

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6923640号
(P6923640)

(45) 発行日 令和3年8月25日(2021.8.25)

(24) 登録日 令和3年8月2日(2021.8.2)

(51) Int.Cl.

B63B 25/16 (2006.01)

F 1

B 6 3 B 25/16
B 6 3 B 25/16D
Z

請求項の数 20 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2019-513443 (P2019-513443)
 (86) (22) 出願日 平成28年10月17日 (2016.10.17)
 (65) 公表番号 特表2019-529218 (P2019-529218A)
 (43) 公表日 令和1年10月17日 (2019.10.17)
 (86) 國際出願番号 PCT/KR2016/011657
 (87) 國際公開番号 WO2018/062601
 (87) 國際公開日 平成30年4月5日 (2018.4.5)
 審査請求日 令和1年10月10日 (2019.10.10)
 (31) 優先権主張番号 10-2016-0125696
 (32) 優先日 平成28年9月29日 (2016.9.29)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
韓国 (KR)

(73) 特許権者 517430897
デウ シップビルディング アンド マリ
ン エンジニアリング カンパニー リミ
テッド
大韓民国, 53302, キョンサンナム
ド, コジェーシ, コジェーテロ, 3370
(74) 代理人 110000305
特許業務法人青義
(72) 発明者 リー, ソン チョル
大韓民国, 06341, ソウル特別市, カ
ンナムーク, ヤンジェーテロ 55-ギル
, 12, 117-1101

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】船舶用の蒸発ガス再液化装置及び蒸発ガス再液化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

船舶に設置された液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスを別の冷熱供給サイクルを設置せずに自己熱交換により再液化して、前記液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスの全量が再液化されて前記液化ガス貯蔵タンクに戻される船舶用の蒸発ガス再液化装置において、

前記液化ガス貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを圧縮する圧縮機；及び

前記圧縮機によって圧縮された蒸発ガスを前記液化ガス貯蔵タンクから排出される蒸発ガスと熱交換させて冷却する熱交換器；を備え、

前記熱交換器を通過することで冷却された蒸発ガスを第1流れと第2流れとの2つの流れに分岐させ、 10

分岐させた第1流れを膨張させる第1膨張手段；

前記第1膨張手段によって膨張された第1流れを冷媒とし、前記第1流れを分岐させて残った第2流れを冷却する第1中間冷却器；及び

前記第1中間冷却器を通過した第2流れを収容する収容器；をさらに備え、

前記収容器によって前記圧縮機の後段の圧力が制御されることを特徴とする、船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項 2】

前記収容器から流体を排出させて、前記収容器の圧力を調節する圧力制御ライン；をさらに備え、

前記圧力制御ラインを介して排出される流体は、前記液化ガス貯蔵タンクに戻されるかまたは外部に排出されることを特徴とする、請求項1に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項3】

前記収容器から流体を排出させて、前記収容器のレベルを制御するレベル制御ライン；をさらに備え、

前記レベル制御ラインを介して排出される流体の少なくとも一部が、前記液化ガス貯蔵タンクに戻されることを特徴とする、請求項1または2に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項4】

前記レベル制御ライン上に設けられ、前記レベル制御ラインに沿って前記液化ガス貯蔵タンクに戻される流体を膨張させる第3膨張手段；をさらに備えることを特徴とする、請求項3に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項5】

前記圧縮機の後段の圧力は40～100baraであることを特徴とする、請求項4に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項6】

前記圧縮機で圧縮された蒸発ガスの温度は80～130であることを特徴とする、請求項4に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項7】

前記圧縮機の後段に設けられ、前記圧縮機で圧縮された蒸発ガスを冷却する後段冷却器；をさらに備え、

前記後段冷却器で冷却された蒸発ガスの温度は12～45であることを特徴とする、請求項4に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項8】

前記第1膨張手段で膨張された蒸発ガスは4～15baraであることを特徴とする、請求項4に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項9】

前記レベル制御ライン上に設けられ、前記収容器から排出される流体を第3流れ及び第4流れを含む少なくとも2つの流れに分岐させ、分岐させた第3流れを膨張させる第2膨張手段；及び

前記第2膨張手段によって膨張された第3流れを冷媒とし、前記第3流れを分岐させて残った第4流れを冷却する第2中間冷却器；を備え、

前記第2中間冷却器を通過した第4流れは、前記液化ガス貯蔵タンクに戻され、

前記第2中間冷却器を通過した第3流れは、前記圧縮機に供給されることを特徴とする、請求項4に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項10】

前記第2膨張手段で膨張された蒸発ガスは2～5baraであることを特徴とする、請求項9に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項11】

前記圧縮機は、複数の圧縮部を備える多段圧縮機であり、

前記第1中間冷却器を通過した第1流れ及び前記第2中間冷却器を通過した第3流れは、前記複数の圧縮部のいずれかの圧縮部の後段にそれぞれ供給されることを特徴とする、請求項9に記載の船舶用の蒸発ガス再液化装置。

【請求項12】

船舶に設置された液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスを別の冷熱供給サイクルを設置せずに自己熱交換により再液化して、前記液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスの全量が再液化されて前記液化ガス貯蔵タンクに戻される船舶用の蒸発ガス再液化方法において、

液化ガスから発生した蒸発ガスを圧縮機で圧縮し、

10

20

30

40

50

圧縮された蒸発ガスを前記液化ガスから発生した蒸発ガスによって冷却し、冷却された蒸発ガスを第1流れと第2流れとに分岐させて、第1流れを膨張させ、膨張させた蒸発ガスによって前記第2流れを冷却し、冷却された第2流れを収容器に供給し、前記収容器の圧力を制御して、前記圧縮機の後段の圧力を制御することを特徴とする、船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【請求項13】

前記収容器から流体を排出させて前記液化ガス貯蔵タンクに供給する場合において、前記収容器から排出される気体の流れを制御して、前記収容器の内圧または前記圧縮機の後段の圧力を設定値に維持することを特徴とする、請求項12に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。 10

【請求項14】

前記圧縮機の後段の圧力の設定値は40～100baraであることを特徴とする、請求項13に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【請求項15】

前記収容器から液体を排出させて、第3流れ及び第4流れに分岐させ、分岐させた第3流れを膨張させて前記第4流れを冷却し、冷却された第4流れを前記液化ガス貯蔵タンクに供給することを特徴とする、請求項13に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。 20

【請求項16】

前記冷却された第4流れを膨張させて前記液化ガス貯蔵タンクに供給し、前記収容器のレベルを測定して、前記冷却された第4流れの膨張程度を調節することを特徴とする、請求項15に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【請求項17】

前記圧縮機は、複数の圧縮部を備える多段圧縮機であり、前記第1流れを、4～15baraで膨張させ、前記第3流れを、2～5baraで膨張させ、膨張させた第1流れと膨張させた第3流れとを、前記第2流れ及び前記第4流れを冷却した後で前記多段圧縮機に供給し、 30

前記膨張させた第3流れを、前記膨張させた第1流れが供給される圧縮部よりも前段の圧縮部の下流に供給することを特徴とする、請求項15に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【請求項18】

前記圧縮機で圧縮した圧縮蒸発ガスは、前記液化ガスから発生した蒸発ガスと熱交換させる前に、12～45に冷却することを特徴とする、請求項13に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【請求項19】

エタン、プロパン、ブタンを含む群から選択される少なくとも1つ以上を含む液化ガスから自然気化した蒸発ガスを、別の冷熱供給サイクルを使用せずに自己熱交換により再液化する船舶用の蒸発ガス再液化方法であって、 40

前記蒸発ガスを圧縮して、圧縮された蒸発ガスを圧縮する前の蒸発ガスと熱交換させて冷却した後、

冷却された蒸発ガスの一部を膨張させ、膨張された蒸発ガスと膨張されなかった残りの蒸発ガスとの熱交換を1回以上実施して、前記蒸発ガスの全量を再液化することを特徴とする、船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【請求項20】

再液化された蒸発ガスを圧力容器に貯蔵して、前記圧力容器の内圧を制御することにより、圧縮蒸発ガスが再液化されて前記圧力容器に貯蔵されるまでの圧力を設定値に維持することを特徴とする、請求項19に記載の船舶用の蒸発ガス再液化方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、船舶に設けられる液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスの再液化装置及び再液化方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

天然ガスは、通常、液化されて液化天然ガス (LNG; Liquefied Natural Gas) の状態で遠距離輸送される。LNGは天然ガスを極低温(約 -163 以下)に冷却して得られるものであり、気体状態に比べて体積が大幅に減少するため、海上を通じた遠距離輸送に非常に適している。

10

【0003】

一方、液化石油ガス (LPG; Liquefied Petroleum Gas) は、一般的に液化プロパンガス (Liquefied Propane Gas) とも呼ばれ、石油の採掘時に油田から原油と共に噴出する天然ガスを、-200 で冷却するか、常温で約 7 ~ 10 気圧に圧縮して液化させた燃料である。

【0004】

石油ガスの主成分は、プロパン、プロピレン、ブタン、ブチレンなどであり、プロパンを約 15 以下で液化すると体積が約 1 / 260 まで減少し、ブタンを約 15 以下で液化すると体積が約 1 / 230 まで減少するので、貯蔵及び輸送のために石油ガスも天然ガスと同様に液化して利用される。

20

【0005】

液化石油ガスの発熱量は液化天然ガスに比べて大きく、液化石油ガスは液化天然ガスに比べて大きい分子量の成分を多く含むため、液化及び気化が液化天然ガスより容易である。

【0006】

液化天然ガス、液化石油ガスなどの液化ガスは貯蔵タンクに貯蔵されて陸上の需要先に供給されるが、貯蔵タンクを断熱しても外部熱を完璧に遮断するには限界があり、貯蔵タンクの内部まで伝達される熱によって液化ガスは貯蔵タンク内で継続的に気化される。貯蔵タンクの内部で気化された液化ガスを蒸発ガス (BOG; Boil-Off Gas) という。

【0007】

30

蒸発ガスの発生によって貯蔵タンクの圧力が設定圧力以上になると、蒸発ガスは貯蔵タンクの外部に排出されて船舶の燃料として使用されるか、再液化されて再び貯蔵タンクに戻される。

【0008】

蒸発ガスのうち、エタン、エチレンなどを主成分として含み、沸点が低い蒸発ガス(以下、「エタン蒸発ガス」という。)を再液化するためには、エタン蒸発ガスを約 -100

以下に冷却する必要があり、約 -25 の液化点を有する液化石油ガスの蒸発ガスを再液化する場合よりも冷熱が追加的に必要となる。したがって、冷熱を追加供給する別の独立した冷熱供給サイクル (Cycle) を液化石油ガスの再液化工程に加えて、エタン再液化工程で使用する。冷熱供給サイクルは、一般的にプロピレン冷凍サイクルが使用される。

40

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

一方、液化ガス貯蔵タンクで発生した蒸発ガスを圧縮した後、圧縮蒸発ガスの一部を膨張させ、これを膨張させていない圧縮蒸発ガスの冷媒として利用することにより、蒸発ガスを再液化する方法も提案されたが、沸点が低いエタン蒸発ガスの場合には、プロパン冷凍サイクルなどの別の独立した冷熱供給サイクルが備わっていない限り、蒸発ガスの再液化が行えなかった。

【0010】

しかし、液化ガス貯蔵タンクが搭載された船舶では、液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸

50

発ガス、特に沸点が低いエタン蒸発ガスを再液化するために、別の独立した冷熱供給サイクルを追加すると、追加サイクルに必要な装置を設置するための空間と設置費用 (CAPEX) 及びエネルギー消費などの運用費用 (OPEX) が非常に増大するという問題がある。

【0011】

したがって、本発明は、上述のような問題点を解決するために案出されたものであり、別の独立した冷熱供給サイクルを追加することなく、沸点が低い液化ガスから発生する蒸発ガスを再液化することができる船舶用の蒸発ガス再液化装置及び蒸発ガス再液化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】

【0012】

上述した目的を達成するため、本発明の一実施形態では、船舶に設置された液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスを別の冷熱供給サイクルを設置せずに自己熱交換により再液化して、前記液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスの全量が再液化されて前記液化ガス貯蔵タンクに戻される船舶用の蒸発ガス再液化装置において、前記液化ガス貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを圧縮する圧縮機及び、前記圧縮機によって圧縮された蒸発ガスを前記液化ガス貯蔵タンクから排出される蒸発ガスと熱交換させて冷却する熱交換器を備え、前記熱交換器を通過することで冷却された蒸発ガスを第1流れと第2流れとの2つの流れに分岐させ、分岐させた第1流れを膨張させる第1膨張手段、前記第1膨張手段によって膨張された第1流れを冷媒として、前記第1流れを分岐させて残った第2流れを冷却する第1中間冷却器及び、前記第1中間冷却器を通過した第2流れを収容する収容器をさらに備え、前記収容器によって前記圧縮機の後段の圧力が制御されることを特徴とする、船舶用の蒸発ガス再液化装置が提供される。

10

【0013】

好ましくは、前記収容器から流体を排出させて、前記収容器の圧力を調節する圧力制御ラインをさらに備え、前記圧力制御ラインを介して排出される流体は前記液化ガス貯蔵タンクに戻されるかまたは外部に排出される。

【0014】

好ましくは、前記収容器から流体を排出させて、前記収容器のレベルを制御するレベル制御ラインをさらに備え、前記レベル制御ラインを介して排出される流体の少なくとも一部が、前記液化ガス貯蔵タンクに戻される。

30

【0015】

好ましくは、前記レベル制御ライン上に設けられ、前記レベル制御ラインに沿って前記液化ガス貯蔵タンクに戻される流体を膨張させる第3膨張手段をさらに備え得る。

【0016】

好ましくは、前記圧縮機の後段の圧力は40～100baraである。

【0017】

好ましくは、前記圧縮機で圧縮された蒸発ガスの温度は80～130である。

【0018】

好ましくは、前記圧縮機の後段に設けられ、前記圧縮機で圧縮された蒸発ガスを冷却する後段冷却器をさらに備え、前記後段冷却器で冷却された蒸発ガスの温度は12～45である。

40

【0019】

好ましくは、前記第1膨張手段で膨張された蒸発ガスは4～15baraである。

【0020】

好ましくは、前記レベル制御ライン上に設けられ、前記収容器から排出される流体を第3流れ及び第4流れを含む少なくとも2つの流れに分岐させ、分岐された第3流れを膨張させる第2膨張手段及び、前記第2膨張手段によって膨張された第3流れを冷媒とし、前記第3流れを分岐させて残った第4流れを冷却する第2中間冷却器を備え、前記第2中間冷却器を通過した第4流れは、前記液化ガス貯蔵タンクに戻され、前記第2中間冷却器を通過した第3流れは、前記圧縮機に供給される。

50

【0021】

好ましくは、前記第2膨張手段で膨張された蒸発ガスは2~5baraである。

【0022】

好ましくは、前記圧縮機は、複数の圧縮部を備える多段圧縮機であり、前記第1中間冷却器を通過した第1流れ及び前記第2中間冷却器を通過した第3流れは、前記複数の圧縮部のいずれかの圧縮部の後段にそれぞれ供給される。

【0023】

上述した目的を達成するため本発明の他の一実施形態では、船舶に設置された液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスを別の冷熱供給サイクルを設置せずに自己熱交換により再液化して、前記液化ガス貯蔵タンクで発生する蒸発ガスの全量が再液化されて前記液化ガス貯蔵タンクに戻される船舶用の蒸発ガス再液化方法において、液化ガスから発生した蒸発ガスを圧縮機で圧縮し、圧縮された蒸発ガスを前記液化ガスから発生した蒸発ガスによって冷却し、冷却された蒸発ガスを第1流れと第2流れとに分岐させて、第1流れを膨張させ、膨張させた蒸発ガスによって前記第2流れを冷却し、冷却された第2流れを収容器に供給し、前記収容器の圧力を制御して、前記圧縮機の後段の圧力を制御することを特徴とする、船舶用の蒸発ガス再液化方法が提供される。

10

【0024】

好ましくは、前記収容器から流体を排出させて前記液化ガス貯蔵タンクに供給する場合に、前記収容器から排出させる気体の流れを制御して、前記収容器の内圧または前記圧縮の後段の圧力を設定値に維持する。

20

【0025】

好ましくは、前記圧縮機の後段の圧力の設定値は40~100baraである。

【0026】

好ましくは、前記収容器から液体を排出させて、第3流れ及び第4流れに分岐させ、分岐させた第3流れを膨張させて前記第4流れを冷却し、冷却された第4流れを前記液化ガス貯蔵タンクに供給する。

【0027】

好ましくは、前記冷却された第4流れを膨張させて前記液化ガス貯蔵タンクに供給し、前記収容器のレベルを測定して前記冷却された第4流れの膨張程度を調節する。

30

【0028】

好ましくは、前記圧縮機は、複数の圧縮部を備える多段圧縮機であり、前記第1流れを、4~15baraで膨張させ、前記第3流れを、2~5baraで膨張させ、膨張させた第1流れと膨張させた第3流れとを、前記第2流れ及び前記第4流れを冷却した後で前記多段圧縮機に供給し、前記膨張させた第3流れを、前記膨張させた第1流れが供給される圧縮部よりも前段の圧縮部の下流に供給する。

【0029】

好ましくは、前記圧縮機で圧縮した圧縮蒸発ガスは、前記液化ガスから発生した蒸発ガスと熱交換させる前に、12~45に冷却する。

【0030】

また、上述した目的を達成するため本発明の更に他の実施形態では、エタン、プロパン、ブタンを含む群から選択される少なくとも1つ以上を含む液化ガスから自然気化した蒸発ガスを、別の冷熱供給サイクルを使用せずに自己熱交換により再液化する船舶用の蒸発ガス再液化方法であって、前記蒸発ガスを圧縮して、圧縮された蒸発ガスを圧縮する前の蒸発ガスと熱交換させて冷却した後、冷却された蒸発ガスの一部を膨張させ、膨張された蒸発ガスと膨張されなかった残りの蒸発ガスとの熱交換を1回以上実施して、前記蒸発ガスの全量を再液化することを特徴とする、船舶用の蒸発ガス再液化方法が提供される。

40

【0031】

好ましくは、再液化された蒸発ガスを圧力容器に貯蔵して、前記圧力容器の内圧を制御することにより、圧縮蒸発ガスが再液化されて前記圧力容器に貯蔵されるまでの圧力を設定値に維持する。

50

【発明の効果】**【0032】**

本発明における船舶用の蒸発ガス再液化装置及び蒸発ガス再液化方法は、別の独立した冷熱供給サイクルを設置する必要がなく、設置費用を低減することができ、エタンなどの蒸発ガスを自己熱交換させる方法で再液化させるため、追加の冷熱供給サイクルがなくても、従来の再液化装置と同等の再液化効率を達成することができる。

【0033】

また、本発明における船舶用の蒸発ガス再液化装置及び蒸発ガス再液化方法は、冷熱供給サイクルを設置する必要がなく、設置する装備の数が減少し、特に冷熱供給サイクルの圧縮機を省略することが可能になり、冷熱供給サイクルの駆動にかかる電力を低減することができる。10

【0034】

また、本発明における船舶用の蒸発ガス再液化装置及び蒸発ガス再液化方法は、収容器を設けて多段圧縮機の後段の圧力を制御することができるため、最適な成績係数 (COP; C oefficient Of Performance) を達成することにより、冷凍効果が改善された再液化装置を構成することができる。

【図面の簡単な説明】**【0035】**

【図1】本発明の第1実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図。

【図2】蒸発ガスの圧力に応じた再液化装置のCOPの変化を示すグラフ。20

【図3】本発明の第2実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図。

【図4】本発明の第3実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図。

【図5】本発明の第4実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図。

【図6】本発明の第5実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図。

【図7】本発明の第6実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図。

【発明を実施するための形態】**【0036】**

以下、添付した図面を参照して、本発明の実施例の構成と作用を詳細に説明する。本発明における船舶用の蒸発ガス再液化装置及び蒸発ガス再液化方法は、液化天然ガスの船倉が設置される船舶や陸上で様々な応用と適用が可能である。特に低温液体貨物または液化ガスを貯蔵できる貯蔵タンクが設置される全種類の船舶と海洋構造物、即ち、液化ガス運搬船、液化エタンガス (LEG; Liquefied Ethane Gas) 運搬船などの船舶をはじめ、F P S O、F S R Uなどの海上構造物に適用することができる。30

【0037】

また、本発明の説明における「流れ」という用語は、ラインに沿って流れる流体、即ち蒸発ガスを意味し、各ラインにおける流体は、システムの運用条件に応じて、液体状態、気液混合状態、気体状態、超臨界状態のいずれかの状態である。

【0038】

また、後述する船舶に搭載された貯蔵タンク (10) に貯蔵された液化ガスは、1気圧で -110 以上の沸点を有する。また、貯蔵タンク (10) に貯蔵された液化ガスは、液化エタンガス (LEG) または液化石油ガス (LPG) である。また、液化ガスまたは液化ガスから発生する蒸発ガスはメタン、エタン、プロパン、ブタン、重炭化水素などを含む群から選択される少なくとも1つ以上の成分を含む。40

【0039】

また、下記の実施例は様々な他の形態で変更することができ、本発明の範囲が下記の実施例に限定されるものではない。

【0040】

図1は、本発明の第1実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略的な構成図である。

【0041】

10

20

30

40

50

図1を参照して、本実施例における船舶用の蒸発ガス再液化装置は、船舶に設置された液化ガス貯蔵タンク(10)で発生する蒸発ガスを再液化するためのものであり、貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスを圧縮する圧縮機(20)と、圧縮機(20)によって圧縮された圧縮蒸発ガスと貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスとを熱交換させる熱交換器(30)とを備える。

【0042】

本実施例の貯蔵タンク(10)は、蒸発ガスの発生により貯蔵タンク(10)の圧力が設定された安全圧力以上になると、安全バルブ(図示せず)を介して貯蔵タンク(10)の外部へ蒸発ガスが排出される。貯蔵タンク(10)の外部に排出された蒸発ガスは、本実施例の再液化装置によって再液化されて再び貯蔵タンク(10)に戻される。

10

【0043】

本実施例の貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、船舶内のエンジンなどの燃料としては使用されず、本実施形態に係る再液化装置によって全量が液化され、すべてが液体の状態で、または少なくとも一部が気体状態のものを含んで、全量が貯蔵タンク(10)に戻されるか、少なくとも一部が再液化装置を循環する。

【0044】

本実施例の圧縮機(20)は、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を備えて蒸発ガスを多段(multistage)圧縮する多段圧縮機(20)であり、本実施例では、多段圧縮機(20)として、図1に示すように第1圧縮部(20a)、第2圧縮部(20b)、第3圧縮部(20c)及び第4圧縮部(20d)を備える4段圧縮機(20)が設けられる場合を例に説明する。

20

【0045】

本実施例の多段圧縮機(20)は、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する。本実施例では、4つの圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を備え、4段階の圧縮過程を経る場合を例に説明するが、圧縮部の数はこれに限定されない。

【0046】

多段圧縮機(20)には、複数の圧縮部と、これらの圧縮部の間に圧縮部を通過して圧力と共に温度が上昇した蒸発ガスを冷却する複数の冷却器(21a, 21b, 21c)とが設けられる。例えば、第1圧縮部(20a)と第2圧縮部(20b)との間には、第1圧縮部(20a)を通過して圧力と共に温度が上昇した蒸発ガスを冷却する第1冷却器(21a)が設けられる。

30

【0047】

また、多段圧縮機(20)の最後段圧縮部、即ち、本実施例における第4圧縮部(20d)の後段には、多段圧縮機(20)で圧縮されて熱交換器(30)に供給される蒸発ガスの温度を調節する後段冷却器(21d)が設けられる。

【0048】

本実施例では、多段圧縮機(20)の最後段圧縮部、即ち第4圧縮部(20d)で圧縮されて排出される蒸発ガスの圧力は、40~100baraであり、温度は80~130である。

40

【0049】

例えば、貯蔵タンク(10)で発生した蒸発ガスが多段圧縮機(20)の各圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)に供給される供給圧力及び温度、各圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)で圧縮されて排出される蒸発ガスの排出圧力及び温度は、下記表1に示される。

【0050】

【表1】

圧縮部番号	供給		排出	
	圧力(bar)	温度(°C)	圧力(bar)	温度(°C)
第1圧縮部(20a)	0.96	36.17	3.00	123.30
第2圧縮部(20b)	2.76	40.00	9.49	123.60
第3圧縮部(20c)	9.02	40.00	27.00	113.50
第4圧縮部(20d)	26.19	40.00	83.51	121.50

【0051】

即ち、貯蔵タンク(10)で発生した約0.96bara、約36.17の蒸発ガスが第1圧縮部(20a)に供給されると、蒸発ガスは第1圧縮部(20a)で約3.00baraに圧縮され、圧縮過程で温度は約123.30まで上昇する。この蒸発ガスは、第1圧縮部(20a)の後段の第1冷却器(21a)で約40まで冷却され、冷却過程で圧力が幾らか減少した約2.76bara、約40の蒸発ガスが、第2圧縮部(20b)に供給される。この過程を繰り返して、最後段である第4圧縮部(20d)から排出される蒸発ガスの圧力及び温度は、約83.51bara、約121.50であり、この蒸発ガスが熱交換器(30)に供給されるが、熱交換器(30)に供給される前に後段冷却器(21d)でさらに冷却される。後段冷却器(21d)で冷却されて熱交換器(30)に供給される蒸発ガスの温度は、12~45である。

【0052】

本実施例の熱交換器(30)は、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された蒸発ガス(以下、「aの流れ」という。)を、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスとの熱交換により冷却する。即ち、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮されて圧力が上昇した蒸発ガスは、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを冷媒として使用して熱交換器(30)で冷却される。

【0053】

また、貯蔵タンク(10)から排出された低温の蒸発ガスは、熱交換器(30)でaの流れを冷却することにより加熱され、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)に導入される。蒸発ガスの物性に応じて異なるが、熱交換器(30)を通過したaの流れの少なくとも一部または全部が液化される。

【0054】

したがって、本実施例において、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、熱交換器(30)で圧縮蒸発ガスにより加熱された後、圧縮機(20)に導入されるため、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を備える多段圧縮機(20)は、極低温の液化ガスから発生する低温の蒸発ガスを圧縮するための極低温用の圧縮機を設ける必要がなく、低温の蒸発ガスによる圧縮機の損傷も防止することができる。

【0055】

また、図1を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、多段圧縮機(20)を通過して熱交換器(30)で熱交換された後、冷却されて排出されるaの流れを第1流れ(a1)及び第2流れ(a2)を含む2つ以上の流れに分岐させ、分岐させた第1流れ(a1)を膨張させる第1膨張手段(71)と、第1膨張手段(71)によって膨張した第1流れ(a1)を冷媒とし、第1流れを分岐させて残った第2流れ(a2)を冷却する第1中間冷却器(41)とを備え、第1中間冷却器(41)で第1流れ(a1)によって冷却された第2流れ(a2)は貯蔵タンク(10)に戻され、第1中間冷却器(41)で第2流れ(a2)を冷却して排出される第1流れ(a1)は、多段圧縮機(20)の中間段、即ち複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)のいずれかの圧縮部の下流に供給され、貯蔵タンク(10)で発生して多段圧縮機(20)で圧縮される蒸発ガスストリームに合流する。

【0056】

図1を参照して、本実施例において貯蔵タンク(10)から排出されて熱交換器(30)

10

20

30

40

50

)、多段圧縮機(20)及び第1中間冷却器(41)を通過して、多段圧縮機(20)で圧縮された圧縮蒸発ガス、即ち、aの流れと、上述した第1流れ(a1)を分岐させて第1中間冷却器(41)で膨張した第1流れ(a1)によって冷却される第2流れ(a2)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却、過冷却または少なくとも一部または全部が液化され、再び貯蔵タンク(10)に戻される蒸発ガスの流路を再液化ラインと称し、図1では再液化ラインを実線で示した。

【0057】

本実施例において、熱交換器(30)で熱交換された後、冷却されて排出されるaの流れから分岐した第1流れ(a1)を膨張させる第1膨張手段(71)が設けられ、第1流れ(a1)の経路を提供する第1バイパスライン(a1)が再液化ラインから分岐する。

10

【0058】

第1膨張手段(71)は、熱交換器(30)で冷却されたaの流れから分岐した第1流れ(a1)を膨張させ、第1膨張手段(71)で膨張により温度が低下した第1流れ(a1)が、第1中間冷却器(41)の冷媒として利用される。本実施例では、第1流れ(a1)は約40～100bara、約12～45の条件で第1膨張手段(71)に供給され、第1膨張手段(71)によって4～15baraまで膨張されて温度が低下し、第1中間冷却器(41)からの再液化ラインに沿って約40～100bara、約12～45の条件で供給される第2流れ(a2)を冷却または過冷却させるか、または第2流れ(a2)の少なくとも一部を液化させる。

【0059】

20

第1流れ(a1)と分岐して、再液化ラインに沿って第1中間冷却器(41)に供給される第2流れ(a2)は、第1中間冷却器(41)で第1膨張手段(71)を通過した第1流れ(a1)によって過冷却され、少なくとも一部が液化される。蒸発ガスの物性によって異なるが、本実施例では、第1中間冷却器(41)から再液化ラインに沿って供給される流体は、全量が液化または過冷却される。

【0060】

第1中間冷却器(41)で第2流れ(a2)を冷却した後に排出される第1流れ(a1)は、図1に示すように、多段圧縮機(20)の中間段に供給されるが、第1中間冷却器(41)を通過した第1流れ(a1)は、多段圧縮機(20)における複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)の下流のうち、第1中間冷却器(41)を通過した第1流れ(a1)の圧力と最も近似する圧力範囲に該当する圧縮部の下流に供給されて、多段圧縮機(20)で圧縮される蒸発ガスストリーム、即ち再液化ラインに合流する。本実施例では、第1中間冷却器(41)を通過した第1流れ(a1)が第2圧縮部(20b)の下流に合流する場合を図示したが、これに限定されない。

30

【0061】

図1を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、再液化ラインに設けられて第1中間冷却器(41)を通過した第2流れ(a2)をさらに冷却する第2中間冷却器(42)及び第2膨張手段(72)をさらに備える。後述する収容器(90)は、第1中間冷却器(41)と第2中間冷却器(42)との間に設けられ、第1中間冷却器(41)を通過した第2流れ(a2)は、収容器(90)及び第2中間冷却器(42)を通過して貯蔵タンク(10)に戻される。

40

【0062】

本実施例において、第1中間冷却器(41)を通過した第2流れ(a2)を、第3流れ(a3)及び第4流れ(a4)を含む少なくとも2つの流れに分岐させ、第3流れ(a3)を膨張させ、膨張させた第3流れ(a3)によって第4流れ(a4)は過冷却されて貯蔵タンク(10)に戻される。

【0063】

第2流れ(a2)から分岐させた第3流れ(a3)の流路を提供する第2バイパスライン上には、第3流れ(a3)を膨張させる第2膨張手段(72)が設けられ、第2膨張手段(72)で膨張により温度が低下した第3流れ(a3)は、第2中間冷却器(42)に

50

供給され、再液化ラインに沿って第2中間冷却器(42)に供給される第4流れ(a4)と熱交換されて、第4流れ(a4)を冷却した後、多段圧縮機(20)に供給される。

【0064】

また、図1を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第1中間冷却器(41)で冷却された第2流れ(a2)を収容する収容器(90)をさらに備え、収容器(90)から蒸発ガスを排出させて貯蔵タンク(10)に回収する圧力制御ライン(PL)及びレベル制御ライン(LL)のいずれか一方、または両方が設けられる。

【0065】

第1中間冷却器(41)と第1膨張手段(71)とは、それぞれを少なくとも1つ以上備え、本実施例では、第2中間冷却器(42)と第2膨張手段(72)とをさらに備えて、1つの中間冷却器と1つの膨張手段とを1組として合計2組が設けられる場合を例示したが、その数に限定されるものではない。また、1組の中間冷却器と膨張手段は、それぞれを1つずつ備えるものに限定されない。

【0066】

しかし、中間冷却器を複数設ける場合、即ち中間冷却と膨張手段とをそれぞれ備える組を2組以上設ける場合、後述する収容器(90)及び第1中間冷却器(41)の後段から貯蔵タンク(10)までの再液化ラインを流動する流体の流れにおいて、フラッシュガス(Flash Gas)の発生を抑制することができるため、再液化効率がさらに向上する。

【0067】

また、本実施例において、収容器(90)は第1中間冷却器(41)と第2中間冷却器(42)との間に設けられ、第1中間冷却器(41)を通過して再液化ラインに沿って流れる第2流れ(a2)を収容して、レベル制御ライン(LL)に沿って収容器(90)から排出される流体を第3流れ(a3)と第4流れ(a4)とに分岐させ、第2中間冷却器(42)で膨張した第3流れ(a3)と第3流れ(a3)を分岐させて残った第4流れ(a4)とを熱交換させて、冷却された第4流れ(a4)は貯蔵タンク(10)に戻される。

【0068】

本実施例において、レベル制御ライン(LL)に沿って流れる流体は、液体状態または過冷却液体である。

【0069】

このように、中間冷却器と膨張手段とを1組として複数の組を設ける場合、収容器(90)は、収容器の前段の組と収容器の後段の組との間に設けられ、前段の組から再液化ラインに沿って排出される流体を収容する。収容器(90)のレベル制御ライン(LL)に沿って排出される流体は貯蔵タンク(10)に供給される。レベル制御ライン(LL)に沿って貯蔵タンク(10)に供給される流体は、収容器(90)の後段の組で過冷却される。

【0070】

流体の冷却システムの効率は、冷凍効果と圧縮仕事との比を表す成績係数(COP; Coefficient Of Performance)で表され、成績係数は、冷凍効果が大きくなるほど、圧縮仕事が小さくなるほど向上する。

【0071】

したがって、図2に示したグラフを参照して、本実施形態に係る再液化装置の成績係数(図2のY軸)は、再液化装置を流れる流体の圧力(図2のX軸)に依存し、成績係数が最適値を有する圧力範囲が存在する。即ち、本実施例では、多段圧縮機(20)の後段から第1中間冷却器(41)及び収容器(90)に連結されるラインを流れる流体の成績係数が、最適値を有する圧力を維持するように制御することで、再液化効率が向上することを特徴とする。

【0072】

本実施例の収容器(90)は、第1中間冷却器(41)を通過して貯蔵タンク(10)に戻される第2流れ(a2)を制御できる手段として、収容器(90)の圧力を制御する

10

20

30

40

50

ことで多段圧縮機(20)の後段の圧力を制御することができる。

【0073】

本実施例において、収容器(90)には、収容器(90)の内圧を調節する圧力制御ライン(PL)と収容器(90)のレベル(水位)を調節するレベル制御ライン(LL)が接続される。収容器(90)の内圧を調節するために収容器(90)から圧力制御ライン(PL)を介して排出される流体は貯蔵タンク(10)に供給され、収容器(90)のレベルを調節するために収容器(90)からレベル制御ライン(LL)を介して排出される流体は、上述したように、第2中間冷却器(42)で熱交換された後、第3流れ(a3)は多段圧縮機(20)に、第4流れ(a4)は貯蔵タンク(10)に供給される。

【0074】

本実施例において、圧力制御ライン(PL)を介して排出される流体が貯蔵タンク(10)に戻される場合を例示して説明したが、これに限定されず、収容器(90)から排出されて、システムの外部に排出させることも、またはシステム内を循環させることもできる。

【0075】

第1中間冷却器(41)を通過した第2流れ(a2)は、液体状態または配管に沿って流れながら一部が気化した気液混合状態である。即ち、収容器(90)の圧力制御ライン(PL)に沿って排出される流体は気体状態であり、収容器(90)のレベル制御ライン(LL)に沿って排出される流体は液体状態である。収容器(90)の圧力制御ライン(PL)及びレベル制御ライン(LL)によって、収容器(90)の内圧とレベル(水位)とを設定値に維持するよう制御される。

【0076】

収容器(90)のレベル制御ライン(LL)を介して排出された流体は、第3流れ(a3)及び第4流れ(a4)に分岐されて第2中間冷却器(42)に供給され、分岐されて膨張された第3流れ(a3)と第3流れ(a3)を分岐させて残った第4流れ(a4)とが第2中間冷却器(42)で熱交換され、第2中間冷却器(42)で第4流れ(a4)を冷却した後に排出される第3流れ(a3)は、多段圧縮機(20)に供給される。

【0077】

第3流れ(a3)は、第2膨張手段(72)で約2~5baraに膨張され、膨張により温度が低下したまま第2中間冷却器(42)に供給され、再液化ラインに沿って第2中間冷却器(42)に供給された第4流れ(a4)を過冷却させる。

【0078】

第2中間冷却器(42)で第4流れ(a4)を冷却した後に排出される第3流れ(a3)は、図1に示すように、多段圧縮機(20)の中間段に供給されるが、第2中間冷却器(42)を通過した第3流れ(a3)は、多段圧縮機(20)の複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)の下流のうち、第2中間冷却器(42)を通過した第3流れ(a3)の圧力と最も近似する圧力範囲に該当する圧縮部の下流に供給されて、多段圧縮機(20)で圧縮される蒸発ガスストリーム、即ち再液化ラインに合流する。本実施例では、第2中間冷却器(42)を通過した第3流れ(a3)が第1圧縮部(20a)の下流に合流する場合を図示したが、これに限定されない。

【0079】

ただし、第2中間冷却器(42)から排出される第3流れ(a3)は、第1中間冷却器(41)から排出される第1流れ(a1)が供給される圧縮部よりも前段の圧縮部の下流に供給される。

【0080】

第2中間冷却器(42)で冷却された後に排出される第4流れ(a4)は、図1に示すように、再液化ラインを介して貯蔵タンク(10)に戻される。第2中間冷却器(42)の後段には、第2中間冷却器(42)を通過した第4流れ(a4)を膨張させる第3膨張手段(73)が設けられ、第3膨張手段(73)を通過した流体は、膨張によって圧力と温度が低下した状態で貯蔵タンク(10)に供給される。

10

20

30

40

50

【0081】

また、本実施例では、圧力制御ライン（PL）は、収容器（90）から排出される流体を貯蔵タンク（10）に供給し、特に、圧力制御ライン（PL）を介して貯蔵タンク（10）に戻される蒸発ガスは、気体状態または超臨界状態である。圧力制御ライン（PL）には、圧力制御ライン（PL）の開閉や開度量を調節する圧力制御バルブ（91）が設けられる。

【0082】

上述した圧力制御バルブ（91）と第3膨張手段（73）とは、図示省略の制御部によって制御される。以下、図1を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置で多段圧縮機（20）の後段の圧力の制御方法を説明する。

10

【0083】

再液化ラインに沿って第1中間冷却器（41）で冷却されて排出される第2流れ（a2）は、貯蔵タンク（10）に戻される前に収容器（90）に収容される。第2流れ（a2）は、流体の沸点など物性に応じて異なるが、過冷却気体または液体状態、気液混合状態または超臨界状態である。収容器（90）に収容されると収容器（90）内で第2流れ（a2）からフラッシュガス（flash gas）が発生し、第2流れ（a2）の気体成分とフラッシュガスは収容器（90）の内圧を上昇させる要因になる。

【0084】

本実施例において、収容器（90）は圧力容器（vessel）であり、収容器（90）の内圧が設定圧力以上に上昇すると、収容器（90）の内部の流体、上述した気体成分とフラッシュガスを外部に排出させるように設けられ、圧力制御ライン（PL）に沿って排出されて貯蔵タンク（10）に戻される。圧力制御ライン（PL）は、図1に示すように収容器（90）の上部に接続される。

20

【0085】

即ち、本実施例において、制御部は収容器（90）の内圧を測定して、設定値以上である場合、圧力制御ライン（PL）の圧力制御バルブ（91）を開放し、圧力制御ライン（PL）に沿って流体を排出させることにより、多段圧縮機（20）の後段から収容器（90）の前段の圧力を制御することができ、圧力制御ライン（PL）に沿って流れる流体は、第1中間冷却器（41）を通過して過冷却された流体であるため、貯蔵タンク（10）に供給されると貯蔵タンク（10）の内部の温度を低下させる。

30

【0086】

例えば、図示省略の制御部は、収容器（90）の内圧が設定値以上である場合、圧力制御バルブ（91）を開放する。収容器（90）の内圧設定値が80baraである場合、収容器（90）の内圧が80bara未満であれば、圧力制御バルブ（91）を閉鎖し、収容器（90）内圧が80bara以上になれば、圧力制御バルブ（91）を開放して気体を排出させる。圧力制御バルブ（91）が閉鎖されていれば、多段圧縮機（20）の後段から収容器（90）までの再液化ラインも80bara付近の圧力を維持することになり、収容器（90）の内圧が80baraを超えると、その分、収容器（90）の前段、即ち多段圧縮機（20）から収容器（90）までの圧力も設定範囲を維持できなくなるため、圧力制御バルブ（91）を開放して、多段圧縮機（20）の後段から収容器（90）までの再液化ラインの圧力を設定範囲に維持する。

40

【0087】

この場合、本実施例において、圧縮機の後段の圧力設定値は40～100baraであり、より好ましくは80baraである。即ち、収容器（90）の内圧設定値は40～100baraであり、より好ましくは80baraである。

【0088】

本実施例において、収容器（90）に供給される第2流れ（a2）は、少なくとも一部が液化状態で収容器（90）に供給されるか、全量が液体状態で供給され、または収容器（90）から排出される前にフラッシュガスで一部が気化する場合もある。

【0089】

50

したがって、収容器(90)の内圧を設定値に維持するためには、収容器(90)のレベルも制御する必要があるが、本実施例では、上述したレベル制御ライン(LL)を利用して収容器(90)のレベルを制御するとともに、再液化装置の液化流量を調節することができる。

【0090】

例えば、図示省略の制御部は、収容器(90)のレベルを測定し、レベル測定値が設定値以上であれば、第3膨張手段(73)を開放して、収容器(90)から液体がレベル制御ライン(LL)に沿って排出され、排出された液体は第2中間冷却器(42)で過冷却され、第3膨張手段(73)で膨張によって圧力と温度が低下した状態で貯蔵タンク(10)に供給される。

10

【0091】

制御部は、第3膨張手段(73)の開度を制御して、本実施例の再液化装置でレベル制御ライン(LL)に沿って貯蔵タンク(10)に供給される再液化蒸発ガスの全流量を制御することもできる。即ち、本実施例では、第3膨張手段(73)は収容器(90)のレベル制御手段として利用することができる。

【0092】

このように、本発明では、第1中間冷却器(41)を通過して過冷却された流体を収容器(90)に供給し、収容器(90)の圧力や収容器(90)のレベルまたは収容器(90)の圧力とレベルとを制御しつつ、収容器(90)から気体状態のフラッシュガスを貯蔵タンク(10)に回収する流量と、収容器(90)から液体状態の過冷却流体を第2中間冷却器(42)で追加冷却させて冷却された流体の膨張程度とを調節することにより、再液化装置の液化効率を向上させることができる。

20

【0093】

本発明は、熱交換器(30)により、第3膨張手段(73)に供給される蒸発ガスの過冷却度を高めて、冷凍効果を向上させることができる。

【0094】

また、熱交換器(30)によって圧縮蒸発ガスがさらに冷却された後、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)に供給されるため、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを冷却するために必要な冷媒量が少なくなる。したがって、第1及び第2中間冷却器(41, 42)に供給する冷媒、即ち膨張させる蒸発ガスの流量が少なくなるため、再液化ラインから分岐させて膨張させた後で多段圧縮機(20)に供給される膨張蒸発ガスの流量が減って、多段圧縮機(20)の圧縮仕事が減少し、中間冷却器(41, 42)での液化量が増加し、冷凍効果を向上させることができる。

30

【0095】

本発明のように、別の冷媒サイクルを追加設置せず、中間冷却器(41, 42)を加え、熱交換器(30)と収容器(90)とで再液化装置を構成し、収容器(90)によって多段圧縮機(20)の後段の圧力を約40~100baraで制御する場合、多段圧縮機(20)で必要な動力は約499.7kWである。一方、再液化装置の冷却熱量(cooling capacity)は約241.3kWであり、冷却効率、即ち、COPは約0.48となる。

【0096】

40

これに比べて、同じ液化ガスから発生する同一流量及び物性条件を有する蒸発ガスを液化させると仮定したとき、本発明の熱交換器(30)を備えず、従来のように別の冷媒サイクルを追加設置して構成した場合、多段圧縮機(20)で必要とされる動力は約575.2kWである。一方、再液化装置の冷却熱量は約240.3kWであり、冷却効率、即ちCOPは約0.42に過ぎない。即ち、本発明は、従来技術に比べて、より少ない動力で、より多くの量の蒸発ガスを再液化させて、貯蔵タンクに回収することができる。

【0097】

また、収容器(90)によって、多段圧縮機(20)の後段の圧力を最適のCOPを示す圧力に維持し、再液化装置で液化された全液化流量を制御することにより、最適のCOPを維持して最大の再液化効率を維持することができる。

50

【0098】

また、本発明の熱交換器(30)によって、追加の冷媒サイクルを必要とせず、液化ガスがプロパンである場合には、プロパンから発生した蒸発ガスは、多段圧縮機(20)を通過した蒸発ガスの大部分が液化される。液化ガスがエタンである場合には、エタンから発生した蒸発ガスが、多段圧縮機(20)と熱交換器(30)とを通過して蒸発ガスの大部分が液化される。また、本実施例のように、中間冷却器が第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を備えて2つ以上設けられる場合、蒸発ガスが多段圧縮機(20)、熱交換器(30)、中間冷却器(41, 42)及び収容器(90)を通過して貯蔵タンク(10)に戻される再液化過程中に発生するフラッシュガスの発生量を減らすことができる。

10

【0099】

図3は、本発明の第2実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図である。

【0100】

図3に示す第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、図1に示す第1実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、収容器、圧力制御ライン及びレベル制御ラインがないという点で相違し、以下では相違点を中心に説明する。前述した第1実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置と同じ部材については、詳細な説明は省略する。

【0101】

図3を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって多段階で圧縮された蒸発ガスと貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスとを熱交換させる熱交換器(30)、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後で熱交換器(30)を通過した蒸発ガスを膨張させる第1膨張手段(71)、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後で熱交換器(30)を通過した蒸発ガスを冷却する第1中間冷却器(41)、第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガスを膨張させる第2膨張手段(72)、第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガスを冷却する第2中間冷却器(42)、第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガスを膨張させる第3膨張手段(73)及び第3膨張手段(73)を経て一部再液化された蒸発ガスと気体状態で残っている蒸発ガスとを分離する気液分離器(60)を備える。

20

【0102】

本実施例の貯蔵タンク(10)は、エタン、エチレンなどの液化ガスを貯蔵し、外部からの伝達熱により液化ガスが気化して生成される蒸発ガスによって、貯蔵タンク内の圧力が所定圧力以上になると蒸発ガスを外部に排出する。本実施例では、貯蔵タンク(10)から液化ガスが排出される場合を例に説明するが、エンジンに燃料として供給するために液化ガスを貯蔵する燃料タンクから液化ガスが排出される場合も適用できる。

30

【0103】

本実施例の複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)は、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する。本実施例では、4つの圧縮部を備え、4段階の圧縮過程を経る場合を例に説明するが、圧縮部の数はこれに限定されない。

40

【0104】

本実施例のように圧縮機が4つの圧縮部を備える4段圧縮機の場合、圧縮機(20)は直列に設置されて蒸発ガスを順番に圧縮する第1圧縮部(20a)、第2圧縮部(20b)、第3圧縮部(20c)、及び第4圧縮部(20d)を備える。第1圧縮部(20a)の下流の蒸発ガスの圧力は2~5bar、例えば3.5barであり、第2圧縮部(20b)の下流の蒸発ガスの圧力は10~15bar、例えば12barである。また、第3圧縮部(20c)の下流の蒸発ガスの圧力は25~35bar、例えば30.5barであり、第4圧縮部(20d)の下流の蒸発ガスの圧力は75~90bar、例えば83.5barである。

50

【0105】

複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) の後段には、圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) を通過して圧力と共に温度が上昇した蒸発ガスを冷却する複数の冷却器 (21a, 21b, 21c, 21d) がそれぞれ設置される。

【0106】

本実施例の熱交換器 (30) は、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) によって圧縮された蒸発ガス (以下、「aの流れ」という。) を、貯蔵タンク (10) から排出された蒸発ガスとの熱交換により冷却する。即ち、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) によって圧縮されて圧力が上昇した蒸発ガスは、貯蔵タンク (10) から排出された蒸発ガスを冷媒として使用して、熱交換器 (30) で冷却される。

10

【0107】

本実施例の第1膨張手段 (71) は、熱交換器 (30) から第1中間冷却器 (41) まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) によって圧縮された後に熱交換器 (30) を通過した蒸発ガスの一部 (以下、「a1流れ」という。) を膨張させる。第1膨張手段 (71) は、膨張バルブまたは膨張機である。

【0108】

複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) によって圧縮された後に熱交換器 (30) を通過した蒸発ガスの一部 (a1流れ) は、第1膨張手段 (71) によって膨張されて圧力と温度が低下する。第1膨張手段 (71) を通過した蒸発ガスは第1中間冷却器 (41) に供給され、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) によって圧縮された後に熱交換器 (30) を通過した蒸発ガスの他の一部 (以下、「a2流れ」という。) を冷却する冷媒として使用される。

20

【0109】

本実施例の第1中間冷却器 (41) は、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) によって圧縮された後に熱交換器 (30) を通過した蒸発ガスの一部 (a2流れ) と、第1膨張手段 (71) によって膨張された蒸発ガス (a1流れ) とを熱交換させ、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) 及び熱交換器 (30) を通過した蒸発ガス (a2流れ) を冷却する。

【0110】

30

複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) 及び熱交換器 (30) を通過した後に第1中間冷却器 (41) によって冷却された蒸発ガス (a2流れ) は第2膨張手段 (72) と第2中間冷却器 (42) に送られ、第1膨張手段 (71) を通過して第1中間冷却器 (41) に送られた蒸発ガス (a1流れ) は、複数の圧縮部 (20a, 20b, 20c, 20d) のいずれかの圧縮部 (20b) の後段に送られる。

【0111】

本実施例の第2膨張手段 (72) は、第1中間冷却器 (41) から第2中間冷却器 (42) まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、熱交換器 (30) 及び第1中間冷却器 (41) を通過して冷却された蒸発ガスの一部 (a21流れ) を膨張させる。第2膨張手段 (72) は、膨張バルブまたは膨張機である。

40

【0112】

熱交換器 (30) 及び第1中間冷却器 (41) を通過して、冷却された蒸発ガス (a2流れ) の一部 (a21流れ) は、第2膨張手段 (72) によって膨張されて圧力と温度が低下する。第2膨張手段 (72) を通過した蒸発ガス (a21流れ) は、第2中間冷却器 (42) に供給され、熱交換器 (30) 及び第1中間冷却器 (41) を通過して冷却された他の一部の蒸発ガス (a22流れ) を冷却する冷媒として使用される。

【0113】

本実施例の第2中間冷却器 (42) は、熱交換器 (30) 及び第1中間冷却器 (41) を通過して冷却された蒸発ガスと、第2膨張手段 (72) によって膨張された蒸発ガス (a21流れ) とを熱交換させ、熱交換器 (30) 及び第1中間冷却器 (41) を通過して

50

冷却された蒸発ガス (a 2 2 流れ) を更に冷却する。

【 0 1 1 4 】

熱交換器 (3 0) 、第 1 中間冷却器 (4 1) 及び第 2 中間冷却器 (4 2) によって冷却された蒸発ガスは、第 3 膨張手段 (7 3) を通って気液分離器 (6 0) に送られ、第 2 膨張手段 (7 2) を通って第 2 中間冷却器 (4 2) に送られた蒸発ガスは、複数の圧縮部 (2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d) のいずれかの圧縮部 (2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d) の後段に送られる。

【 0 1 1 5 】

第 1 中間冷却器 (4 1) は、貯蔵タンク (1 0) から排出された蒸発ガスによって熱交換器 (3 0) で一次冷却された蒸発ガスを冷却すれば良いが、第 2 中間冷却器 (4 2) は、熱交換器 (3 0) で一次冷却された後に第 1 中間冷却器 (4 1) で二次冷却された蒸発ガスを冷却する必要があるため、第 2 中間冷却器 (4 2) に冷媒として供給される蒸発ガス (a 2 1 流れ) は、第 1 中間冷却器 (4 1) に冷媒として供給される蒸発ガス (a 1 流れ) より低温である必要がある。即ち、第 1 膨張手段 (7 1) を通過した蒸発ガスより第 2 膨張手段 (7 2) を通過した蒸発ガスは更に膨張された状態となり、第 1 膨張手段 (7 1) を通過した蒸発ガスよりも第 2 膨張手段 (7 2) を通過した蒸発ガスの圧力は更に低くなる。したがって、第 1 中間冷却器 (4 1) から排出される蒸発ガスは、第 2 中間冷却器 (4 2) から排出される蒸発ガスが合流する圧縮部より、更に下流側に位置する圧縮部の後段に送られる。第 1 及び第 2 中間冷却器 (4 1 , 4 2) から排出される蒸発ガスは、複数の圧縮部 (2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d) によって多段階の圧縮過程を経る蒸発ガスのうち近似する圧力の蒸発ガスとそれぞれ統合されて圧縮過程を経る。

【 0 1 1 6 】

一方、第 1 膨張手段 (7 1) 及び第 2 膨張手段 (7 2) によって膨張された蒸発ガスは、それぞれ第 1 中間冷却器 (4 1) 及び第 2 中間冷却器 (4 2) で蒸発ガスを冷却するための冷媒として使用されるため、第 1 中間冷却器 (4 1) 及び第 2 中間冷却器 (4 2) で蒸発ガスを冷却させる程度に応じて、第 1 膨張手段 (7 1) 及び第 2 膨張手段 (7 2) に送られる蒸発ガスの量を調節することができる。即ち、複数の圧縮部 (2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d) によって圧縮された後に熱交換器 (3 0) を通過した蒸発ガスは、第 1 膨張手段 (7 1) と第 1 中間冷却器 (4 1) とに分けて送られるが、第 1 中間冷却器 (4 1) で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第 1 膨張手段 (7 1) に送る蒸発ガスの割合を高め、第 1 中間冷却器 (4 1) で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第 1 膨張手段 (7 1) に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【 0 1 1 7 】

第 1 中間冷却器 (4 1) から第 2 中間冷却器 (4 2) に送られる蒸発ガスも、熱交換器 (3 0) から第 1 中間冷却器 (4 1) に送られる蒸発ガスと同様に、第 2 中間冷却器 (4 2) で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第 2 膨張手段 (7 2) に送る蒸発ガスの割合を高め、第 2 中間冷却器 (4 2) で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第 1 膨張手段 (7 1) に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【 0 1 1 8 】

本実施例では、2つの中間冷却器 (4 1 , 4 2) と各中間冷却器 (4 1 , 4 2) の前段に設置される2つの膨張手段 (7 1 , 7 2) とを備える場合を例に説明するが、必要に応じて中間冷却器と中間冷却器の前段に設置される膨張手段の数は、変更することができる。また、本実施例の中間冷却器 (4 1 , 4 2) としては、図 1 に示す船舶用の中間冷却器や一般的な熱交換器を使用することができる。

【 0 1 1 9 】

本実施例の第 3 膨張手段 (7 3) は、第 1 中間冷却器 (4 1) 及び第 2 中間冷却器 (4 2) を通過した蒸発ガスを常圧付近まで膨張させる。

【 0 1 2 0 】

本実施例の気液分離器 (6 0) は、第 3 膨張手段 (7 3) を通過して一部再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残っている蒸発ガスとを分離する。気液分離器 (6 0)

10

20

30

40

50

) によって分離された気体状態の蒸発ガスは、熱交換器(30)の前段に送られ貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスと共に再び再液化過程を経ることになり、気液分離器(60)によって分離された再液化された蒸発ガスは、貯蔵タンク(10)に戻される。本実施例の蒸発ガスが燃料タンクから排出される場合には、再液化された蒸発ガスは燃料タンクに送られる。

【0121】

図3を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0122】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、熱交換器(30)を通過した後、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮される。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された蒸発ガスの圧力は約40bar~100barであり、好ましくは約80barである。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された蒸発ガスは、気体と液体との区別がない第3状態である超臨界流体状態になる。

10

【0123】

複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を通過した蒸発ガスは、熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過して第3膨張手段(73)を通過するまでは、圧力がほぼ同程度に維持されるため、超臨界流体状態を維持する。ただし、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を通過した蒸発ガスは、熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過する度に温度が低下し、工程の運用方法に応じて、熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過する度に圧力が低下する場合があるため、熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過して第3膨張手段(73)を通過するまでに、気液混合状態や液体状態となる場合がある。

20

【0124】

複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を通過した蒸発ガスは、再び熱交換器(30)に送られ、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスと熱交換される。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの温度は-10~35である。

30

【0125】

複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガス(a流れ)は、一部(a1流れ)が第1膨張手段(71)に送られ、他の一部(a2流れ)は第1中間冷却器(41)に送られる。第1膨張手段(71)に送られた蒸発ガス(a1流れ)は、膨張によって圧力と温度が低下した後で第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後で第1中間冷却器(41)に送られた蒸発ガスは、第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスとの熱交換によって冷却される。

【0126】

熱交換器(30)を通過した後に一部を分岐させて第1膨張手段(71)に送られる蒸発ガス(a1流れ)は、第1膨張手段(71)によって膨張されて気液混合状態になる。第1膨張手段(71)によって膨張されて気液混合状態になった蒸発ガスは、第1中間冷却器(41)で熱交換された後で気体状態になる。

40

【0127】

第1中間冷却器(41)で第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガス(a2流れ)は、一部(a21流れ)が第2膨張手段(72)に送られ、他の一部(a22流れ)は第2中間冷却器(42)に送られる。第2膨張手段(72)に送られた蒸発ガス(a21流れ)は、膨張によって圧力と温度が低下した後で第2中間冷却器(42)に送られた蒸発ガスは、第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガスとの熱交換によって冷却される。

50

【0128】

第1中間冷却器(41)を通過した後に一部を分岐させて、第2膨張手段(72)に送られる蒸発ガス(a21流れ)は、熱交換器(30)を通過した後に一部が分岐して第1膨張手段(71)に送られた蒸発ガス(a1流れ)と同様に、第2膨張手段(72)によって膨張されて気液混合状態になる。第2膨張手段(72)によって膨張されて気液混合状態になった蒸発ガスは、第2中間冷却器(42)で熱交換された後に気体状態になる。

【0129】

第2中間冷却器(42)で第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガス(a22流れ)は、第3膨張手段(73)によって常圧付近まで膨張させると共に温度が低下して、一部が再液化される。第3膨張手段(73)を通過した蒸発ガスは気液分離器(60)に送られ、再液化された蒸発ガスと気体状態の蒸発ガスとに分離され、再液化された蒸発ガスは貯蔵タンク(10)に送られ、気体状態の蒸発ガスは熱交換器(30)の前段に送られる。

10

【0130】

本実施例における船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第1膨張手段(71)によって膨張された蒸発ガス(a1流れ)及び第2膨張手段(72)によって膨張された蒸発ガス(a21流れ)を冷媒として利用し、自己熱交換方式で蒸発ガスを冷却するため、別の冷熱供給サイクルがなくても蒸発ガスを再液化することができるという利点がある。

【0131】

また、別の冷熱供給サイクルが追加される従来の再液化装置は、1kWの熱を回収するために約2.4kWの電力が消費されるのに対し、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、1kWの熱を回収するために約1.7kWの電力が消費され、再液化装置の駆動に消費されるエネルギーを低減できることが分かる。

20

【0132】

図4は、本発明の第3実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図である。

【0133】

図4に示す第3実施例における船舶用の蒸発ガス再液化装置は、図3に示す第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、気液分離器によって分離されて再液化された蒸発ガスが、気体状態の蒸発ガスと共に貯蔵タンクに送られるという点で相違し、以下では相違点を中心に説明する。前述した第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置と同じ部材については、詳細な説明は省略する。

30

【0134】

図4を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第3実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)、熱交換器(30)、第1膨張手段(71)、第1中間冷却器(41)、第2膨張手段(72)、第2中間冷却器(42)、第3膨張手段(73)及び気液分離器(60)を備える。

【0135】

本実施例の貯蔵タンク(10)は、第2実施例と同様に、エタン、エチレンなどの液化ガスを貯蔵し、外部からの伝達熱により液化ガスが気化して生成された蒸発ガスによって、貯蔵タンク内の圧力が所定圧力以上になると蒸発ガスを外部に排出する。

40

【0136】

本実施例の複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)は、第2実施例と同様に、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)の後段には、複数の冷却器(21a, 21b, 21c, 21d)がそれぞれ設置される。

【0137】

本実施例の熱交換器(30)は、第2実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された蒸発ガスを、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスとの熱交換により冷却する。

50

【0138】

本実施例の第1膨張手段(71)は、第2実施例と同様に、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後に熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0139】

本実施例の第1中間冷却器(41)は、第2実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後に熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの一部と、第1膨張手段(71)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスを冷却する。

10

【0140】

本実施例の第2膨張手段(72)は、第2実施例と同様に、第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0141】

本実施例の第2中間冷却器(42)は、第2実施例と同様に、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスと、第2膨張手段(72)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスを更に冷却する。

20

【0142】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第2実施例と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスが合流する圧縮部より、更に下流側に位置する圧縮部の後段に送られる。

【0143】

また、第2実施例と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を高め、第1中間冷却器(41)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

30

【0144】

第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)に送られる蒸発ガスも、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)に送られる蒸発ガスと同様に、第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を高め、第2中間冷却器(42)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【0145】

本実施例の第3膨張手段(73)は、第2実施例と同様に、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガスを常圧付近まで膨張させる。

【0146】

40

本実施例の気液分離器(60)は、第2実施例と同様に、第3膨張手段(73)を通過して一部再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残っている蒸発ガスとを分離する。

【0147】

ただし、本実施例の気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスは、第2実施例とは異なり、再液化された蒸発ガスと共に貯蔵タンク(10)に送られる。貯蔵タンク(10)に送られた気体状態の蒸発ガスは、貯蔵タンク(10)の内部の蒸発ガスと共に熱交換器(30)に送られて、再液化過程を経る。

【0148】

図4を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置による蒸発ガスの流れを説明

50

する。

【0149】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第2実施例と同様に、熱交換器(30)を通過した後、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮される。

【0150】

複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を通過した蒸発ガスは、第2実施例と同様に、再び熱交換器(30)に送られ、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスと熱交換される。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスは、一部が第1膨張手段(71)に送られ、他の一部は第1中間冷却器(41)に送られる。第1膨張手段(71)に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後で第1中間冷却器(41)に送られた蒸発ガスは、第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスと熱交換されて冷却される。10

【0151】

第1中間冷却器(41)から第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例と同様に、一部が第2膨張手段(72)に送られ、他の一部は第2中間冷却器(42)に送られる。第2膨張手段(72)に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)を通過した後で第2中間冷却器(42)に送られた蒸発ガスは、第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガスと熱交換されて冷却される。20

【0152】

第2中間冷却器(42)で第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例と同様に、第3膨張手段(73)によって常圧付近まで膨張させると共に温度が低下して、一部が再液化される。第3膨張手段(73)を通過した蒸発ガスは気液分離器(60)に送られ、再液化された蒸発ガスと気体状態の蒸発ガスとに分離される。

【0153】

ただし、第2実施例とは異なり、本実施例の気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガス及び液体状態の蒸発ガスは、すべて貯蔵タンク(10)に送られる。30

【0154】

図5は、本発明の第4実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図である。。

【0155】

図5に示す第4実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、図3に示す第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンクに送られるという点で相違し、図4に示す第3実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、気体状態の蒸発ガスが再液化された蒸発ガスと分離されて別々に貯蔵タンクに送られるという点で相違する。以下では、相違点を中心に説明する。前述した第2実施例及び第3実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置と同じ部材については、詳細な説明は省略する。40

【0156】

図5を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第2実施例及び第3実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)、熱交換器(30)、第1膨張手段(71)、第1中間冷却器(41)、第2膨張手段(72)、第2中間冷却器(42)、第3膨張手段(73)と気液分離器(60)を備える。

【0157】

本実施例の貯蔵タンク(10)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、エタン、エチレンなどの液化ガスを貯蔵し、外部からの伝達熱により液化ガスが気化して生成される蒸発ガスによって、貯蔵タンク内の圧力が所定圧力以上になると蒸発ガスを外部に排出する。50

【0158】

本実施例の複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)の後段には、複数の冷却器(21a, 21b, 21c, 21d)がそれぞれ設置される。

【0159】

本実施例の熱交換器(30)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された蒸発ガスを、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスとの熱交換により冷却する。

【0160】

本実施例の第1膨張手段(71)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後に熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0161】

本実施例の第1中間冷却器(41)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後に熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの一部と、第1膨張手段(71)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスを冷却する。

【0162】

本実施例の第2膨張手段(72)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0163】

本実施例の第2中間冷却器(42)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスと、第2膨張手段(72)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスを更に冷却する。

【0164】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第2実施例及び第3実施例と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスが合流する圧縮部より、更に下流側に位置する圧縮部の後段に送られる。

【0165】

また、第2実施例及び第3実施例と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を高め、第1中間冷却器(41)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【0166】

第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)に送られる蒸発ガスも、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)に送られる蒸発ガスと同様に、第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を高め、第2中間冷却器(42)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【0167】

本実施例の第3膨張手段(73)は、第2実施例及び第3実施例と同様に、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガスを常圧付近まで膨張させる。

【0168】

10

20

30

40

50

本実施例の気液分離器（60）は、第2実施例及び第3実施例と同様に、第3膨張手段（73）を通過して一部再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残っている蒸発ガスとを分離する。

【0169】

ただし、本実施例の気液分離器（60）によって分離された気体状態の蒸発ガスは、第2実施例とは異なり、貯蔵タンク（10）に送られ、第3実施例とは異なり、気体状態の蒸発ガスが再液化された蒸発ガスと共に貯蔵タンク（10）に送られるのではなく、再液化された蒸発ガスと分離されて別々に貯蔵タンク（10）に送られる。

【0170】

図5を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。 10

【0171】

貯蔵タンク（10）から排出された蒸発ガスは、第2実施例及び第3実施例と同様に、熱交換器（30）を通過した後、複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）によって圧縮される。

【0172】

複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）を通過した蒸発ガスは、第2実施例及び第3実施例と同様に、再び熱交換器（30）に送られて、貯蔵タンク（10）から排出された蒸発ガスと熱交換される。複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）及び熱交換器（30）を通過した蒸発ガスは、一部が第1膨張手段（71）に送られ、他の一部は第1中間冷却器（41）に送られる。第1膨張手段（71）に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第1中間冷却器（41）に送られ、熱交換器（30）を通過した後で第1中間冷却器（41）に送られた蒸発ガスは、第1膨張手段（71）を通過した蒸発ガスと熱交換されて冷却される。 20

【0173】

第1中間冷却器（41）で第1膨張手段（71）を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例及び第3実施例と同様に、一部が第2膨張手段（72）に送られ、他の一部は第2中間冷却器（42）に送られる。第2膨張手段（72）に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第2中間冷却器（42）に送られ、第1中間冷却器（41）を通過した後で第2中間冷却器（42）に送られた蒸発ガスは、第2膨張手段（72）を通過した蒸発ガスと熱交換されて冷却される。 30

【0174】

第2中間冷却器（42）で第2膨張手段（72）を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例及び第3実施例と同様に、第3膨張手段（73）によって常圧付近まで膨張させると共に温度が低下して、一部が再液化される。第3膨張手段（73）を通過した蒸発ガスは気液分離器（60）に送られ、再液化された蒸発ガスと気体状態の蒸発ガスとに分離される。

【0175】

ただし、第2実施例とは異なり、本実施例の気液分離器（60）によって分離された気体状態の蒸発ガス及び液体状態の蒸発ガスは、すべて貯蔵タンク（10）に送られ、第3実施例とは異なり、本実施例の気液分離器（60）によって分離された気体状態の蒸発ガスは、液体状態の蒸発ガスと分離されて別々に貯蔵タンク（10）に送られる。 40

【0176】

図6は、本発明の第5実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図である。

【0177】

図6に示す第5実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、図3に示す第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンクに送られるという点で相違し、図5に示す第4実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンクの下部に送られるという点で相違する。以下では、相違点を中 50

心に説明する。前述した第2実施例及び第4実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置と同じ部材については、詳細な説明は省略する。

【0178】

図6を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第2実施例及び第4実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)、熱交換器(30)、第1膨張手段(71)、第1中間冷却器(41)、第2膨張手段(72)、第2中間冷却器(42)、第3膨張手段(73)及び気液分離器(60)を備える。

【0179】

本実施例の貯蔵タンク(10)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、エタン、エチレンなどの液化ガスを貯蔵し、外部からの伝達熱により液化ガスが気化して生成される蒸発ガスによって、貯蔵タンク内の圧力が所定圧力以上になると蒸発ガスを外部に排出する。

10

【0180】

本実施例の複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)の後段には、複数の冷却器(21a, 21b, 21c, 21d)がそれぞれ設置される。

【0181】

本実施例の熱交換器(30)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された蒸発ガスを、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスとの熱交換により冷却する。

20

【0182】

本実施例の第1膨張手段(71)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後に熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0183】

本実施例の第1中間冷却器(41)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮された後に熱交換器(30)を通過した蒸発ガスの一部と、第1膨張手段(71)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスを冷却する。

30

【0184】

本実施例の第2膨張手段(72)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0185】

本実施例の第2中間冷却器(42)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスと、第2膨張手段(72)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスを更に冷却する。

40

【0186】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第2実施例及び第4実施例と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスが合流する圧縮部より、更に下流側に位置する圧縮部の後段に送られる。

【0187】

また、第2実施例及び第4実施例と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低温まで冷却するためには第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を高め、第1中間冷却器(41)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発

50

ガスの割合を下げる。

【0188】

第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)に送られる蒸発ガスも、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)に送られる蒸発ガスと同様に、第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を高め、第2中間冷却器(42)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【0189】

本実施例の第3膨張手段(73)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガスを常圧付近まで膨張させる。
10

【0190】

本実施例の気液分離器(60)は、第2実施例及び第4実施例と同様に、第3膨張手段(73)を通過して一部再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残っている蒸発ガスとを分離する。

【0191】

ただし、第2実施例とは異なり、本実施例の気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスと液体状態の蒸発ガスは、すべて貯蔵タンク(10)に送られ、第4実施例とは異なり、本実施例の気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスは、貯蔵タンク(10)の上部に送られるのではなく、液化天然ガスが満たされている空間である貯蔵タンク(10)の下部に送られる。
20

【0192】

気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスを、貯蔵タンク(10)の下部に送ることで、液化天然ガスの冷熱によって気体状態の蒸発ガスが冷却されて、蒸発ガスの一部が液化するため、再液化効率が向上する。また、貯蔵タンク(10)の内部の液化天然ガスは、水位が低い部分の温度は水位が高い部分の温度よりもより低いため、気体状態の蒸発ガスを貯蔵タンク(10)の下部に送る場合、貯蔵タンク(10)の最下部に送ることが好ましい。

【0193】

図6を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。
30

【0194】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第2実施例及び第4実施例と同様に、熱交換器(30)を通過した後、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮される。

【0195】

複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を通過した蒸発ガスは、第2実施例及び第4実施例と同様に、再び熱交換器(30)に送られ、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスと熱交換される。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスは、一部が第1膨張手段(71)に送られ、他の一部は第1中間冷却器(41)に送られる。第1膨張手段(71)に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後で第1中間冷却器(41)に送られた蒸発ガスは、第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスと熱交換されて冷却される。
40

【0196】

第1中間冷却器(41)で第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例及び第4実施例と同様に、一部が第2膨張手段(72)に送られ、他の一部は第2中間冷却器(42)に送られる。第2膨張手段(72)に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)を通過した後で第2中間冷却器(42)に送られた蒸発ガスは、第2膨
50

張手段（72）を通過した蒸発ガスと熱交換されて冷却される。

【0197】

第2中間冷却器（42）で第2膨張手段（72）を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例及び第4実施例と同様に、第3膨張手段（73）によって常圧付近まで膨張せると共に温度が低下して、一部が再液化される。第3膨張手段（73）を通過した蒸発ガスは気液分離器（60）に送られ、再液化された蒸発ガスと気体状態の蒸発ガスとに分離される。

【0198】

ただし、第2実施例とは異なり、本実施例の気液分離器（60）によって分離された気体状態の蒸発ガスと液体状態の蒸発ガスはすべて貯蔵タンク（10）に送られ、第4実施例と異なり、本実施例の気液分離器（60）によって分離された気体状態の蒸発ガスは貯蔵タンク（10）の上部に送られるのではなく、液化天然ガスが満たされた空間である貯蔵タンク（10）の下部に送られる。

【0199】

図7は、本発明の第6実施形態に係る船舶用の蒸発ガス再液化装置の概略構成図である。

【0200】

図7に示す第6実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、図3に示す第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置に比べて、気液分離器を備えない点で相違し、以下では、相違点を中心に説明する。前述した第2実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置と同じ部材については、詳細な説明は省略する。

【0201】

図7を参照して、本実施例における船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第2実施例と同様に、複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）、熱交換器（30）、第1膨張手段（71）、第1中間冷却器（41）、第2膨張手段（72）、第2中間冷却器（42）及び第3膨張手段（73）を備える。ただし、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、第2実施例とは異なり、気液分離器（60）を備えない。

【0202】

本実施例の貯蔵タンク（10）は、第2実施例と同様に、エタン、エチレンなどの液化ガスを貯蔵し、外部からの伝達熱により液化ガスが気化して生成される蒸発ガスによって、貯蔵タンク内の圧力が所定圧力以上になると蒸発ガスを外部に排出する。

【0203】

本実施例の複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）は、第2実施例と同様に、貯蔵タンク（10）から排出された蒸発ガスを多段階で圧縮する。複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）の後段には、複数の冷却器（21a, 21b, 21c, 21d）がそれぞれ設置される。

【0204】

本実施例の熱交換器（30）は、第2実施例と同様に、複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）によって圧縮された蒸発ガスを、貯蔵タンク（10）から排出された蒸発ガスとの熱交換により冷却する。

【0205】

本実施例の第1膨張手段（71）は、第2実施例と同様に、熱交換器（30）から第1中間冷却器（41）まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）によって圧縮された後に熱交換器（30）を通過した蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0206】

本実施例の第1中間冷却器（41）は、第2実施例と同様に、複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）によって圧縮された後に熱交換器（30）を通過した蒸発ガスの一部を、第1膨張手段（71）によって膨張された蒸発ガスを熱交換させ、複数の圧縮部（20a, 20b, 20c, 20d）及び熱交換器（30）を通過した蒸発ガスを冷却

10

20

30

40

50

する。

【0207】

本実施例の第2膨張手段(72)は、第2実施例と同様に、第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)まで蒸発ガスが供給されるラインから分岐したライン上に設置され、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスの一部を膨張させる。

【0208】

本実施例の第2中間冷却器(42)は、第2実施例と同様に、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスと、第2膨張手段(72)によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、熱交換器(30)及び第1中間冷却器(41)を通過して冷却された蒸発ガスを更に冷却する。

10

【0209】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第2実施例と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスが合流する圧縮部より、更に下流側に位置する圧縮部の後段に送られる。

【0210】

また、第2実施例と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を高め、第1中間冷却器(41)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

20

【0211】

第1中間冷却器(41)から第2中間冷却器(42)に送られる蒸発ガスも、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)に送られる蒸発ガスと同様に、第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを更に低温まで冷却する場合には、第2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を高め、第2中間冷却器(42)で少量の蒸発ガスを冷却する場合には、第1膨張手段(71)に送る蒸発ガスの割合を下げる。

【0212】

本実施例の第3膨張手段(73)は、第2実施例と同様に、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガスを常圧付近まで膨張させる。

【0213】

30

ただし、本実施例における本実施形態の船舶用の蒸発ガス再液化装置は、気液分離器(60)を備えないため、第3膨張手段(73)を通過して一部再液化された蒸発ガスと気体状態で残っている蒸発ガスとは、混合状態で一緒に貯蔵タンク(10)に送られる。

【0214】

上述した第2実施例ないし第6実施例のように、気体状態の蒸発ガスが熱交換器(30)前段に送られず、貯蔵タンク(10)に送られる場合、貯蔵タンク(10)が加圧タンクであれば、別のポンプを動作させなくても貯蔵タンク(10)の内部の圧力によって、蒸発ガスを貯蔵タンク(10)から円滑に排出させることができるという利点がある。

【0215】

図7を参照して、本実施例の船舶用の蒸発ガス再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

40

【0216】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第2実施例と同様に、熱交換器(30)を通過した後、複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)によって圧縮される。

【0217】

複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)を通過した蒸発ガスは、第2実施例と同様に、再び熱交換器(30)に送られ、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスと熱交換される。複数の圧縮部(20a, 20b, 20c, 20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスは、一部が第1膨張手段(71)に送られ、他の一部は第1中間冷

50

却器 (41) に送られる。第1膨張手段 (71) に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第1中間冷却器 (41) に送られ、熱交換器 (30) を通過した後で第1中間冷却器 (41) に送られた蒸発ガスは、第1膨張手段 (71) を通過した蒸発ガスとの熱交換により冷却される。

【0218】

第1中間冷却器 (41) で第1膨張手段 (71) を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例と同様に、一部が第2膨張手段 (72) に送られ、他の一部は第2中間冷却器 (42) に送られる。第2膨張手段 (72) に送られた蒸発ガスは、膨張によって圧力と温度が低下した後で第2中間冷却器 (42) に送られ、第1中間冷却器 (41) を通過した後で第2中間冷却器 (42) に送られた蒸発ガスは、第2膨張手段 (72) を通過した蒸発ガスとの熱交換により冷却される。

10

【0219】

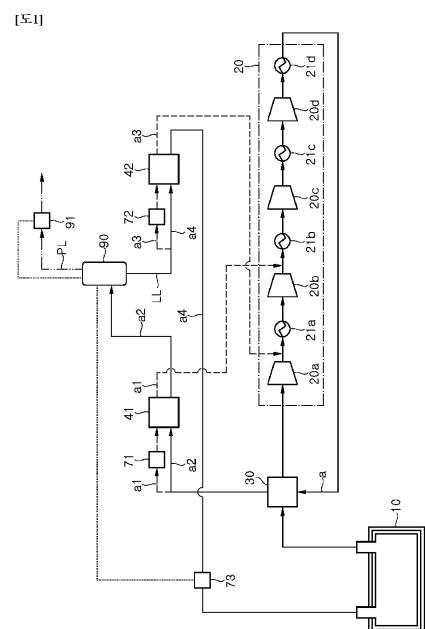
第2中間冷却器 (42) で第2膨張手段 (72) を通過した蒸発ガスと熱交換された蒸発ガスは、第2実施例と同様に、第3膨張手段 (73) によって常圧付近まで膨張させると共に温度が低下して、一部が再液化される。ただし、第3実施例とは異なり、第3膨張手段 (73) を通過した蒸発ガスは、気液混合状態で貯蔵タンク (10) に送られる。

【0220】

本発明は、上記実施例に限定されず、本発明の技術的要旨を逸脱しない範囲内で様々な形態で修正または変更して実施できることは、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者にとって明らかである。

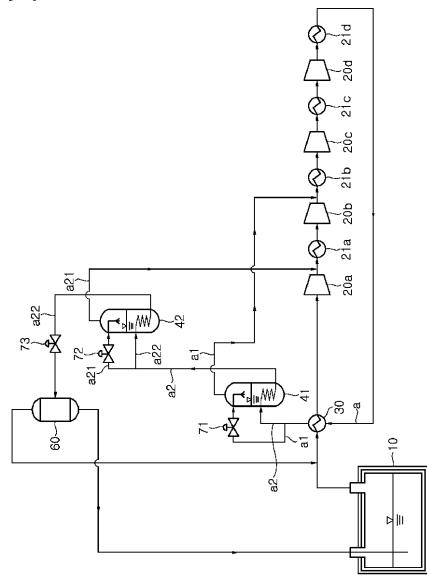
20

【図1】



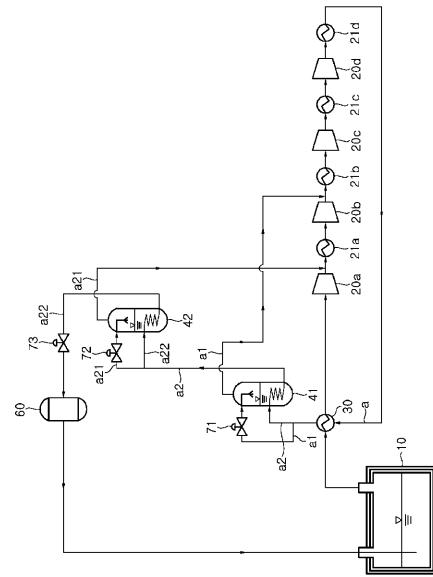
【図3】

[図3]



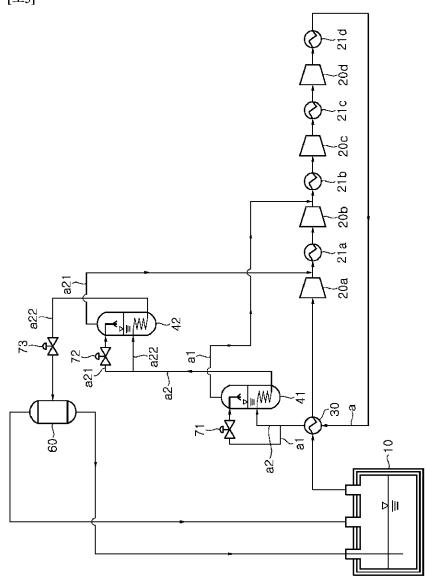
【図4】

[図4]



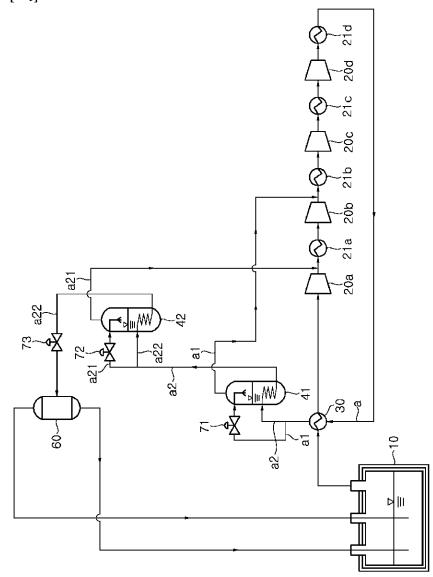
【図5】

[図5]



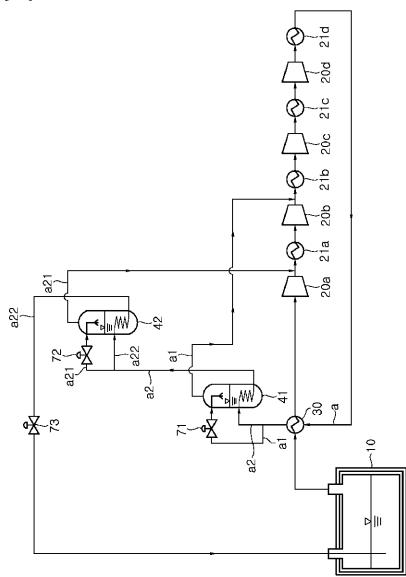
【図6】

[図6]



【図7】

[図7]



フロントページの続き

(72)発明者 キム,ソン ジン

大韓民国, 15022, キョンギ-ド, シフン-シ, オクチョンドン-ロ, 451, 211-50
4

(72)発明者 チエ,ドン キュ

大韓民国, 46726, プサン, カンソ-ク, ミョンギグクジエ 5-ロ, 60, 105-160
3

審査官 結城 健太郎

(56)参考文献 特開2016-61529 (JP, A)

特表2014-514513 (JP, A)

特開2016-80279 (JP, A)

特表2015-505941 (JP, A)

韓国登録特許第10-1496577 (KR, B1)

特表2014-517230 (JP, A)

特開2006-200735 (JP, A)

特開昭58-698 (JP, A)

実開昭57-21897 (JP, U)

特表2009-533642 (JP, A)

韓国公開特許第10-2015-0063008 (KR, A)

特表2012-516263 (JP, A)

特開平11-63395 (JP, A)

特開2001-248797 (JP, A)

特表2014-511985 (JP, A)

特開平1-222194 (JP, A)

特表2009-501896 (JP, A)

西獨国特許出願公開第2235011 (DE, A)

韓国公開特許第10-2015-0039427 (KR, A)

K. Witt, "Onbord Reliquefaction of LNF Boil-off", Trans. I. Mar. E. (TM), 英国, MARINE MANAGEMENT (HOLDINGS) LTD, 1980年 1月, Vol 92, Part 1, p.22-35, ISSN 0309-3948

Manuel Romero-Gomez et al., "On board LNG reliquefaction technology: a comparative study", Polish Maritime Research, PL, Gdansk University of Technology, 2013年 1月, Vol 21, p.77-88, DOI:10.2478/pomr-2014-0011, ISSN 2083-7429

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B63B 25/16, 25/08,

B63H 21/38,

F17C 13/00,

F25J 1/00