガ ス 用 ポ ン プ 1 5 に 供 給 さ れ た 電 力 な ど に よ り 回 転 さ せ る こ
と で 、 液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 の 下 流 側 (第 1 の 熱 交 換 器 1 1 が 位 置 す る 側) に 液 化 ガ ス
を 送 る よ う に 構 成 さ れ て い る 。 液 化 ガ ス 用 ポ ン プ 1 5 を 駆 動 さ せ る こ と で 、 液 化 ガ ス 貯 留
装 置 2 1 に 貯 留 さ れ た 液 化 ガ ス が 液 化 ガ ス 供 給 ラ イ ン 1 2 に 抜 き 出 さ れ て 、 液 化 ガ ス 供 給
ラ イ ン 1 2 を 通 じ て 第 1 の 熱 交 換 器 1 1 の 第 1 の 液 化 ガ ス 側 流 路 1 1 1 に 送 ら れ る 。 第 1

50

の熱交換器 11 の第 1 の液化ガス側流路 111 において液化ガスが気化することで生成された気化ガスは、液化ガス用ポンプ 15 により、気化ガス供給ライン 13 を通じてガスの供給先 22 に送られる。

【0026】

(外部水供給系統)

冷熱回収システム 1 は、外部水の供給元 41 から冷熱回収システム 1 の外部水を熱媒とする熱交換器 (第 2 の熱交換器 14) に外部水を供給するための外部水供給ライン 42 と、外部水を熱媒とする上記熱交換器から排出された外部水を外部水の排出先 43 に排出するための外部水排出ライン 44 と、外部水供給ライン 42 に設けられた外部水用ポンプ 45 と、をさらに備える。

10

【0027】

外部水供給ライン 42 の一方側 (上流端) が外部水の供給元 41 に接続され、外部水供給ライン 42 の他方側 (下流端) が熱媒側流路 142 の上流端 (第 2 の熱交換器 14 の熱媒入口) に接続されている。外部水排出ライン 44 の一方側 (上流端) が熱媒側流路 142 の下流端 (第 2 の熱交換器 14 の熱媒出口) に接続され、外部水排出ライン 44 の他方側 (下流端) が外部水の排出先 43 に接続されている。外部水は、熱交換器において熱媒として熱交換対象を加熱できる水 (熱交換対象よりも高温の水) であればよく、常温の水であってもよい。外部水は、船舶 2A や浮体 2B において入手が容易な水 (例えば、海水などの船外水や船舶 2A のエンジンを冷却したエンジン冷却水など) が好ましい。

【0028】

20

外部水の供給元 41 は、船舶 2A や浮体 2B の外部から外部水 (例えば、海水) を取り込むために船舶 2A や浮体 2B に設けられた取水口であってもよいし、船舶 2A や浮体 2B の内部に設けられた設備 (例えば、貯水タンク) であってもよい。また、外部水の排出先 43 は、船舶 2A や浮体 2B の外部に外部水を排出するために船舶 2A や浮体 2B に設けられた排水口であってもよいし、船舶 2A や浮体 2B の内部に設けられた設備 (例えば、排水タンク) であってもよい。

【0029】

外部水用ポンプ 45 は、外部水供給ライン 42 に設けられた不図示の動翼を有し、この動翼を外部水用ポンプ 45 に供給された電力などにより回転させることで、外部水供給ライン 42 の下流側 (第 2 の熱交換器 14 が位置する側) に外部水を送るように構成されている。外部水用ポンプ 45 を駆動させることで、外部水が外部水の供給元 41 から外部水供給ライン 42 に抜き出されて、外部水供給ライン 42 を通じて上記外部水を熱媒とする熱交換器 (第 2 の熱交換器 14) に送られる。

30

【0030】

(冷熱用熱媒体循環系統)

冷熱回収サイクル 3 は、図 1 に示されるように、第 1 の接続ライン 33 と、第 2 の接続ライン 34 と、をさらに含む。第 1 の接続ライン 33 は、第 1 の冷熱側流路 112 の下流端 (第 1 の熱交換器 11 の冷熱用熱媒体の出口) と、第 2 の冷熱側流路 141 の上流端 (第 2 の熱交換器 14 の冷熱用熱媒体の入口) とを接続している。第 1 の接続ライン 33 には、上述した冷熱用ポンプ 31 が設けられている。第 2 の接続ライン 34 は、第 2 の冷熱側流路 141 の下流端 (第 2 の熱交換器 14 の冷熱用熱媒体の出口) と、第 1 の冷熱側流路 112 の上流端 (第 1 の熱交換器 11 の冷熱用熱媒体の入口) とを接続している。第 2 の接続ライン 34 には、上述した冷熱用タービン 32 が設けられている。

40

【0031】

(気液分離器)

気液分離器 5 は、冷熱用熱媒体を気相と液相とに分離するように構成されている。気液分離器 5 は、冷熱回収サイクル 3 において、第 1 の冷熱側流路 112 (第 1 の熱交換器 11) よりも下流側、且つ冷熱用ポンプ 31 よりも上流側に設けられている。具体的には、気液分離器 5 は、第 1 の接続ライン 33 における冷熱用ポンプ 31 よりも上流側に設けられている。

50

【 0 0 3 2 】

気液分離器 5 は、第 1 の接続ライン 3 3 を通じて第 1 の冷熱側流路 1 1 2 (第 1 の熱交換器 1 1) から送られた冷熱用熱媒体が導入される内部空間 5 1 を内部に画定するように構成された本体部 5 2 と、内部空間 5 1 に冷熱用熱媒体を導入するための導入口 5 3 と、内部空間 5 1 から液相の冷熱用熱媒体を気液分離器 5 の外部に吐出するための液相吐出口 5 4 と、を含む。

【 0 0 3 3 】

内部空間 5 1 は、液相の冷熱用熱媒体が貯留される下方側貯留空間 5 1 B と、下方側貯留空間 5 1 B よりも上方に、下方側貯留空間 5 1 B に連通して設けられた気相の冷熱用熱媒体が貯留される上方側貯留空間 5 1 A と、を含む。液相吐出口 5 4 は、下方側貯留空間 5 1 B に連通している。

10

【 0 0 3 4 】

上述した第 1 の接続ライン 3 3 は、第 1 の冷熱側流路 1 1 2 の下流端と導入口 5 3 とを繋ぐ第 1 の上段接続ライン 3 3 A と、液相吐出口 5 4 と冷熱用ポンプ 3 1 のポンプ入口 3 1 1 とを繋ぐ第 1 の中段接続ライン 3 3 B と、冷熱用ポンプ 3 1 のポンプ出口 3 1 2 と第 2 の冷熱側流路 1 4 1 の上流端とを繋ぐ第 1 の下段接続ライン 3 3 C と、を含む。

【 0 0 3 5 】

第 1 の熱交換器 1 1 にて冷却された冷熱用熱媒体は、第 1 の上段接続ライン 3 3 A を通じて気液分離器 5 に導かれる。導入口 5 3 から内部空間 5 1 に流入した冷熱用熱媒体は、内部空間 5 1 において液相と気相とに分離する。

20

【 0 0 3 6 】

(冷熱用ポンプ)

冷熱用ポンプ 3 1 は、冷熱回収サイクル 3 の下流側 (第 2 の熱交換器 1 4 が位置する側) に冷熱用熱媒体を送るように構成されている。冷熱用ポンプ 3 1 は、第 1 の接続ライン 3 3 に設けられた不図示の動翼を有し、この動翼を冷熱用ポンプ 3 1 に供給された電力などにより回転させることで、第 1 の接続ライン 3 3 の下流側に液相の冷熱用熱媒体を送るように構成されている。

【 0 0 3 7 】

冷熱用ポンプ 3 1 を駆動させることで、下方側貯留空間 5 1 B に貯留された液相の冷熱用熱媒体が液相吐出口 5 4 および第 1 の中段接続ライン 3 3 B を通じて、冷熱用ポンプ 3 1 に導かれて冷熱用ポンプ 3 1 により昇圧される。冷熱用ポンプ 3 1 により昇圧された液相の冷熱用熱媒体は、冷熱用ポンプ 3 1 により、第 1 の下段接続ライン 3 3 C を通じて第 2 の冷熱側流路 1 4 1 (第 2 の熱交換器 1 4) に送られる。

30

【 0 0 3 8 】

(冷熱用ポンプ関連機器)

冷熱回収システム 1 は、図 1 に示されるように、冷熱回収サイクル 3 における冷熱用ポンプ 3 1 よりも下流側且つ第 2 の熱交換器 1 4 よりも上流側から気液分離器 5 に液相の冷熱用熱媒体を戻すための液戻りライン 6 と、冷熱回収サイクル 3 における液戻りライン 6 の上流端との接続部 P 1 と第 2 の熱交換器 1 4 との間に設けられた第 1 の流量調整弁 3 5 と、をさらに備える。第 1 の流量調整弁 3 5 は、第 2 の熱交換器 1 4 に導かれる液相の冷熱用熱媒体の流量を調整可能に構成されている。

40

【 0 0 3 9 】

図示される実施形態では、気液分離器 5 は、液戻りライン 6 から内部空間 5 1 に液相の冷熱用熱媒体を導入するための液戻り口 5 5 をさらに含む。液戻り口 5 5 は、内部空間 5 1 に連通している。液戻りライン 6 の一方側 (上流端) が第 1 の下段接続ライン 3 3 C の接続部 P 1 に接続され、液戻りライン 6 の他方側 (下流端) が液戻り口 5 5 に接続されている。第 1 の流量調整弁 3 5 は、第 1 の下段接続ライン 3 3 C の接続部 P 1 よりも下流側に設けられている。第 1 の流量調整弁 3 5 は、冷熱用熱媒体の流路を開閉する不図示の弁体を可動させることで、上記弁体よりも下流側 (第 2 の熱交換器 1 4 側) に供給される冷熱用熱媒体の流量を調整可能である。なお、第 1 の流量調整弁 3 5 は、全閉と全開に開度

50

調整可能な開閉弁でもよいし、全閉と全開とこれらの間の少なくとも１つの中間開度に開度調整可能な開度調整弁でもよい。

【００４０】

（冷熱用タービン）

冷熱用タービン３２には、冷熱用ポンプ３１により昇圧され、第２の熱交換器１４にて昇温された冷熱用熱媒体が作動流体として導入される。冷熱用タービン３２は、回転シャフト３２１と、回転シャフト３２１に取り付けられたタービン翼３２２と、タービン翼３２２を回転可能に収容するケーシング３２３と、を含む。ケーシング３２３には、冷熱用熱媒体をケーシング３２３の内部に導入するための導入口３２４と、タービン翼３２２を通過した冷熱用熱媒体をケーシング３２３の外部に吐出するための吐出口３２５と、が形成されている。冷熱用タービン３２は、導入口３２４を通じてケーシング３２３の内部に導入された冷熱用熱媒体のエネルギーにより、タービン翼３２２を回転させるように構成されている。タービン翼３２２を通過した冷熱用熱媒体は、吐出口３２５を通じてケーシング３２３の外部に排出される。

10

【００４１】

冷熱回収サイクル３は、タービン翼３２２が発生させた回転力を動力として回収するように構成されている。図示される実施形態では、冷熱回収サイクル３は、冷熱用タービン３２の駆動により発電を行うように構成された冷熱用の発電機３２６をさらに含む。冷熱用の発電機３２６は、回転シャフト３２１に機械的に接続されており、タービン翼３２２の回転力を電力に変換するように構成されている。なお、他の幾つかの実施形態では、冷熱回収サイクル３は、タービン翼３２２が発生させた回転力を電力に変換するのではなく、動力伝達装置（例えば、カップリングやベルト、プーリなど）によりそのまま動力として回収してもよい。

20

【００４２】

上述した第２の接続ライン３４は、第２の冷熱側流路１４１の下流端と冷熱用タービン３２の導入口３２４とを繋ぐ第２の上段接続ライン３４Ａと、冷熱用タービン３２の吐出口３２５と第１の冷熱側流路１１２の上流端とを繋ぐ第２の下段接続ライン３４Ｂと、を含む。

【００４３】

（冷熱用タービン関連機器）

30

冷熱回収サイクル３は、図１に示されるように、第２の接続ライン３４の冷熱用タービン３２よりも上流側と下流側とを冷熱用タービン３２を迂回して繋ぐタービンバイパスライン３６と、タービン側流量調整弁３７と、タービンバイパス側流量調整弁３８と、をさらに含む。

【００４４】

タービンバイパスライン３６の一方側（上流端）が、第２の上段接続ライン３４Ａの分岐部Ｐ２に接続され、タービンバイパスライン３６の他方側（下流端）が、第２の下段接続ライン３４Ｂの合流部Ｐ３に接続されている。タービン側流量調整弁３７は、第２の上段接続ライン３４Ａの分岐部Ｐ２よりも下流側（冷熱用タービン３２側）に設けられている。タービンバイパス側流量調整弁３８は、タービンバイパスライン３６に設けられている。タービン側流量調整弁３７およびタービンバイパス側流量調整弁３８の夫々は、冷熱用熱媒体の流路を開閉する不図示の弁体を可動させることで、上記弁体よりも下流側に供給される冷熱用熱媒体の流量を調整可能である。なお、タービン側流量調整弁３７およびタービンバイパス側流量調整弁３８の夫々は、全閉と全開に開度調整可能な開閉弁でもよいし、全閉と全開とこれらの間の少なくとも１つの中間開度に開度調整可能な開度調整弁でもよい。

40

【００４５】

タービン側流量調整弁３７を開き（全開又は中間開度）、タービンバイパス側流量調整弁３８を全閉とすることで、冷熱用タービン３２を経由させて第１の熱交換器１１に冷熱用熱媒体を送ることができる。また、タービン側流量調整弁３７を全閉とし、タービンバ

50

イパス側流量調整弁 38 を開く（全開又は中間開度）ことで、タービンバイパスライン 36 を経由させて第 1 の熱交換器 11 に冷熱用熱媒体を送ることができる。

【0046】

（第 3 の熱交換器）

幾つかの実施形態にかかる冷熱回収システム 1 は、図 1 に示されるように、液戻りライン 6 を介して気液分離器 5 に戻される液相の冷熱用熱媒体、又は気液分離器 5 の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、液化ガス貯留装置 21 から抜き出された液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された第 3 の熱交換器 7 をさらに備える。

【0047】

第 3 の熱交換器（予冷器）7 は、液化ガス貯留装置 21 から抜き出された液化ガスと、気液分離器 5 や液戻りライン 6 を介して循環する冷熱用熱媒体と、の間で熱交換を行うように構成されている。図 1 に示される実施形態では、第 3 の熱交換器 7（7A）は、液戻りライン 6 に設けられた冷熱用熱媒体が流れる第 3 の冷熱側流路 71 と、液化ガスが流れる第 2 の液化ガス側流路 72 と、を含む。第 3 の冷熱側流路 71 を流れる冷熱用熱媒体は、第 2 の液化ガス側流路 72 を流れる液化ガスよりも高温である。

10

【0048】

第 3 の熱交換器 7（7A）では、第 3 の冷熱側流路 71 を流れる冷熱用熱媒体と第 2 の液化ガス側流路 72 を流れる液化ガスとの間で熱交換が行われて、第 2 の液化ガス側流路 72 を流れる液化ガスの冷熱エネルギーが、第 3 の冷熱側流路 71 を流れる冷熱用熱媒体に伝達される。これにより、第 3 の冷熱側流路 71 を流れる冷熱用熱媒体が冷却される。

20

【0049】

（予冷器用液化ガス導入系統）

冷熱回収システム 1 は、図 1 に示されるように、液化ガス貯留装置 21 から第 3 の熱交換器 7 に液化ガスを導くための液化ガス導入ライン 81 と、第 3 の熱交換器 7 から液化ガスが気化した気化ガスを導くためのガス排出ライン 82 と、をさらに備える。

【0050】

図 1 に示される実施形態では、液化ガス導入ライン 81 の一方側（上流端）は、液化ガス供給ライン 12 の液化ガス用ポンプ 15 よりも下流側の接続位置 P4 に接続されている。液化ガス導入ライン 81 の他方側（下流端）は、第 2 の液化ガス側流路 72 の上流端（第 3 の熱交換器 7 のガス入口）に接続されている。ガス排出ライン 82（82A）の一方側（上流端）は、第 2 の液化ガス側流路 72 の下流端（第 3 の熱交換器 7 のガス出口）に接続されている。ガス排出ライン 82（82A）の他方側（下流端）は、気化ガス供給ライン 13 の接続位置 P5 に接続されている。

30

【0051】

液化ガス用ポンプ 15 を駆動させることで、液化ガス貯留装置 21 に貯留された液化ガスが液化ガス供給ライン 12 に抜き出されて、液化ガス供給ライン 12 の接続位置 P4 よりも上流側の部分および液化ガス導入ライン 81 を通じて第 3 の熱交換器 7 の第 2 の液化ガス側流路 72 に送られる。

【0052】

第 3 の熱交換器 7 の第 2 の液化ガス側流路 72 において液化ガスが気化することで生成された気化ガスは、液化ガス用ポンプ 15 により、ガス排出ライン 82（82A）および気化ガス供給ライン 13 の接続位置 P5 よりも下流側の部分を通じてガスの供給先 22 に送られる。

40

【0053】

図 1 に示される実施形態では、冷熱回収システム 1 は、第 2 の流量調整弁 83 と、第 3 の流量調整弁 84 と、第 4 の流量調整弁 85 と、第 5 の流量調整弁 86 と、をさらに備える。なお、第 2 の流量調整弁 83 は、全閉と全開とこれらの間の少なくとも 1 つの中間開度の開度調整可能な開度調整弁である。流量調整弁 84、85、86 の夫々は、全閉と全開の開度調整可能な開閉弁でもよいし、全閉と全開とこれらの間の少なくとも 1 つの中間開度の開度調整可能な開度調整弁でもよい。

50

【 0 0 5 4 】

第 2 の流量調整弁 8 3 は、液化ガス導入ライン 8 1 に設けられ、第 3 の熱交換器 7 に導かれる液化ガスの流量を調整可能に構成されている。第 3 の流量調整弁 8 4 は、液化ガス供給ライン 1 2 の接続位置 P 4 よりも下流側に設けられ、第 1 の熱交換器 1 1 に導かれる液化ガスの流量を調整可能に構成されている。第 2 の流量調整弁 8 3 を開き（全開又は中間開度）、第 3 の流量調整弁 8 4 を全閉とすることで、液化ガス用ポンプ 1 5 により、液化ガス貯留装置 2 1 から第 3 の熱交換器 7 に液化ガスを送ることができる。また、第 2 の流量調整弁 8 3 を全閉とし、第 3 の流量調整弁 8 4 を開く（全開又は中間開度）ことで、液化ガス用ポンプ 1 5 により、液化ガス貯留装置 2 1 から第 1 の熱交換器 1 1 に液化ガスを送ることができる。

10

【 0 0 5 5 】

第 4 の流量調整弁 8 5 は、気化ガス供給ライン 1 3 の接続位置 P 5 よりも上流側に設けられ、ガスの供給先 2 2 に導かれる気化ガスの流量を調整可能に構成されている。第 5 の流量調整弁 8 6 は、ガス排出ライン 8 2 に設けられ、ガスの供給先 2 2 に導かれる気化ガスの流量を調整可能に構成されている。第 4 の流量調整弁 8 5 を開き（全開又は中間開度）、第 5 の流量調整弁 8 6 を全閉とすることで、液化ガス用ポンプ 1 5 により、第 1 の熱交換器 1 1 からガスの供給先 2 2 に冷熱用熱媒体を送ることができる。また、第 4 の流量調整弁 8 5 を全閉とし、第 5 の流量調整弁 8 6 を開く（全開又は中間開度）ことで、液化ガス用ポンプ 1 5 により、第 3 の熱交換器 7 からガスの供給先 2 2 に冷熱用熱媒体を送ることができる。

20

【 0 0 5 6 】

（冷熱回収システムの起動方法）

図 2 は、本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムの起動方法のフロー図である。図 3 は、本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムにおける制御の一例を説明するための説明図である。図 2、図 3 に示されるように、冷熱回収システム 1 の冷熱回収システム 1 の起動時から定常運転に至るまでの期間は、第 1 期間（予冷期間）T 1 と、第 2 期間（遷移期間）T 2 と、第 3 期間（冷熱回収期間）T 3 と、に区分される。第 2 期間 T 2 は、第 1 期間 T 1 よりも後の期間であり、第 3 期間 T 3 よりも前の期間である。

【 0 0 5 7 】

第 1 期間 T 1 では、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスを第 3 の熱交換器 7 に送ることが行われる。第 3 期間 T 3 では、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスを第 1 の熱交換器 1 1 に送ることが行われる。第 2 期間 T 2 では、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスの送り先を第 3 の熱交換器 7 から第 1 の熱交換器 1 1 に変更することが行われる。

30

【 0 0 5 8 】

図 2 に示されるように、幾つかの実施形態にかかる冷熱回収システム 1 の起動方法 1 0 0 は、気液分離ステップ S 1 0 1 と、循環ステップ S 1 0 2 と、冷却ステップ S 1 0 3 と、を備える。

【 0 0 5 9 】

気液分離ステップ S 1 0 1 では、上述した気液分離器 5 により、冷熱用熱媒体を気相と液相とに分離することが行われる。気液分離ステップ S 1 0 1 は、冷熱回収システム 1 の起動時から定常運転に至るまでの期間および定常運転時に継続して行われる。

40

【 0 0 6 0 】

冷熱回収システム 1 の停止時における冷熱回収サイクル 3 や気液分離器 5 への周辺空気からの入熱により、冷熱回収サイクル 3 において冷熱用熱媒体が気化することがある。このため、冷熱回収システム 1 の起動時は、冷熱回収システム 1 の定常運転時に比べて、気液分離器 5 や冷熱用ポンプ 3 1 などの冷熱回収サイクル 3 における第 1 の熱交換器 1 1 よりも下流側且つ第 2 の熱交換器 1 4 における、気相の冷熱用熱媒体の占める割合が大きくなっている。冷熱用ポンプ 3 1 における気相の冷熱用熱媒体の占める割合が大きいと、冷熱用ポンプ 3 1 のガス噛みによる能力低下を招く虞がある。

50

【 0 0 6 1 】

循環ステップ S 1 0 2 では、冷熱用ポンプ 3 1 を駆動させ、気液分離ステップ S 1 0 1 で分離した液相の冷熱用熱媒体を、液戻りライン 6 を介して、気液分離器 5 に液相の冷熱用熱媒体を戻すことが行われる。これにより、液相の冷熱用熱媒体が、気液分離器 5、冷熱用ポンプ 3 1 および液戻りライン 6 を循環する。循環ステップ S 1 0 2 は、第 1 期間 T 1 に開始され、第 2 期間 T 2 まで継続して行われる。

【 0 0 6 2 】

具体的には、循環ステップ S 1 0 2 では、第 1 の流量調整弁 3 5 が全閉の状態において、冷熱用ポンプ 3 1 を駆動させることで、液相吐出口 5 4 を介して気液分離器 5 から液相の冷熱用熱媒体が抜き出される。気液分離器 5 から抜き出された液相の冷熱用熱媒体は、冷熱用ポンプ 3 1 より、第 1 の中段接続ライン 3 3 B、冷熱用ポンプ 3 1、第 1 の下段接続ライン 3 3 C の接続部 P 1 よりも上流側および液戻りライン 6 を通った後に、気液分離器 5 に送られる。

10

【 0 0 6 3 】

冷却ステップ S 1 0 3 では、循環ステップ S 1 0 2 において液戻りライン 6 を介して気液分離器 5 に戻される液相の冷熱用熱媒体、又は気液分離器 5 の内部に存在する冷熱用熱媒体、の何れかに、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスの冷熱エネルギーを伝達して冷却する冷却ステップ S 1 0 3 と、を備える。

【 0 0 6 4 】

冷却ステップ S 1 0 3 では、液化ガス貯留装置 2 1 から第 3 の熱交換器 7 に液化ガスを送り、第 3 の熱交換器 7 において冷熱用熱媒体を液化ガスにより冷却することが行われる。これにより、気液分離器 5、冷熱用ポンプ 3 1 および液戻りライン 6 を循環する液相の冷熱用熱媒体が冷却される。図示される実施形態では、冷却ステップ S 1 0 3 は、第 1 期間 T 1 における循環ステップ S 1 0 2 よりも後に開始される。図 3 に示されるように、液化ガス用ポンプ 1 5 の駆動は、冷熱用ポンプ 3 1 の駆動よりも後に行われる。

20

【 0 0 6 5 】

具体的には、冷却ステップ S 1 0 3 において、第 2 の流量調整弁 8 3 や第 5 の流量調整弁 8 6 を開き（全開又は中間開度）、第 3 の流量調整弁 8 4 や第 4 の流量調整弁 8 5 を全閉とした状態で、液化ガス用ポンプ 1 5 を駆動させることが行われる。これにより、液化ガス貯留装置 2 1 から第 3 の熱交換器 7 に液化ガスを送ることができるとともに、第 3 の熱交換器 7 からガスの供給先 2 2 に気化ガスを送ることができる。

30

【 0 0 6 6 】

冷却ステップ S 1 0 3 において、気液分離器 5、冷熱用ポンプ 3 1 および液戻りライン 6 を循環する液相の冷熱用熱媒体が冷却されることで、気液分離器 5 の内部の温度を下げるため、気液分離器 5 の内部に存在する気相の冷熱用熱媒体を凝縮させることができる。これにより、気液分離器 5 や冷熱用ポンプ 3 1 などの冷熱回収サイクル 3 における第 1 の熱交換器 1 1 よりも下流側且つ第 2 の熱交換器 1 4 よりも上流側において、液相の冷熱用熱媒体の占める割合を早期に増やすことができる。冷熱用ポンプ 3 1 における液相の冷熱用熱媒体の占める割合を増やすことで、冷熱用ポンプ 3 1 のガス噛みによる能力低下を抑制できるため、冷熱用ポンプ 3 1 の能力を早期から発揮させることができる。

40

【 0 0 6 7 】

図示される実施形態では、図 2 に示されるように、冷熱回収システム 1 の起動方法 1 0 0 は、冷却ステップ S 1 0 3 の開始時よりも後に第 1 の流量調整弁 3 5 を開き（全閉から全開又は中間開度に変更する）、冷熱用ポンプ 3 1 により冷熱用熱媒体を第 1 の熱交換器 1 1 に送る開弁ステップ S 1 0 4 と、開弁ステップ S 1 0 4 よりも後に液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスの送り先を第 3 の熱交換器 7 から第 1 の熱交換器 1 1 に変更する変更ステップ S 1 0 5 と、変更ステップ S 1 0 5 よりも後に冷熱用熱媒体を冷熱用タービン 3 2 に導き、冷熱用タービン 3 2 を駆動させる冷熱用タービン駆動ステップ S 1 0 6 と、開弁ステップ S 1 0 4 よりも前に外部水用ポンプ 4 5 を駆動させる外部水用ポンプ駆動ステップ S 1 0 7 と、をさらに備える。

50

【 0 0 6 8 】

開弁ステップ S 1 0 4 は、例えば、気液分離器 5 の内部の温度が所定温度（冷熱用熱媒体が凝縮する温度）以下になったときに行われる。気液分離器 5 の内部の温度が所定温度以下になった後は、第 2 の流量調整弁 8 3 を調整することで、気液分離器 5 の内部の温度が上記所定温度を上限とする所定範囲内に維持される。第 1 の流量調整弁 3 5 を通過した液相の冷熱用熱媒体は、第 2 の熱交換器 1 4 にて昇温され、気化した後に第 1 の熱交換器 1 1 に送られる。

【 0 0 6 9 】

具体的には、第 1 の流量調整弁 3 5 を通過した液相の冷熱用熱媒体は、第 1 の下段接続ライン 3 3 C の第 1 の流量調整弁 3 5 よりも下流側、第 2 の冷熱側流路 1 4 1（第 2 の熱交換器 1 4）、第 2 の上段接続ライン 3 4 A の分岐部 P 2 よりも上流側、タービンバイパスライン 3 6 および第 2 の下段接続ライン 3 4 B の合流部 P 3 よりも下流側を通った後に、第 1 の冷熱側流路 1 1 2（第 1 の熱交換器 1 1）に送られる。図 3 に示されるように、第 1 期間 T 1 および第 2 期間 T 2 では、タービン側流量調整弁 3 7 を全閉とし、タービンバイパス側流量調整弁 3 8 を開く（全開又は中間開度）ことで、タービンバイパスライン 3 6 を経由させて第 1 の熱交換器 1 1 に冷熱用熱媒体が送られている。

10

【 0 0 7 0 】

開弁ステップ S 1 0 4 よりも前に、外部水用ポンプ 4 5 を駆動させることが行われ（S 1 0 7）、第 2 の熱交換器 1 4 の熱媒側流路 1 4 2 に外部水が供給されている。第 1 の流量調整弁 3 5 を通過した液相の冷熱用熱媒体を第 2 の熱交換器 1 4 にて外部水（熱媒）により加熱し、気化する。変更ステップ S 1 0 5 の実行前は、第 1 の熱交換器 1 1 において液化ガスと冷熱用熱媒体の熱交換が行われない。第 1 の熱交換器 1 1 を通過した気相の冷熱用熱媒体は、第 3 の熱交換器 7 により内部が冷却された気液分離器 5 にて凝縮する。

20

【 0 0 7 1 】

なお、開弁ステップ S 1 0 4 において、第 1 の流量調整弁 3 5 の開度を調整することで、気液分離器 5 の内部の液相の冷熱用熱媒体の量を安定化させることができる。

【 0 0 7 2 】

上述した第 2 期間 T 2 に、変更ステップ S 1 0 5 を実行することで、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスの送り先を第 3 の熱交換器 7 から第 1 の熱交換器 1 1 に変更することが行われる。上述した第 3 期間 T 3 に冷熱用タービン駆動ステップ S 1 0 6 が行われる。すなわち、冷熱用タービン駆動ステップ S 1 0 6 は、変更ステップ S 1 0 5 よりも後に行われる。

30

【 0 0 7 3 】

変更ステップ S 1 0 5 は、例えば、冷熱用ポンプ 3 1 により液相の冷熱用熱媒体を循環させ、冷熱用ポンプ 3 1 により第 1 の熱交換器 1 1 に送ることが可能な冷熱用熱媒体の流量（下方側貯留空間 5 1 B における液相の冷熱用熱媒体の貯留量）が一定量以上になったときに行われる。変更ステップ S 1 0 5 では、図 3 に示されるように、第 2 の流量調整弁 8 3 や第 5 の流量調整弁 8 6 を閉じる（全開又は中間開度から全閉に変更することと、第 3 の流量調整弁 8 4 や第 4 の流量調整弁 8 5 を開く（全閉から全開又は中間開度に変更すること）が行われる。これにより、液化ガス貯留装置 2 1 から第 1 の熱交換器 1 1 に液化ガスを送ることができるとともに、第 1 の熱交換器 1 1 からガスの供給先 2 2 に気化ガスを送ることができる。変更ステップ S 1 0 5 の実行後は、第 1 の熱交換器 1 1 において液化ガスと冷熱用熱媒体の熱交換が行われる。

40

【 0 0 7 4 】

冷熱用タービン駆動ステップ S 1 0 6 では、図 3 に示されるように、タービン側流量調整弁 3 7 を開く（全閉から全開又は中間開度に変更することと、タービンバイパス側流量調整弁 3 8 を閉じる（全開又は中間開度から全閉に変更すること）が行われる。これにより、冷熱用ポンプ 3 1 により昇圧され、第 2 の熱交換器 1 4 にて昇温された冷熱用熱媒体が冷熱用タービン 3 2 に導入され、冷熱用タービン 3 2 のタービン翼 3 2 2 が回転することで、冷熱用タービン 3 2 が駆動する。

50

【 0 0 7 5 】

上記の方法によれば、気液分離器 5、冷熱用ポンプ 3 1 および液戻りライン 6 を循環する液相の冷熱用熱媒体を、第 3 の熱交換器 7 において液化ガスにより冷却することで（冷却ステップ S 1 0 3）、気液分離器 5 や冷熱用ポンプ 3 1 などの冷熱回収サイクル 3 における第 1 の熱交換器 1 1 よりも下流側において、液相の冷熱用熱媒体の占める割合を早期に増やすことができる。冷熱用ポンプ 3 1 における液相の冷熱用熱媒体の占める割合を増やすことで、冷熱用ポンプ 3 1 のガス噛みによる能力低下を抑制できるため、冷熱用ポンプ 3 1 の能力を早期から発揮させることができる。これにより、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 0 7 6 】

また、上記の方法によれば、第 1 の熱交換器 1 1 に供給される冷熱用熱媒体の流量が、第 1 の熱交換器 1 1 の閉塞を生じさせない大流量になるまで、第 1 の熱交換器 1 1 における熱交換が行われないので、冷熱回収システム 1 の起動時における第 1 の熱交換器 1 1 の閉塞を抑制できる。

【 0 0 7 7 】

幾つかの実施形態にかかる冷熱回収システム 1 は、図 1 に示されるように、上述した第 1 の熱交換器 1 1 と、上述した第 2 の熱交換器 1 4 と、上述した冷熱回収サイクル 3 と、上述した気液分離器 5 と、上述した液戻りライン 6 と、上述した第 3 の熱交換器 7 と、を備える。

【 0 0 7 8 】

上記の構成によれば、気液分離器 5、冷熱用ポンプ 3 1 および液戻りライン 6 を循環する液相の冷熱用熱媒体を、第 3 の熱交換器 7 において液化ガスにより冷却することで、気液分離器 5 や冷熱用ポンプ 3 1 などの冷熱回収サイクル 3 における第 1 の熱交換器 1 1 よりも下流側において、液相の冷熱用熱媒体の占める割合を早期に増やすことができる。冷熱用ポンプ 3 1 における液相の冷熱用熱媒体の占める割合を増やすことで、冷熱用ポンプ 3 1 のガス噛みによる能力低下を抑制できるため、冷熱用ポンプ 3 1 の能力を早期から発揮させることができる。これにより、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 0 7 9 】

また、上記の構成によれば、第 1 の熱交換器 1 1 に供給される冷熱用熱媒体の流量が、第 1 の熱交換器 1 1 の閉塞を生じさせない大流量になるまで、第 1 の熱交換器 1 1 における熱交換を行わないことで、冷熱回収システム 1 の起動時における第 1 の熱交換器 1 1 の閉塞を抑制できる。

【 0 0 8 0 】

幾つかの実施形態では、図 1 に示されるように、上述した冷熱回収システム 1 は、上述した第 1 の流量調整弁 3 5 を備える。上記の構成によれば、第 1 の流量調整弁 3 5 を閉じることによって、気液分離器 5、冷熱用ポンプ 3 1 および液戻りライン 6 を含む閉回路を形成することができる。この閉回路を巡回する冷熱用熱媒体を第 3 の熱交換器 7 において液化ガスにより冷却することで、閉回路より広い冷熱回収サイクル 3 を巡回する冷熱用熱媒体を冷却する場合に比べて、気液分離器 5 の内部の温度を所定温度以下に早く下げることができる。これにより、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 0 8 1 】

幾つかの実施形態では、図 1 に示されるように、上述した第 3 の熱交換器 7（7 A）は、液戻りライン 6 を流れる液相の冷熱用熱媒体に、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成されている。上記の構成によれば、第 3 の熱交換器 7（7 A）により、液戻りライン 6 を流れる冷熱用熱媒体を液化ガスにより冷却できるため、気液分離器 5 の内部の温度を所定温度以下に早く下げることができる。これにより、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 0 8 2 】

図 4～図 8 の夫々は、本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムを備える船舶又は浮体の構成を概略的に示す概略構成図である。

10

20

30

40

50

幾つかの実施形態では、図 4 に示されるように、上述した液戻りライン 6 は、第 3 の熱交換器 7 が設けられた第 1 の液戻りライン 6 A と、第 3 の熱交換器 7 を迂回する第 2 の液戻りライン 6 B と、を含む。

【 0 0 8 3 】

図示される実施形態では、第 1 の液戻りライン 6 A は、その一方側（上流端）が第 1 の下段接続ライン 3 3 C の接続部 P 1 に接続され、その他方側（下流端）が液戻り口 5 5 に接続されている。第 2 の液戻りライン 6 B は、その一方側（上流端）が第 1 の液戻りライン 6 A の第 3 の熱交換器 7 よりも上流側に位置する分岐部 P 6 に接続され、その他方側（下流端）が第 1 の液戻りライン 6 A の第 3 の熱交換器 7 よりも下流側に位置する合流部 P 7 に接続されている。

10

【 0 0 8 4 】

上述した液戻りライン 6 は、図 4 に示されるように、第 1 の液戻りライン 6 A の分岐部 P 6 と第 3 の熱交換器 7 との間に設けられた第 1 の開閉弁 6 1 と、第 2 の液戻りライン 6 B に設けられた第 2 の開閉弁 6 2 と、をさらに含んでもよい。第 1 の開閉弁 6 1 を開き、第 2 の開閉弁 6 2 を全閉とすることで、循環する冷熱用熱媒体が第 3 の熱交換器 7 を経由する。第 1 の開閉弁 6 1 を全閉とし、第 2 の開閉弁 6 2 を開くことで、循環する冷熱用熱媒体が第 2 の液戻りライン 6 B を経由する（第 3 の熱交換器 7 を迂回する）。

【 0 0 8 5 】

冷熱回収システム 1 の定常運転時に、冷熱用ポンプ 3 1 を定常回転速度で回転させることが行われる。開弁ステップ S 1 0 4 の実行後にも、冷熱用熱媒体を液戻りライン 6 を介して循環させることが行われる。

20

【 0 0 8 6 】

上記の構成によれば、第 3 の熱交換器 7 により冷熱用熱媒体の冷却を行う必要がないとき（例えば、定常運転時）は、循環する冷熱用熱媒体を第 2 の液戻りライン 6 B を経由させる（第 3 の熱交換器 7 を迂回させる）ことで、第 3 の熱交換器 7 における圧力損失を抑制できるため、冷熱回収システム 1 の定常運転時に冷熱回収サイクル 3 の性能を効果的に発揮させることができる。

【 0 0 8 7 】

幾つかの実施形態では、図 5 に示されるように、第 3 の熱交換器 7（7 B）は、気液分離器 5 の内部に存在する冷熱用熱媒体に、液化ガス貯留装置 2 1 から抜き出された液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成されている。

30

【 0 0 8 8 】

図 5 に示される実施形態では、第 3 の熱交換器 7（7 B）は、気液分離器 5 の内部空間 5 1 に配置された液化ガスが流れる第 3 の液化ガス側流路 7 3 を含む。図 5 に示されるように、第 3 の液化ガス側流路 7 3 は、その内部を液化ガスが流通可能な管路であって、その外面が内部空間 5 1 に面する管路であってもよい。

【 0 0 8 9 】

液化ガス導入ライン 8 1 の他方側（下流端）は、第 3 の液化ガス側流路 7 3 の上流端（第 3 の熱交換器 7 のガス入口）に接続されている。ガス排出ライン 8 2 の一方側（上流端）は、第 3 の液化ガス側流路 7 3 の下流端（第 3 の熱交換器 7 のガス出口）に接続されている。内部空間 5 1 に存在する冷熱用熱媒体は、第 3 の液化ガス側流路 7 3 を流れる液化ガスよりも高温である。

40

【 0 0 9 0 】

第 3 の熱交換器 7（7 B）では、内部空間 5 1 に存在する冷熱用熱媒体と第 3 の液化ガス側流路 7 3 を流れる液化ガスとの間で熱交換が行われて、第 3 の液化ガス側流路 7 3 を流れる液化ガスを流れる液化ガスの冷熱エネルギーが、内部空間 5 1 に存在する冷熱用熱媒体に伝達される。これにより、内部空間 5 1 に存在する冷熱用熱媒体が冷却される。

【 0 0 9 1 】

上記の構成によれば、第 3 の熱交換器 7（7 B）により、気液分離器 5 の内部に存在する冷熱用熱媒体を液化ガスにより冷却できるため、気液分離器 5 の内部の温度を所定温度

50

以下に早く下げることができる。これにより、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 0 9 2 】

幾つかの実施形態では、図 1、図 4、図 6 および図 7 に示されるように、上述したガスの供給先 2 2 は、船舶 2 A 又は浮体 2 B の主機エンジン 2 2 A を含む。主機エンジン 2 2 A は、供給される気化ガスのエネルギーにより、プロペラなどの不図示の推進器を駆動させる駆動力（推進力）を発生させるように構成されている。上述した気化ガス供給ライン 1 3 は、第 1 の熱交換器 1 1 で気化された液化ガスを船舶 2 A 又は浮体 2 B の主機エンジン 2 2 A に供給するための燃料供給ライン 1 3 A を含む。

【 0 0 9 3 】

図 1、図 4 に示される実施形態では、上述したガス排出ライン 8 2（8 2 A）は、第 3 の熱交換器 7 から液化ガスが気化した気化ガスを主機エンジン 2 2 A に導くための流路を含む。この場合には、第 3 の熱交換器 7 を通過した気化ガスは、ガス排出ライン 8 2（8 2 A）などを介して主機エンジン 2 2 A に導かれる。

【 0 0 9 4 】

図 6、図 7 に示される実施形態では、ガス排出ライン 8 2 は、第 3 の熱交換器 7 から液化ガスが気化した気化ガスを主機エンジン 2 2 A とは別体から構成されたガス燃焼装置 2 3 に導くための起動時ガス供給ライン 8 2 B を含む。ガス燃焼装置 2 3 は、供給されたガスを燃焼させるように構成されている。起動時ガス供給ライン 8 2 B の一方側（下流端）は、ガス燃焼装置 2 3 のガス入口に接続されている。

【 0 0 9 5 】

図 6 に示される実施形態では、起動時ガス供給ライン 8 2 B の他方側（上流端）は、第 2 の液化ガス側流路 7 2 の下流端（第 3 の熱交換器 7 のガス出口）に接続されている。図 7 に示される実施形態では、起動時ガス供給ライン 8 2 B の他方側（上流端）は、第 3 の液化ガス側流路 7 3 の下流端（第 3 の熱交換器 7 のガス出口）に接続されている。

【 0 0 9 6 】

冷熱回収システム 1 の起動時は、冷熱回収サイクル 3 を循環する冷熱用熱媒体の流量が小さいので、液化ガスが十分に気化しないまま主機エンジン 2 2 A に供給され、主機エンジン 2 2 A の故障や作動不良を招く虞がある。図 6、図 7 に示される構成によれば、冷熱回収システム 1 の起動時に、気化ガスや液化ガスを、起動時ガス供給ライン 8 2 B を介してガス燃焼装置 2 3 に導いて、ガス燃焼装置 2 3 で燃焼させることができる。これにより、液化ガスが十分に気化しないまま主機エンジン 2 2 A に供給されるのを抑制できるため、主機エンジン 2 2 A の故障や作動不良を抑制できる。また、図 6、図 7 に示される構成によれば、冷熱回収システム 1 の起動時に、第 3 の熱交換器 7 において液化ガスを完全に気化させる必要がないので、冷熱回収サイクル 3 や外部水用ポンプ 4 5 を早期から駆動させることができる。これにより、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 0 9 7 】

（第 2 の熱交換器のバイパスライン）

幾つかの実施形態では、図 8 に示されるように、上述した冷熱回収システム 1 は、外部水用ポンプ 4 5 が駆動状態のときに、第 2 の熱交換器 1 4 における冷熱用熱媒体と外部水との間の熱交換が行わないことが可能な構成になっていてもよい。図示される実施形態では、冷熱回収システム 1 は、第 2 の熱交換器 1 4 を迂回して外部水供給ライン 4 2 と外部水排出ライン 4 4 とを繋ぐ熱交換器側バイパスライン 4 6 をさらに備える。熱交換器側バイパスライン 4 6 の一方側（上流端）は、外部水供給ライン 4 2 の分岐部 P 8 に接続されている。熱交換器側バイパスライン 4 6 の他方側（下流端）は、外部水排出ライン 4 4 の合流部 P 9 に接続されている。

【 0 0 9 8 】

上述した冷熱回収システム 1 は、外部水供給ライン 4 2 の分岐部 P 8 よりも下流側に設けられた第 1 の外部水側開閉弁 4 7 と、熱交換器側バイパスライン 4 6 に設けられた第 2 の外部水側開閉弁 4 8 と、をさらに備えていてもよい。第 1 の外部水側開閉弁 4 7 を開き

10

20

30

40

50

、第２の外部水側開閉弁４８を全閉とすることで、外部水が第２の熱交換器１４を経由する。第１の外部水側開閉弁４７を全閉とし、第２の外部水側開閉弁４８を開くことで、外部水が熱交換器側バイパスライン４６を経由する（第２の熱交換器１４を迂回する）。

【００９９】

外部水用ポンプ４５の駆動を開始してから、外部水用ポンプ４５が定常状態に移行するまでに期間を要し、該期間中は第２の熱交換器１４に供給される外部水の流量が安定しないため、第２の熱交換器１４における冷熱用熱媒体への加熱が安定しない虞がある。外部水用ポンプ４５が定常状態に移行するまでの期間、外部水を熱交換器側バイパスライン４６を経由させることで、冷熱回収システム１が定常運転へ移行する際に安定した運転が可能となる。上述した冷熱回収システム１の起動方法１００において、外部水用ポンプ駆動ステップＳ１０７の開始から所定期間、外部水を熱交換器側バイパスライン４６を経由させることを行うようにしてもよい。上記所定期間中に、開弁ステップＳ１０４を開始してもよい。

10

【０１００】

なお、冷熱回収システム１は、熱交換器側バイパスライン４６の代わりに、第２の熱交換器１４を迂回して第１の下段接続ライン３３Ｃの接続部Ｐ１よりも下流側の部分と、第２の上段接続ライン３４Ａの分岐部Ｐ２よりも上流側の部分と、を繋ぐバイパスラインを備えていてもよい。

【０１０１】

（制御装置）

20

図９は、本開示の一実施形態にかかる冷熱回収システムの制御装置を説明するための説明図である。幾つかの実施形態では、冷熱回収システム１は、図９に示されるように、気液分離器５の内部の冷熱用熱媒体の温度を取得可能に構成された温度取得装置（図示例では、温度センサ）８７と、温度取得装置８７により取得される冷熱用熱媒体の温度が所定範囲内に収まるように、第２の流量調整弁８３の開度を制御する弁開度制御装置８８と、をさらに備える。弁開度制御装置８８により、第２の流量調整弁８３の開度を大きくすることで、第３の熱交換器７に供給される液化ガスの流量を大きくできるため、その分だけ気液分離器５の内部を冷却できる。

【０１０２】

図示される実施形態では、弁開度制御装置８８は、冷熱回収システム１が備えるポンプの運転制御や冷熱回収システム１が備える弁の開度制御を行うように構成された制御装置９に搭載されている。冷熱回収システム１が備えるポンプ（冷熱用ポンプ３１など）は、制御装置９の運転指示に応じて駆動や停止を行うように構成されている。冷熱回収システム１が備える弁（第１の流量調整弁３５など）は、制御装置９の開度指示に応じてその開度を調整可能に構成されている。冷熱回収システム１は、制御装置９を備える。なお、起動方法１００における幾つかのステップは、制御装置９により行われてもよい。また、起動方法１００における幾つかのステップは、制御装置９以外の装置や機器を用いてもよいし、手動により行うようにしてもよい。

30

【０１０３】

制御装置９は、冷熱回収システム１を制御するための電子制御ユニットである。制御装置９は、図示しないＣＰＵ（プロセッサ）や、ＲＯＭやＲＡＭといったメモリ、外部記憶装置などの記憶装置、Ｉ／Ｏインターフェース、通信インターフェースなどからなるマイクロコンピュータとして構成されている。制御装置９は、例えば上記メモリの主記憶装置にロードされたプログラムの命令に従ってＣＰＵが動作（例えばデータの演算など）することで、弁開度制御装置８８における制御を実現してもよい。

40

【０１０４】

上記の構成によれば、弁開度制御装置８８により、第２の流量調整弁８３の開度を制御し、温度取得装置８７により取得される冷熱用熱媒体の温度を所定範囲内に維持することで、冷熱用ポンプ３１のガス噛みによる能力低下を早期に抑制できるとともに、気液分離器５、冷熱用ポンプ３１および液戻りライン６を含む循環サイクルや冷熱回収サイクル３

50

を流れる冷熱用熱媒体の温度を早期に安定化させることができる。これにより、開弁ステップ S 1 0 4 や変更ステップ S 1 0 5 などを実行できるため、冷熱回収システム 1 を定常運転に早期に移行できる。

【 0 1 0 5 】

本開示は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

【 0 1 0 6 】

上述した幾つかの実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握されるものである。

【 0 1 0 7 】

1) 本開示の少なくとも一実施形態にかかる冷熱回収システム (1) は、

10

液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置 (2 1) を有する船舶 (2 A) 又は浮体 (2 B) に設置される冷熱回収システム (1) であって、

前記液化ガス貯留装置 (2 1) から抜き出された前記液化ガスから冷熱用熱媒体に冷熱エネルギーを伝達するように構成された第 1 の熱交換器 (1 1) と、

前記冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクル (3) であって、前記第 1 の熱交換器 (1 1) よりも下流側に設けられた前記冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプ (3 1) を少なくとも含む冷熱回収サイクル (3) と、

前記冷熱回収サイクル (3) における前記冷熱用ポンプ (3 1) よりも下流側且つ前記第 1 の熱交換器 (1 1) よりも上流側を流れる前記冷熱用熱媒体に、熱媒から熱エネルギーを伝達するように構成された第 2 の熱交換器 (1 4) と、

20

前記冷熱回収サイクル (3) における前記第 1 の熱交換器 (1 1) と前記冷熱用ポンプ (3 1) との間に設けられ、前記冷熱用熱媒体を気相の冷熱用熱媒体と液相の冷熱用熱媒体とに分離するように構成された気液分離器 (5) と、

前記冷熱回収サイクル (3) における前記冷熱用ポンプ (3 1) よりも下流側且つ前記第 2 の熱交換器 (1 4) よりも上流側から前記気液分離器 (5) に前記液相の冷熱用熱媒体を戻すための液戻りライン (6) と、

前記液戻りライン (6) を介して前記気液分離器 (5) に戻される前記液相の冷熱用熱媒体、又は前記気液分離器 (5) の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、前記液化ガス貯留装置 (2 1) から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された第 3 の熱交換器 (7) と、を備える。

30

【 0 1 0 8 】

上記 1) の構成によれば、気液分離器 (5) 、冷熱用ポンプ (3 1) および液戻りライン (6) を循環する液相の冷熱用熱媒体を、第 3 の熱交換器 (7) において液化ガスにより冷却することで、気液分離器 (5) や冷熱用ポンプ (3 1) などの冷熱回収サイクル (3) における第 1 の熱交換器 (1 1) よりも下流側において、液相の冷熱用熱媒体の占める割合を早期に増やすことができる。冷熱用ポンプ (3 1) における液相の冷熱用熱媒体の占める割合を増やすことで、冷熱用ポンプ (3 1) のガス噛みによる能力低下を抑制できるため、冷熱用ポンプ (3 1) の能力を早期から発揮させることができる。これにより、冷熱回収システム (1) を定常運転に早期に移行できる。

【 0 1 0 9 】

40

また、上記 1) の構成によれば、第 1 の熱交換器 (1 1) に供給される冷熱用熱媒体の流量が、第 1 の熱交換器 (1 1) の閉塞を生じさせない大流量になるまで、第 1 の熱交換器 (1 1) における熱交換を行わないことで、冷熱回収システム (1) の起動時における第 1 の熱交換器 (1 1) の閉塞を抑制できる。

【 0 1 1 0 】

2) 幾つかの実施形態では、上記 1) に記載の冷熱回収システム (1) であって、

前記第 3 の熱交換器 (7) は、前記液戻りライン (6) を流れる前記液相の冷熱用熱媒体に、前記液化ガス貯留装置 (2 1) から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された。

【 0 1 1 1 】

50

上記２）の構成によれば、第３の熱交換器（７）により、液戻りライン（６）を流れる冷熱用熱媒体を液化ガスにより冷却できるため、気液分離器（５）の内部の温度を所定温度以下に早く下げることができる。これにより、冷熱回収システム（１）を定常運転に早期に移行できる。

【０１１２】

３）幾つかの実施形態では、上記１）に記載の冷熱回収システム（１）であって、

前記第３の熱交換器（７）は、前記気液分離器（５）の内部に存在する前記冷熱用熱媒体に、前記液化ガス貯留装置（２１）から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達するように構成された。

【０１１３】

上記３）の構成によれば、第３の熱交換器（７）により、気液分離器（５）の内部に存在する冷熱用熱媒体を液化ガスにより冷却できるため、気液分離器（５）の内部の温度を所定温度以下に早く下げることができる。これにより、冷熱回収システム（１）を定常運転に早期に移行できる。

【０１１４】

４）幾つかの実施形態では、上記２）に記載の冷熱回収システム（１）であって、

前記液戻りライン（６）は、

前記第３の熱交換器（７）が設けられた第１の液戻りライン（６Ａ）と、

前記第３の熱交換器（７）を迂回する第２の液戻りライン（６Ｂ）と、を含む。

【０１１５】

上記４）の構成によれば、第３の熱交換器（７）により冷熱用熱媒体の冷却を行う必要がないときは、循環する冷熱用熱媒体を第２の液戻りライン（６Ｂ）を経由させる（第３の熱交換器（７）を迂回させる）ことで、第３の熱交換器（７）における圧力損失を抑制できるため、冷熱回収システム（１）の定常運転時に冷熱回収サイクル（３）の性能を効果的に発揮させることができる。

【０１１６】

５）幾つかの実施形態では、上記１）から上記４）までの何れかに記載の冷熱回収システム（１）であって、

前記第１の熱交換器（１１）で気化された前記液化ガスを前記船舶（２Ａ）又は前記浮体（２Ｂ）の主機エンジン（２２Ａ）に供給するための燃料供給ライン（１３Ａ）と、

前記第３の熱交換器（７）から前記液化ガスが気化した気化ガスを前記主機エンジン（２２Ａ）とは別体から構成されたガス燃焼装置（２３）に導くための起動時ガス供給ライン（８２Ｂ）と、をさらに備える。

【０１１７】

冷熱回収システム（１）の起動時は、冷熱回収サイクル（３）を循環する冷熱用熱媒体の流量が小さいので、液化ガスが十分に気化しないまま主機エンジン（２２Ａ）に供給され、主機エンジン（２２Ａ）の故障や作動不良を招く虞がある。上記５）の構成によれば、冷熱回収システム（１）の起動時に、気化ガスや液化ガスを、起動時ガス供給ライン（８２Ｂ）を介してガス燃焼装置（２３）に導いて、ガス燃焼装置（２３）で燃焼させることができる。これにより、液化ガスが十分に気化しないまま主機エンジン（２２Ａ）に供給されるのを抑制できるため、主機エンジン（２２Ａ）の故障や作動不良を抑制できる。また、上記５）の構成によれば、冷熱回収システム（１）の起動時に、第３の熱交換器（７）において液化ガスを完全に気化させる必要がないので、冷熱回収サイクル３や外部水用ポンプ４５を早期から駆動させることができる。これにより、冷熱回収システム（１）を定常運転に早期に移行できる。

【０１１８】

６）幾つかの実施形態では、上記１）から上記５）までの何れかに記載の冷熱回収システム（１）であって、

前記冷熱回収サイクル（３）における前記液戻りライン（６）の上流端との接続部（Ｐ１）と前記第２の熱交換器（１４）との間に設けられて、前記第２の熱交換器（１４）に

10

20

30

40

50

導かれる前記液相の冷熱用熱媒体の流量を調整可能に構成された第１の流量調整弁（３５）をさらに備える。

【０１１９】

上記６）の構成によれば、第１の流量調整弁（３５）を閉じることで、気液分離器（５）、冷熱用ポンプ（３１）および液戻りライン（６）を含む閉回路を形成することができる。この閉回路を巡回する冷熱用熱媒体を第３の熱交換器（７）において液化ガスにより冷却することで、閉回路より広い冷熱回収サイクル（３）を巡回する冷熱用熱媒体を冷却する場合に比べて、気液分離器（５）の内部の温度を所定温度以下に早く下げることができる。これにより、冷熱回収システム（１）を定常運転に早期に移行できる。

【０１２０】

７）幾つかの実施形態では、上記１）から上記６）までの何れかに記載の冷熱回収システム（１）であって、

前記液化ガス貯留装置（２１）と前記第３の熱交換器（７）とを繋ぐ液化ガス導入ライン（８１）と、

前記液化ガス導入ライン（８１）に設けられて、前記第３の熱交換器に導かれる前記液化ガスの流量を調整可能に構成された第２の流量調整弁（８３）と、

前記気液分離器（５）内の前記冷熱用熱媒体の温度を取得可能に構成された温度取得装置（８７）と、

前記温度取得装置（８７）により取得される前記冷熱用熱媒体の温度が所定範囲内に収まるように、前記第２の流量調整弁（８３）の開度を制御する弁開度制御装置（８８）と、をさらに備える。

【０１２１】

上記７）の構成によれば、弁開度制御装置（８８）により、第２の流量調整弁（８３）の開度を制御し、温度取得装置（８７）により取得される冷熱用熱媒体の温度を所定範囲内に維持することで、冷熱用ポンプ（３１）のガス噛みによる能力低下を早期に抑制できるとともに、気液分離器（５）、冷熱用ポンプ（３１）および液戻りライン（６）を含む循環サイクルや冷熱回収サイクル（３）を流れる冷熱用熱媒体の温度を早期に安定化させることができる。これにより、冷熱回収システム（１）を定常運転に早期に移行できる。

【０１２２】

８）本開示の少なくとも一実施形態にかかる冷熱回収システムの起動方法（１００）は、液化ガスを貯留するように構成された液化ガス貯留装置（２１）を有する船舶（２Ａ）又は浮体（２Ｂ）に設置される冷熱回収システム（１）の起動方法（１００）であって、前記冷熱回収システム（１）は、

前記液化ガス貯留装置（２１）から抜き出された前記液化ガスから冷熱用熱媒体に冷熱エネルギーを伝達するように構成された第１の熱交換器（１１）と、

前記冷熱用熱媒体を循環させるように構成された冷熱回収サイクル（３）であって、前記第１の熱交換器（１１）よりも下流側に設けられた前記冷熱用熱媒体を送るための冷熱用ポンプ（３１）を少なくとも含む冷熱回収サイクル（３）と、

前記冷熱回収サイクル（３）における前記冷熱用ポンプ（３１）よりも下流側且つ前記第１の熱交換器（１１）よりも上流側を流れる前記冷熱用熱媒体に、熱媒から熱エネルギーを伝達するように構成された第２の熱交換器（１４）と、を備え、

前記冷熱回収システムの起動方法（１００）は、

前記冷熱回収サイクル（３）における前記第１の熱交換器（１１）と前記冷熱用ポンプ（３１）との間に設けられた気液分離器（５）により、前記冷熱用熱媒体を気相の冷熱用熱媒体と液相の冷熱用熱媒体とに分離する気液分離ステップ（Ｓ１０１）と、

前記冷熱用ポンプ（３１）を駆動させ、前記気液分離ステップ（Ｓ１０１）で分離した前記液相の冷熱用熱媒体を、前記冷熱回収サイクル（３）における前記冷熱用ポンプ（３１）よりも下流側且つ前記第２の熱交換器（１４）よりも上流側と、前記気液分離器（５）とを接続する液戻りライン（６）を介して、前記気液分離器（５）に前記液相の冷熱用熱媒体を戻す循環ステップ（Ｓ１０２）と、

10

20

30

40

50

前記循環ステップ（Ｓ１０２）において、前記液戻りライン（６）を介して前記気液分離器（５）に戻される前記液相の冷熱用熱媒体、又は前記気液分離器（５）の内部に存在する前記冷熱用熱媒体、の何れかに、前記液化ガス貯留装置（２１）から抜き出された前記液化ガスの冷熱エネルギーを伝達して冷却する冷却ステップ（Ｓ１０３）と、を備える。

【０１２３】

上記８）の方法によれば、気液分離器（５）、冷熱用ポンプ（３１）および液戻りライン（６）を循環する液相の冷熱用熱媒体を、液化ガスにより冷却することで（冷却ステップＳ１０３）、気液分離器（５）や冷熱用ポンプ（３１）などの冷熱回収サイクル（３）における第１の熱交換器（１１）よりも下流側において、液相の冷熱用熱媒体の占める割合を早期に増やすことができる。冷熱用ポンプ（３１）における液相の冷熱用熱媒体の占める割合を増やすことで、冷熱用ポンプ（３１）のガス噛みによる能力低下を抑制できるため、冷熱用ポンプ（３１）の能力を早期から発揮させることができる。これにより、冷熱回収システム（１）を定常運転に早期に移行できる。

10

【０１２４】

また、上記８）の方法によれば、第１の熱交換器（１１）に供給される冷熱用熱媒体の流量が、第１の熱交換器（１１）の閉塞を生じさせない大流量になるまで、第１の熱交換器（１１）における熱交換が行われないので、冷熱回収システム（１）の起動時における第１の熱交換器（１１）の閉塞を抑制できる。

【符号の説明】

【０１２５】

20

- １ 冷熱回収システム
- ２ Ａ 船舶
- ２ Ｂ 浮体
- ３ 冷熱回収サイクル
- ５ 気液分離器
- ６ 液戻りライン
- ７ 第３の熱交換器
- ９ 制御装置
- １１ 第１の熱交換器
- １２ 液化ガス供給ライン
- １３ 気化ガス供給ライン
- １３ Ａ 燃料供給ライン
- １４ 第２の熱交換器
- １５ 液化ガス用ポンプ
- ２１ 液化ガス貯留装置
- ２２ ガスの供給先
- ２２ Ａ 主機エンジン
- ３１ 冷熱用ポンプ
- ３２ 冷熱用タービン
- ３３ 第１の接続ライン
- ３３ Ａ 第１の上段接続ライン
- ３３ Ｂ 第１の中段接続ライン
- ３３ Ｃ 第１の下段接続ライン
- ３４ 第２の接続ライン
- ３４ Ａ 第２の上段接続ライン
- ３４ Ｂ 第２の下段接続ライン
- ３５ 第１の流量調整弁
- ３６ タービンバイパスライン
- ３７ タービン側流量調整弁
- ３８ タービンバイパス側流量調整弁

30

40

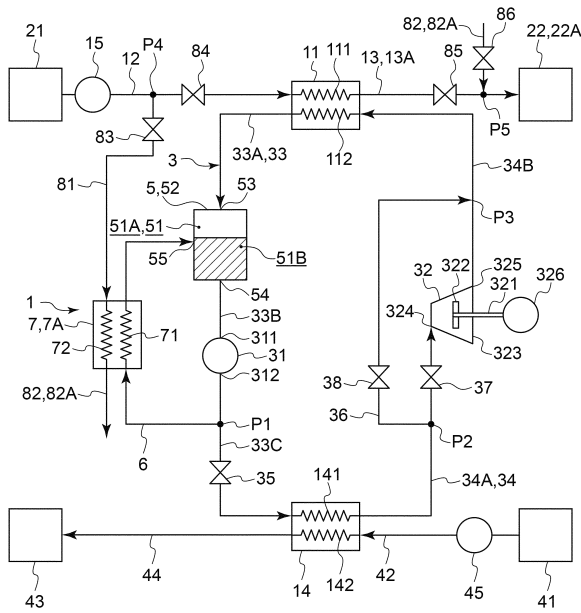
50

4 1	外部水の供給元	
4 2	外部水供給ライン	
4 3	外部水の排出先	
4 4	外部水排出ライン	
4 5	外部水用ポンプ	
4 6	熱交換器側バイパスライン	
4 7	第 1 の外部水側開閉弁	
4 8	第 2 の外部水側開閉弁	
5 1	内部空間	
5 1 A	上方側貯留空間	10
5 1 B	下方側貯留空間	
5 2	本体部	
5 3	導入口	
5 4	液相吐出口	
5 5	液戻り口	
6 1	第 1 の開閉弁	
6 2	第 2 の開閉弁	
8 1	液化ガス導入ライン	
8 2	ガス排出ライン	
8 3	第 2 の流量調整弁	20
8 4	第 3 の流量調整弁	
8 5	第 4 の流量調整弁	
8 6	第 5 の流量調整弁	
8 7	温度取得装置	
8 8	弁開度制御装置	
1 0 0	起動方法	
S 1 0 1	気液分離ステップ	
S 1 0 2	循環ステップ	
S 1 0 3	冷却ステップ	
S 1 0 4	開弁ステップ	30
S 1 0 5	変更ステップ	
S 1 0 6	冷熱用タービン駆動ステップ	
S 1 0 7	外部水用ポンプ駆動ステップ	

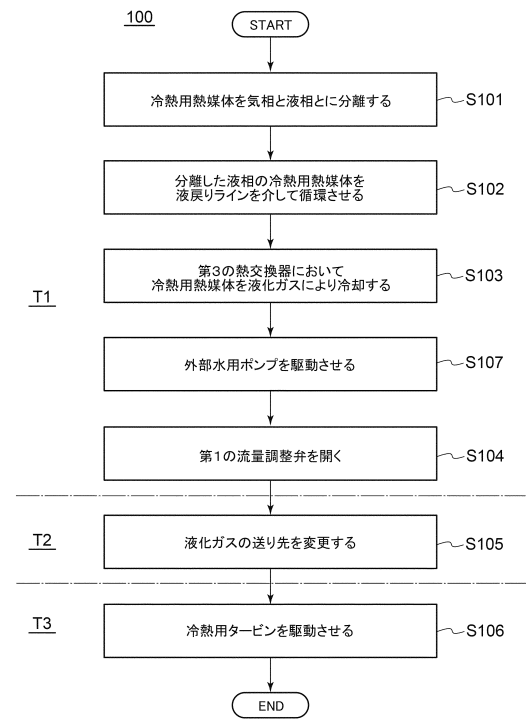
【図面】

【図 1】

2A,2B



【図 2】



10

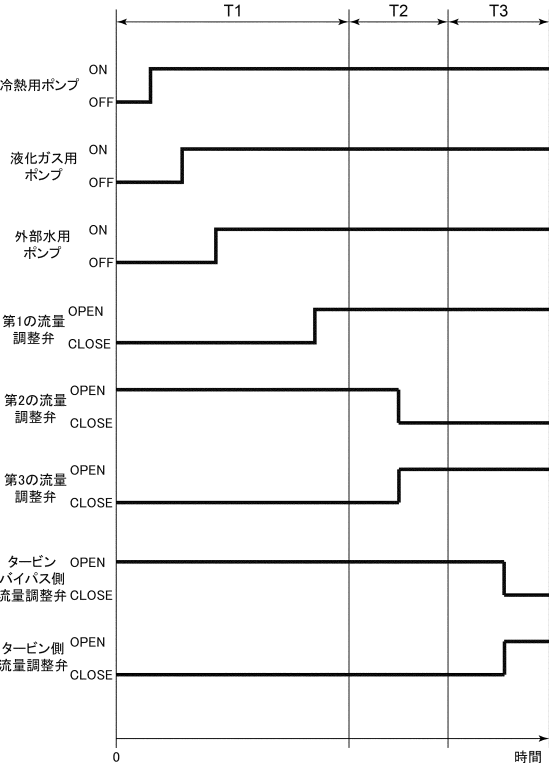
20

30

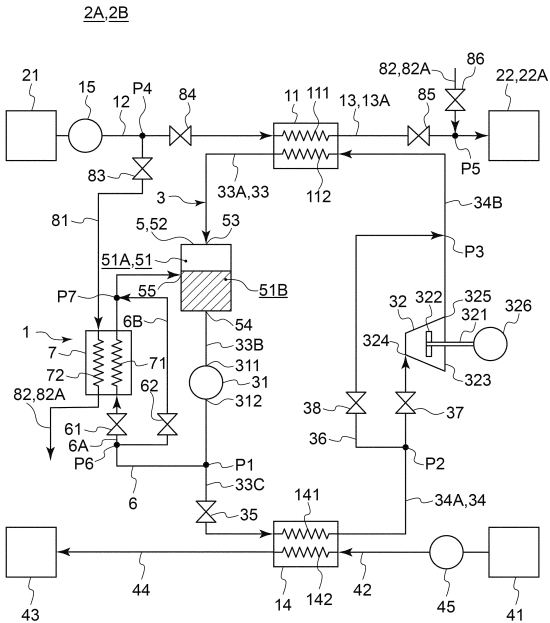
40

50

【図 3】



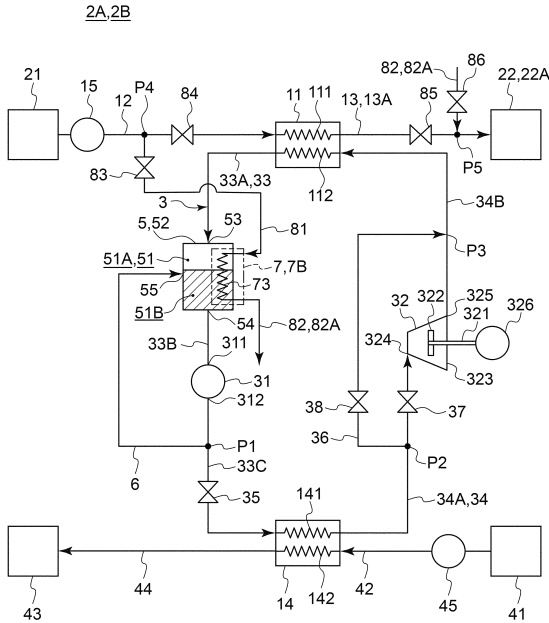
【図 4】



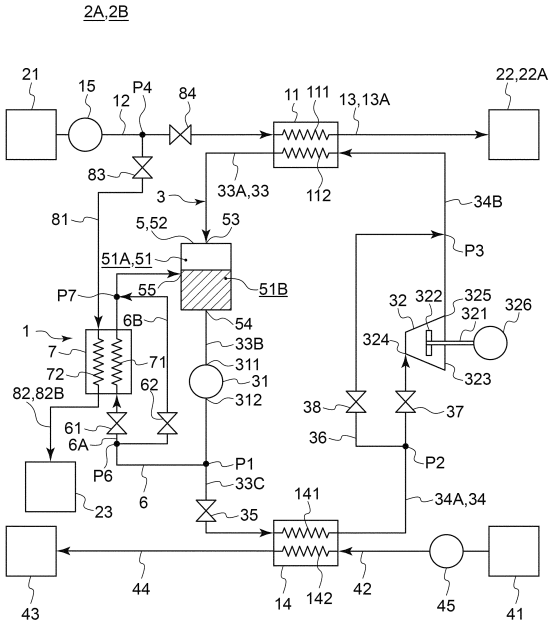
10

20

【図 5】



【図 6】



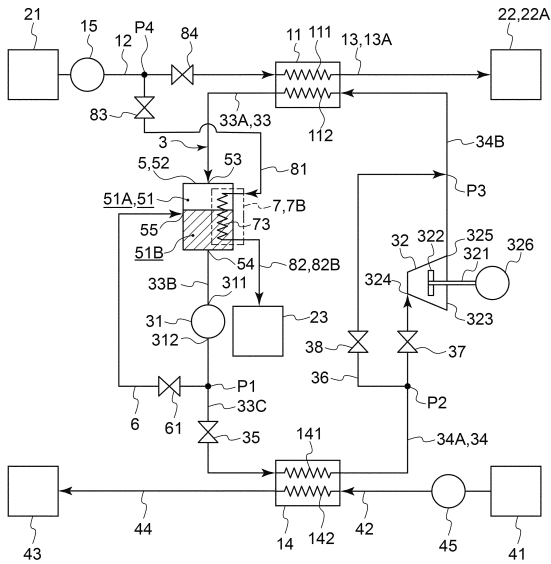
30

40

50

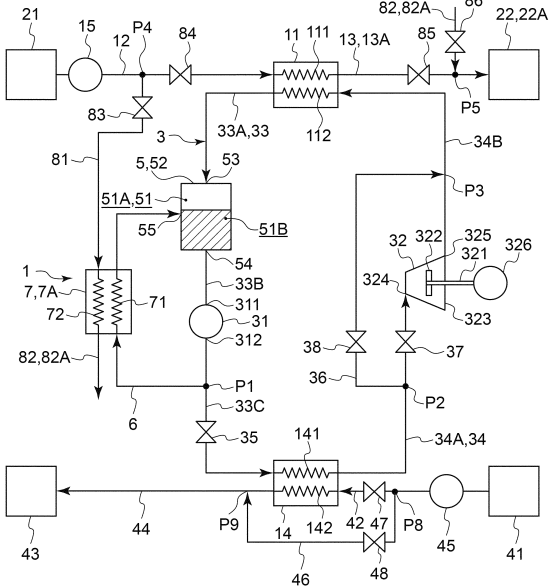
【図 7】

2A,2B



【図 8】

2A,2B

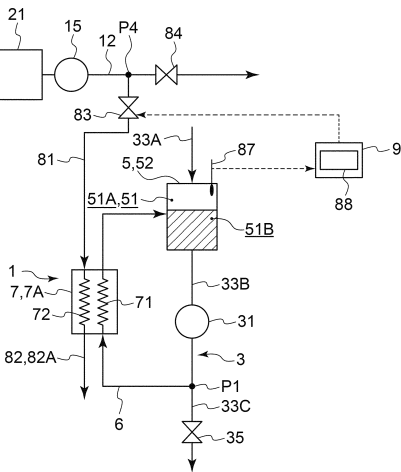


10

20

【図 9】

2A,2B



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
F 0 1 D 25/32 C

長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工マリンマシナリ株式会社内

審査官 西山 真二

(56)参考文献 特開 2 0 2 1 - 8 5 4 4 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 6 3 0 7 2 (J P , A)
特表 2 0 0 9 - 5 2 2 1 5 6 (J P , A)
実開昭 6 1 - 5 9 8 0 3 (J P , U)
中国特許出願公開第 1 0 3 7 1 2 3 6 6 (C N , A)
韓国公開特許第 2 0 2 1 - 0 0 2 1 1 7 9 (K R , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 3 H 2 1 / 3 8
F 1 7 C 9 / 0 4
F 2 5 B 2 7 / 0 0
F 2 8 F 2 7 / 0 0