

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6934885号
(P6934885)

(45) 発行日 令和3年9月15日(2021.9.15)

(24) 登録日 令和3年8月26日(2021.8.26)

(51) Int. Cl. F I
B 6 3 B 25/16 (2006.01) B 6 3 B 25/16 D

請求項の数 12 (全 35 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-549834 (P2018-549834) (86) (22) 出願日 平成28年9月30日 (2016.9.30) (65) 公表番号 特表2019-509937 (P2019-509937A) (43) 公表日 平成31年4月11日 (2019.4.11) (86) 国際出願番号 PCT/KR2016/011007 (87) 国際公開番号 W02017/171164 (87) 国際公開日 平成29年10月5日 (2017.10.5) 審査請求日 令和1年9月26日 (2019.9.26) (31) 優先権主張番号 10-2016-0039516 (32) 優先日 平成28年3月31日 (2016.3.31) (33) 優先権主張国・地域又は機関 韓国 (KR)</p>	<p>(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, キョンサンナムー ド, コジェーシ, コジェーデロ, 3370 (74) 代理人 110000305 特許業務法人青莪 (72) 発明者 シン, ヒョン ジュン 大韓民国, 02423, ソウル特別市, ト ンデムンク, ハンチョンロー 58-ギ ル, 47, 115-1701</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸発ガスの再液化装置及び蒸発ガスの再液化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液化ガスを輸送する船舶に備えられる蒸発ガスの再液化装置において、
 液化ガス貯蔵タンクで発生した蒸発ガスを多段圧縮する複数の圧縮部を有する多段圧縮機；

前記多段圧縮機で圧縮された圧縮蒸発ガスを熱交換によって冷却して再液化する熱交換部；及び

前記熱交換部で再液化された蒸発ガスを減圧させる第3膨張手段；を備え、
 前記熱交換部は、

前記多段圧縮機で圧縮された圧縮蒸発ガスと、前記液化ガス貯蔵タンクから多段圧縮機
 に供給される圧縮前の蒸発ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却する熱交換器
 ；及び

前記圧縮蒸発ガスの一部を膨張させて、膨張された膨張蒸発ガスと残りの圧縮蒸発ガス
 とを熱交換させて、残りの圧縮蒸発ガスを冷却する中間冷却器；を備え、

前記中間冷却器で熱交換された後に排出される膨張蒸発ガスは、前記多段圧縮機の複数の
 圧縮部のうちいずれか1つ以上の圧縮部の上流に供給され、

前記中間冷却器を複数備え、

複数の中間冷却器は直列に連結され、

上流に設置される中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスは、前記複数の圧縮
 部のうち下流に設置された中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスより下流に供

10

20

給されることを特徴とする蒸発ガスの再液化装置。

【請求項 2】

前記熱交換部は、

前記圧縮蒸発ガスと前記液化ガスを燃料として使用する船内燃料需要先に供給される液化ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却し、燃料として使用される液化ガスを気化させる気化器；を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項 3】

前記熱交換部は、

前記熱交換器で冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第 1 膨張手段；

前記第 1 膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと、前記第 1 膨張手段に分岐させて残った他の圧縮蒸発ガスとを熱交換させて前記圧縮蒸発ガスを冷却する第 1 中間冷却器；

前記第 1 中間冷却器で冷却された蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第 2 膨張手段；及び

前記第 2 膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと前記第 2 膨張手段に分岐させて残った他の蒸発ガスとを熱交換させて前記他の蒸発ガスを冷却して前記第 3 膨張手段に供給する第 2 中間冷却器；を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項 4】

前記熱交換部は、

前記熱交換器で冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第 1 膨張手段；

前記第 1 膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと、前記第 1 膨張手段に分岐させて残った他の圧縮蒸発ガスとを熱交換させて前記圧縮蒸発ガスを冷却する第 1 中間冷却器；

前記第 1 中間冷却器で冷却された蒸発ガスと、船内燃料として供給される液化ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却し、前記船内燃料として供給される液化ガスを加熱する気化器；

前記気化器で冷却された蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第 2 膨張手段；及び

前記第 2 膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと前記第 2 膨張手段に分岐させて残った他の蒸発ガスとを熱交換させて、前記他の蒸発ガスを冷却する第 2 中間冷却器；を備え、

前記第 2 中間冷却器によって冷却された蒸発ガスは前記第 3 膨張手段に供給され、前記気化器によって加熱された液化ガスは船内燃料需要先に供給されることを特徴とする請求項 1 に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項 5】

前記熱交換部は、

前記熱交換器及び中間冷却器が一体化したマルチストリーム熱交換器；及び

前記マルチストリーム熱交換器に供給される前記圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させるマルチストリーム膨張手段；を備え、

前記マルチストリーム熱交換器では、

前記圧縮前の蒸発ガス、前記圧縮蒸発ガス及び前記マルチストリーム膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスを熱交換させて、圧縮蒸発ガスが圧縮前の蒸発ガス及び膨張蒸発ガスによって冷却されることを特徴とする請求項 1 に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項 6】

前記熱交換部は、

前記マルチストリーム熱交換器によって冷却された蒸発ガスと船内燃料として供給され

10

20

30

40

50

る液化ガスとを熱交換させて、蒸発ガスを冷却する気化器；をさらに備え、

前記気化器によって冷却された蒸発ガスは前記第3膨張手段に供給され、前記気化器によって加熱された液化ガスは船内燃料需要先に供給されることを特徴とする請求項5に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項7】

前記熱交換部は、

前記熱交換器で冷却された蒸発ガスと船内燃料として供給される液化ガスとを熱交換させて、蒸発ガスを冷却し、前記船内燃料として供給される液化ガスを加熱する気化器；

前記気化器によって冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第2膨張手段；及び

前記第2膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと、前記第2膨張手段に分岐させて残った他の圧縮蒸発ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却する第2中間冷却器；を備え、

前記第2中間冷却器によって冷却された蒸発ガスは前記第3膨張手段に供給され、前記気化器によって加熱された液化ガスは船内燃料需要先に供給されることを特徴とする請求項1に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項8】

前記液化ガス貯蔵タンクに貯蔵される液化ガス及び船内燃料として供給される液化ガスは、エタン、エチレン、プロピレン及びLPGのいずれか1つであることを特徴とする請求項1に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項9】

前記第3膨張手段を通過した蒸発ガスを気液分離し、

再液化された液体状態の蒸発ガス、または再液化された液体状態の蒸発ガス及び再液化されなかった気体状態の蒸発ガスを、前記液化ガス貯蔵タンクに供給するか、または再液化された液体状態の蒸発ガスを前記液化ガス貯蔵タンクに供給して気体状態の蒸発ガスを前記多段圧縮機に供給する気液分離器；をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の蒸発ガスの再液化装置。

【請求項10】

液化ガスを輸送する船舶に適用される蒸発ガスの再液化方法において、

液化ガスを貯蔵する液化ガス貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを複数の圧縮部で圧縮する圧縮ステップ；

圧縮された蒸発ガスを複数のステップにわたって冷却する冷却ステップ；及び

冷却によって再液化された蒸発ガスを減圧させる減圧ステップ；を含み、

前記冷却ステップは、

前記圧縮ステップで圧縮された圧縮蒸発ガスと圧縮前の蒸発ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却する熱交換ステップ；及び

前記熱交換ステップで冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張させ、膨張させた膨張蒸発ガスと残りの圧縮蒸発ガスとを熱交換させて、残りの圧縮蒸発ガスを冷却する中間熱交換ステップ；を含み、

前記中間熱交換ステップを直列に連結される複数の中間冷却器で実施し、上流に設置される中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスを、前記複数の圧縮部のうち下流に設置された中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスより下流に供給することを特徴とする蒸発ガスの再液化方法。

【請求項11】

前記冷却ステップは、

前記圧縮蒸発ガスと前記液化ガスを燃料として使用する船内燃料需要先に供給される液化ガスとを熱交換させて、圧縮蒸発ガスを冷却し、船内燃料として使用される液化ガスを気化させる気化ステップ；を含むことを特徴とする請求項10に記載の蒸発ガスの再液化方法。

【請求項12】

10

20

30

40

50

減圧された蒸発ガスを気液分離する気液分離ステップ；をさらに含み、
前記気液分離ステップで分離された液体状態の再液化蒸発ガスを前記液化ガス貯蔵タンクに戻し、

前記気液分離ステップで分離された気体状態の再液化されなかった蒸発ガスを、前記液化ガス貯蔵タンクに戻すか、前記圧縮ステップに供給することを特徴とする請求項 10 に記載の蒸発ガスの再液化方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船舶に適用さ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蒸発ガスの再液化方法に関する。 10

【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)の状態ですべて遠距離輸送される。LNGは天然ガスを常圧で約-163℃近くの極低温に冷却して得られるものであり、ガス状態に比べて体積が大幅に減るため海上を通じた遠距離輸送に非常に適している。

【0003】

一方、液化石油ガス(LPG;Liquefied Petroleum Gas)は、一般的にプロパンガス(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℃まで冷却して、または常温で約7~10気圧に圧縮して液化させた燃料である。 20

【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℃で液化すると体積が約1/260まで減少し、ブタンを約15℃で液化すると体積が約1/230まで減少するため、貯蔵および輸送のために石油ガスも天然ガスと同様に液化させて利用される。

【0005】

液化石油ガスの発熱量は液化天然ガスと比べて高く、液化石油ガスは液化天然ガスと比べて高分子量の成分を多く含むため、液化及び気化は液化天然ガスより容易である。 30

【0006】

液化天然ガスや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する。貯蔵タンクの内部で気化した液化ガスを蒸発ガス(BOG;Boil-Off Gas)という。

【0007】

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、または再液化されて貯蔵タンクに戻される。

【発明の概要】 40

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

エタンやエチレンなどを主成分として含む蒸発ガス(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る、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ために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追加して、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。

【0009】

本発明の目的は、別の独立した冷熱供給サイクルを使用せずにエタンなどの蒸発ガスを 50

再液化する蒸発ガスの再液化装置及び蒸発ガスの再液化方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記目的を達成するため本発明の実施形態では、液化ガスを輸送する船舶に備えられる蒸発ガスの再液化装置において、液化ガス貯蔵タンクで発生した蒸発ガスを多段圧縮する複数の圧縮部を有する多段圧縮機；前記多段圧縮機で圧縮された圧縮蒸発ガスを熱交換によって冷却して再液化する熱交換部；及び前記熱交換部で再液化された蒸発ガスを減圧させる第3膨張手段；を備え、前記熱交換部は、前記多段圧縮機で圧縮された圧縮蒸発ガスと、前記液化ガス貯蔵タンクから多段圧縮機に供給される圧縮前の蒸発ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却する熱交換器；及び前記圧縮蒸発ガスの一部を膨張させて、膨張された膨張蒸発ガスと残りの圧縮蒸発ガスとを熱交換させて、残りの圧縮蒸発ガスを冷却する中間冷却器；を備え、前記中間冷却器で熱交換された後に排出される膨張蒸発ガスは、前記多段圧縮機の複数の圧縮部のうちいずれか1つ以上の圧縮部の上流に供給され、前記中間冷却器を複数備え、複数の中間冷却器は直列に連結され、上流に設置される中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスは、前記複数の圧縮部のうち下流に設置された中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスより下流に供給されることを特徴とする蒸発ガスの再液化装置が提供される。

10

【0011】

前記熱交換部は、前記圧縮蒸発ガスと前記液化ガスを燃料として使用する船内燃料需要先に供給される液化ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却し、燃料として使用される液化ガスを気化させる気化器；を更に備える。

20

【0015】

前記熱交換部は、前記熱交換器で冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第1膨張手段；前記第1膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと、前記第1膨張手段に分岐させて残った他の圧縮蒸発ガスとを熱交換させて前記圧縮蒸発ガスを冷却する第1中間冷却器；前記第1中間冷却器で冷却された蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第2膨張手段；及び前記第2膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと前記第2膨張手段に分岐させて残った他の蒸発ガスとを熱交換させて前記他の蒸発ガスを冷却して前記第3膨張手段に供給する第2中間冷却器；を備える。

30

【0016】

前記熱交換部は、前記熱交換器で冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第1膨張手段；前記第1膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと、前記第1膨張手段に分岐させて残った他の圧縮蒸発ガスとを熱交換させて前記圧縮蒸発ガスを冷却する第1中間冷却器；前記第1中間冷却器で冷却された蒸発ガスと、船内燃料として供給される液化ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却し、前記船内燃料として供給される液化ガスを加熱する気化器；前記気化器で冷却された蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第2膨張手段；及び前記第2膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと前記第2膨張手段に分岐させて残った他の蒸発ガスとを熱交換させて、前記他の蒸発ガスを冷却する第2中間冷却器；を備え、前記第2中間冷却器によって冷却された蒸発ガスは前記第3膨張手段に供給され、前記気化器によって加熱された液化ガスは船内燃料需要先に供給される。

40

【0017】

前記熱交換部は、前記熱交換器及び中間冷却器が一体化したマルチストリーム熱交換器；及び前記マルチストリーム熱交換器に供給される前記圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させるマルチストリーム膨張手段；を備え、前記マルチストリーム熱交換器では、前記圧縮前の蒸発ガス、前記圧縮蒸発ガス及び前記マルチストリーム膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスを熱交換させて、圧縮蒸発ガスが圧縮前の蒸発ガス及び膨張蒸発ガスによって冷却される。

【0018】

50

前記熱交換部は、前記マルチストリーム熱交換器によって冷却された蒸発ガスと船内燃料として供給される液化ガスとを熱交換させて、蒸発ガスを冷却する気化器；をさらに備え、前記気化器によって冷却された蒸発ガスは前記第3膨張手段に供給され、前記気化器によって加熱された液化ガスは船内燃料需要先に供給される。

【0019】

前記熱交換部は、前記熱交換器で冷却された蒸発ガスと船内燃料として供給される液化ガスとを熱交換させて、蒸発ガスを冷却し、前記船内燃料として供給される液化ガスを加熱する気化器；前記気化器によって冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張によって温度を低下させる第2膨張手段；及び前記第2膨張手段によって温度が低下した膨張蒸発ガスと、前記第2膨張手段に分岐させて残った他の圧縮蒸発ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却する第2中間冷却器；を備え、前記第2中間冷却器によって冷却された蒸発ガスは前記第3膨張手段に供給され、前記気化器によって加熱された液化ガスは船内燃料需要先に供給される。

10

【0020】

前記液化ガス貯蔵タンクに貯蔵される液化ガス及び船内燃料として供給される液化ガスは、エタン、エチレン、プロピレン及びLPGのいずれか1つである。

【0021】

また、本発明の蒸発ガスの再液化装置は、前記第3膨張手段を通過した蒸発ガスを気液分離し、再液化された液体状態の蒸発ガス、または再液化された液体状態の蒸発ガス及び再液化されなかった気体状態の蒸発ガスを、前記液化ガス貯蔵タンクに供給するか、または再液化された液体状態の蒸発ガスを前記液化ガス貯蔵タンクに供給して気体状態の蒸発ガスを前記多段圧縮機に供給する気液分離器；をさらに備える。

20

【0022】

前記目的を達成するため本発明の他の実施形態では、液化ガスを輸送する船舶に備えられる蒸発ガス再液化装置において、液化ガスが貯蔵される貯蔵タンク；前記貯蔵タンクの下流に設けられる熱交換部；前記熱交換部の下流に設けられて前記熱交換部から排出される蒸発ガスを圧縮する多段圧縮機；前記熱交換部の下流に設けられて前記多段圧縮機及び前記熱交換部を通過した蒸発ガスの一部を膨張させて気液混合物を生成する第3膨張手段；前記第3膨張手段の下流に設けられて前記第3膨張手段から排出される気液混合物を気体と液体とに分離する気液分離器；を備え、前記多段圧縮機は直列に設置された複数の圧縮部を備え、前記熱交換部は、前記貯蔵タンク及び前記気液分離器から排出される蒸発ガスと前記多段圧縮機から排出される蒸発ガスとを熱交換させて前記多段圧縮機から排出される蒸発ガスを冷却する熱交換器；前記多段圧縮機と熱交換器を経て供給される蒸発ガスを追加冷却する第1中間冷却器；前記熱交換器と前記第1中間冷却器との間に設置されて前記第1中間冷却器に供給される蒸発ガスの一部を膨張させる第1膨張手段；前記第1中間冷却器と前記第3膨張手段との間に設置されて前記第1中間冷却器から排出される蒸発ガスの一部と他の経路を介して供給される液化ガスとを熱交換させて前記液化ガスを気化させる気化器；及び前記気化器で気化された前記液化ガスが供給される燃料需要先；を備え、前記第1中間冷却器に供給される蒸発ガスのうち前記第1膨張手段を通過して冷却された蒸発ガスと前記第1中間冷却器に供給される蒸発ガスのうち前記第1膨張手段に供給されずに直ちに前記第1中間冷却器に供給される蒸発ガスとを前記第1中間冷却器で熱交換させる蒸発ガス再液化装置が提供される。

30

40

【0023】

前記目的を達成するため本発明の更に他の実施形態では、液化ガスを輸送する船舶に適用される蒸発ガスの再液化方法において、液化ガスを貯蔵する液化ガス貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを複数の圧縮部で圧縮する圧縮ステップ；圧縮された蒸発ガスを複数のステップにわたって冷却する冷却ステップ；及び冷却によって再液化された蒸発ガスを減圧させる減圧ステップ；を含み、前記冷却ステップは、前記圧縮ステップで圧縮された圧縮蒸発ガスと圧縮前の蒸発ガスとを熱交換させて、前記圧縮蒸発ガスを冷却する熱交換ステップ；及び前記熱交換ステップで冷却された圧縮蒸発ガスの一部を分岐させて膨張させ

50

、膨張させた膨張蒸発ガスと残りの圧縮蒸発ガスとを熱交換させて、残りの圧縮蒸発ガスを冷却する中間熱交換ステップ；を含み、前記中間熱交換ステップを直列に連結される複数の中間冷却器で実施し、上流に設置される中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスを、前記複数の圧縮部のうち下流に設置された中間冷却器の冷媒として使用された膨張蒸発ガスより下流に供給することを特徴とする蒸発ガスの再液化方法が提供される。

【0024】

前記冷却ステップは、前記圧縮蒸発ガスと前記液化ガスを燃料として使用する船内燃料需要先に供給される液化ガスとを熱交換させて、圧縮蒸発ガスを冷却し、船内燃料として使用される液化ガスを気化させる気化ステップ；を含む。

【0025】

また、本発明の蒸発ガスの再液化方法は、減圧された蒸発ガスを気液分離する気液分離ステップ；をさらに含み、前記気液分離ステップで分離された液体状態の再液化蒸発ガスを前記液化ガス貯蔵タンクに戻し、前記気液分離ステップで分離された気体状態の再液化されなかった蒸発ガスを、前記液化ガス貯蔵タンクに戻すか、前記圧縮ステップに供給することを特徴とする。

【0026】

また、前記目的を達成するため本発明の更に他の実施形態では、液化ガスを輸送する船舶の蒸発ガス再液化方法において、液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを圧縮する4段圧縮機が設けられ、前記貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを前記4段圧縮機で圧縮して熱交換によって冷却した後、前記4段圧縮機のうち第1圧縮部の下流及び第2圧縮部の下流に分岐させて供給することを特徴とする蒸発ガス再液化方法が提供される。

【0027】

また、前記目的を達成するため本発明の更に他の実施形態では、液化ガスを輸送する船舶の蒸発ガス再液化方法において、液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクから排出される蒸発ガスを多段圧縮機に供給して圧縮し、前記貯蔵タンクから排出される蒸発ガスで圧縮された蒸発ガスを1次冷却し、前記1次冷却された蒸発ガスの少なくとも一部を分岐させて膨張させた後に前記1次冷却された分岐させなかった残りの蒸発ガスを2次冷却し、前記2次冷却された蒸発ガスの少なくとも一部を分岐させて膨張させた後に前記2次冷却された分岐させなかった残りの蒸発ガスを3次冷却し、前記蒸発ガスを2次冷却した後に排出される膨張蒸発ガス及び前記蒸発ガスを3次冷却した後に排出される膨張蒸発ガスを前記多段圧縮機に分岐させて供給し、前記2次冷却した後に排出される膨張蒸発ガスを前記3次冷却した後に排出される膨張蒸発ガスよりも下流に供給することを特徴とする蒸発ガス再液化方法が提供される。

【発明の効果】

【0028】

本発明の蒸発ガスの再液化装置及び蒸発ガスの再液化方法は、別の独立した冷熱供給サイクルを設置する必要がないため、設置費用を低減することができる。また、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するため、追加の冷熱供給サイクルを使用せずとも従来の再液化装置と同程度の再液化効率を達成することができる。

【0029】

また、本発明の蒸発ガスの再液化装置及び蒸発ガスの再液化方法は、冷熱供給サイクルを設置する必要がないため、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。

【0030】

また、本発明の蒸発ガスの再液化装置及び蒸発ガスの再液化方法は、蒸発ガスを再液化する冷媒を多様化して、熱交換器の上流で分岐させる冷媒の流量を減らすことができる。熱交換器の上流で分岐される冷媒の流量が減少することで、冷媒として使用されるために分岐される蒸発ガスが多段圧縮機による圧縮過程を経るため、多段圧縮機によって圧縮さ

10

20

30

40

50

れる蒸発ガスの流量を減少させることができ、多段圧縮機によって圧縮される蒸発ガスの流量が減少すると、同程度の効率で蒸発ガスを再液化させながら多段圧縮機の電力消費を低減できるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の好ましい第1実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【図2】本発明の好ましい第2実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【図3】本発明の好ましい第3実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

10

【図4】本発明の好ましい第4実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【図5】本発明の好ましい第5実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【図6】本発明の好ましい第6実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【図7】本発明の好ましい第7実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【図8】本発明の好ましい第8実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

20

【図9】本発明の好ましい第9実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、添付した図面を参照して、本発明の好ましい実施形態の構成と作用を詳細に説明する。本発明の蒸発ガスの再液化装置及び蒸発ガスの再液化方法は液化天然ガス貨物の船倉が設置された船舶や陸上で多様に適用と適用ができ、特に、低温液体貨物または液化ガスを貯蔵する貯蔵タンクが設置された全種類の船舶と海上構造物、すなわち、液化天然ガス運搬船、液化エタンガス(Liquefied Ethane Gas)運搬船、LNG-RVなどの船舶をはじめ、LNG FPSO、LNG-FSRUなどの海上構造物に適用することができる。

30

【0033】

また、本発明における各ラインの流体は、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、超臨界流体状態のいずれか1つの状態である。

【0034】

また、後述する貯蔵タンク(10)に貯蔵される液化ガスは、液化天然ガス(LNG)または液化石油ガス(LPG)であり、メタン、エタン、エチレン、プロピレン、重炭化水素など複数の成分を含むこともできる。

【0035】

また、下記の実施形態は他の様々な形態に変更することができ、本発明の範囲は下記の実施形態によって限定されない。

40

【0036】

図1は、本発明の好ましい第1実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【0037】

図1を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスを多段階で圧縮する多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)；多段圧縮機(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)から排出される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に熱交換器(30

50

)を通過した蒸発ガスを膨張させる第1膨張手段(71);多段圧縮機(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)を経て一部が再液化された蒸発ガスと気体状態で残った蒸発ガスとを分離する気液分離器(60);を備える。

【0038】

本実施形態の貯蔵タンク(10)は、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。本実施形態では、貯蔵タンク(10)から液化ガスが排出される例を説明したが、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こともある。

10

【0039】

本実施形態の多段圧縮機(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。本実施形態では4つの圧縮部を備えて、4段階の圧縮過程を経る例を説明したが、これに限定されることではない。

【0040】

本実施形態のように4つの圧縮部を備えた4段圧縮機の場合、多段圧縮機は直列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)の下流における蒸発ガスの圧力は2~5bar、例えば3.5barであり、第2圧縮部(20b)の下流における蒸発ガスの圧力は10~15bar、例えば12barである。また、第3圧縮部(20c)の下流における蒸発ガスの圧力は25~35bar、例えば30.5barであり、第4圧縮部(20d)の下流における蒸発ガスの圧力は75~90bar、例えば83.5barである。

20

【0041】

複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)の下流には、それぞれ圧縮部(20a、20b、20c、20d)を通過した後に圧力及び温度が上昇した蒸発ガスを冷却する複数の冷却部(21a、21b、21c、21d)がそれぞれ設置される。

30

【0042】

本実施形態の熱交換器(30)は、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮された蒸発ガス(以下、「a流れ」という。)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。すなわち、多段圧縮機(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する熱交換器(30)で冷却される。

【0043】

本実施形態の第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などであり得る。

40

【0044】

多段圧縮機(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温度及び圧力が低下する。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、多段圧縮機(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残り(以下、「a2流れ」という。)を冷却する冷媒として使用される。

【0045】

50

本実施形態の第1中間冷却器(41)は、多段圧縮機(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、多段圧縮機(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。

【0046】

多段圧縮機(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)及び第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、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)のうちいずれか1つの圧縮部(20b)の下流に送られる。

10

【0047】

本実施形態の第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などであり得る。

【0048】

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温度及び圧力が低下する。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残りの蒸発ガス(a22流れ)を冷却する冷媒として使用される。

20

【0049】

本実施形態の第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)を通過して冷却された蒸発ガス(a22流れ)を更に冷却する。

【0050】

熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)及び第2中間冷却器(42)によって冷却された蒸発ガスは、第3膨張手段(73)を通過して気液分離器(60)に送られ、第2膨張手段(72)を通過して第2中間冷却器(42)に送られた蒸発ガスは、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)のうちいずれか1つの圧縮部(20a、20b、20c、20d)の下流に送られる。

30

【0051】

第1中間冷却器(41)では、貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスによって熱交換器(30)で1次冷却された蒸発ガスが冷却されるが、第2中間冷却器(42)では、熱交換器(30)から1次冷却された後に第1中間冷却器(41)で2次冷却された蒸発ガスを冷却する必要がある。このため、第2中間冷却器(42)に冷媒として供給される蒸発ガス(a21流れ)は、第1中間冷却器(41)に冷媒として供給される蒸発ガス(a1流れ)より、低い温度である必要がある。すなわち、第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガスは、第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスより膨張された状態となり、第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガスの圧力は、第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガスより低くなる。したがって、第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスより、下流側に位置する圧縮部に送られる。第1および第2中間冷却器(41、42)から排出される蒸発ガスは、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって多段階の圧縮過程を経る蒸発ガスのうち同程度の圧力である蒸発ガスとそれぞれ統合されて圧縮過程を経る。

40

【0052】

一方、第1膨張手段(71)及び第2膨張手段(72)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(41)及び第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを冷却する冷

50

媒として使用されるため、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程度に応じて、第1膨張手段(71)及び第2膨張手段(72)に送られる蒸発ガスの量を調節する。すなわち、多段圧縮機(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は、第1膨張手段(71)と第1中間冷却器(41)とに分岐されて送られるが、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させて、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減少させる。

【0053】

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い温度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増加させて、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減少させる。

10

【0054】

本実施形態では、2つの中間冷却器(41、42)及び各中間冷却器(41、42)の上流に設置される2つの膨張手段(71、72)を備える場合を例に挙げて説明したが、必要に応じて中間冷却器及び中間冷却器の上流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、本実施形態の中間冷却器(41、42)には、図1に示すような船舶用の中間冷却器を使用することもでき、一般的な熱交換器を使用することもできる。

20

【0055】

本実施形態の第3膨張手段(73)は、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。

【0056】

本実施形態の気液分離器(60)は、第3膨張手段(73)を通過して一部が再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残った蒸発ガスとを分離する。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、熱交換器(30)の上流に送られ貯蔵タンク(10)から排出される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)で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。本実施形態では、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。

30

【0057】

図1を参照して、本実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0058】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。多段圧縮機(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。多段圧縮機(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つかない第3の状態である超臨界流体状態になる。

40

【0059】

多段圧縮機(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、同程度の圧力に維持されるため超臨界流体状態が維持される。多段圧縮機(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)を通過するたびに冷却されて、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)を通過するたびに圧力が低下する場合があります。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

50

気液混合状態または液体状態であり得る。

【0060】

多段圧縮機(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。多段圧縮機(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になる。

【0061】

多段圧縮機(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)は第1膨張手段(71)に送られ、残り(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)は膨張されて温度及び圧力が低下した後で第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

【0062】

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)は、第1膨張手段(71)により膨張されて気液混合状態になる。第1膨張手段(71)により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)で熱交換された後に気体状態になる。

【0063】

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)は第2膨張手段(72)に送られ、残り(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)は膨張されて温度及び圧力が低下した後で第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)を通過した後に第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

【0064】

第1中間冷却器(41)を通過した後に一部が分岐して第2膨張手段(72)に送られた蒸発ガス(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。

30

【0065】

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)によって圧力が常圧付近まで低下することで、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)の上流に送られる。

【0066】

本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、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を使用せずとも蒸発ガスを再液化できるという利点がある。

40

【0067】

また、従来別の冷熱供給サイクルが追加された再液化装置は、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、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、1kWの熱を回収するために約1.7kWの電力消費で済み、再液化装置を駆動するために消費されるエネルギーを低減することができる。

【0068】

図2は、本発明の好ましい第2実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な

50

構成図である。

【 0 0 6 9 】

図 2 に示した第 2 実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、図 1 に示した第 1 実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、気液分離器によって分離された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 実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成については、詳しい説明を省略する。

【 0 0 7 0 】

図 2 を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、第 1 実施形態と同様に、多段圧縮機 (2 0 a 、 2 0 b 、 2 0 c 、 2 0 d) ; 熱交換器 (3 0) ; 第 1 膨張手段 (7 1) ; 第 1 中間冷却器 (4 1) ; 第 2 膨張手段 (7 2) ; 第 2 中間冷却器 (4 2) ; 第 3 膨張手段 (7 3) 及び気液分離器 (6 0) を備える。

10

【 0 0 7 1 】

本実施形態の貯蔵タンク (1 0) は、第 1 実施形態と同様に、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。

【 0 0 7 2 】

本実施形態の多段圧縮機 (2 0 a 、 2 0 b 、 2 0 c 、 2 0 d) は、第 1 実施形態と同様に、貯蔵タンク (1 0) 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 (2 0 a 、 2 0 b 、 2 0 c 、 2 0 d) の下流には複数の冷却部 (2 1 a 、 2 1 b 、 2 1 c 、 2 1 d) がそれぞれ設置される。

20

【 0 0 7 3 】

本実施形態の熱交換器 (3 0) は、第 1 実施形態と同様に、多段圧縮機 (2 0 a 、 2 0 b 、 2 0 c 、 2 0 d) によって圧縮された蒸発ガスと、貯蔵タンク (1 0) から排出された蒸発ガスとを熱交換させる。

【 0 0 7 4 】

本実施形態の第 1 膨張手段 (7 1) は、第 1 実施形態と同様に、熱交換器 (3 0) から第 1 中間冷却器 (4 1) 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、多段圧縮機 (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の一部を膨張させる。

30

【 0 0 7 5 】

本実施形態の第 1 中間冷却器 (4 1) は、第 1 実施形態と同様に、多段圧縮機 (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の一部と、第 1 膨張手段 (7 1) により膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、多段圧縮機 (2 0 a 、 2 0 b 、 2 0 c 、 2 0 d) 及び熱交換器 (3 0) を通過した蒸発ガスを冷却する。

【 0 0 7 6 】

本実施形態の第 2 膨張手段 (7 2) は、第 1 実施形態と同様に、第 1 中間冷却器 (4 1) から第 2 中間冷却器 (4 2) 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 (3 0) 及び第 1 中間冷却器 (4 1) を通過して冷却された蒸発ガス

40

【 0 0 7 7 】

本実施形態の第 2 中間冷却器 (4 2) は、第 1 実施形態と同様に、熱交換器 (3 0) 及び第 1 中間冷却器 (4 1) を通過して冷却された蒸発ガスと、第 2 膨張手段 (7 2) によって膨張された蒸発ガスとを熱交換させ、熱交換器 (3 0) 及び第 1 中間冷却器 (4 1) を通過して冷却された蒸発ガスを更に冷却する。

【 0 0 7 8 】

第 1 中間冷却器 (4 1) から排出される蒸発ガスは、第 1 実施形態と同様に、第 2 中間冷却器 (4 2) から排出される蒸発ガスより、下流側に位置する圧縮部に送られる。

【 0 0 7 9 】

50

また、第1実施形態と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させて、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減少させる。

【0080】

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い温度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増加させて、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減少させる。

10

【0081】

本実施形態の第3膨張手段(73)は、第1実施形態と同様に、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。

【0082】

本実施形態の気液分離器(60)は、第1実施形態と同様に、第3膨張手段(73)を通過しながら一部の再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残った蒸発ガスとを分離する。

【0083】

ただし、本実施形態の気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスは、第1実施形態とは異なり、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、更に再液化過程を経る。

20

【0084】

図2を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0085】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第1実施形態と同様に、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。

【0086】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)を通過した蒸発ガスは、第1実施形態と同様に、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。多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスは、一部は第1膨張手段(71)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後に第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後に第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。

30

【0087】

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1実施形態と同様に、一部は第2膨張手段(72)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後に第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)を通過した後に第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。

40

【0088】

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1実施形態と同様に、第3膨張手段(73)によって圧力が常圧付近まで低下することで、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

50

分離される。

【0089】

ただし、第1実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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。

【0090】

図3は、本発明の好ましい第3実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【0091】

図3に示した第3実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、図1に示した第1実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンクに送られる点で相違し、図2に示した第2実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、気体状態の蒸発ガスと再液化された蒸発ガスとに分離されて別々に貯蔵タンクに送られる点で相違する。以下では、相違点を中心に説明する。前述した第1実施形態及び第2実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成については、詳しい説明を省略する。

【0092】

図3を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、多段圧縮機(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。

【0093】

本実施形態の貯蔵タンク(10)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。

【0094】

本実施形態の多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、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)の下流には複数の冷却部(21a、21b、21c、21d)がそれぞれ設置される。

【0095】

本実施形態の熱交換器(30)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって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。

【0096】

本実施形態の第1膨張手段(71)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、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、多段圧縮機(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。

【0097】

本実施形態の第1中間冷却器(41)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、多段圧縮機(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、多段圧縮機(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。

【0098】

本実施形態の第2膨張手段(72)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、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。

【0099】

10

20

30

40

50

本実施形態の第2中間冷却器(42)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、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。

【0100】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスより、下流側に位置する圧縮部に送られる。

【0101】

また、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させ、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減少させる。

10

【0102】

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い温度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増加させ、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2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を減少させる。

【0103】

20

本実施形態の第3膨張手段(73)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、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。

【0104】

本実施形態の気液分離器(60)は、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、第3膨張手段(73)を通過して一部が再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残った蒸発ガスとを分離する。

【0105】

ただし、本実施形態の気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスは、第1実施形態とは異なり、貯蔵タンク(10)に送られ、第2実施形態とは異なり、気体状態の蒸発ガスは、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。

30

【0106】

図3を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0107】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、熱交換器(30)を通過した後に複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。

【0108】

40

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)を通過した蒸発ガスは、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、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。多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスは、一部は第1膨張手段(71)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後に第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後に第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。

【0109】

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

50

蒸発ガスは、第1実施形態及び第2実施形態と同様に、一部は第2膨張手段(72)に送られ、残りは第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、膨張されて温度と圧力が低下した後に第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)を通過した後に第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。

【0110】

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1実施形態及び第2実施形態と同様に、第3膨張手段(73)によって圧力が常圧付近まで低下することで、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。

10

【0111】

ただし、第1実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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2実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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。

【0112】

図4は、本発明の好ましい第4実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【0113】

20

図4に示した第4実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、図1に示した第1実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンクに送られる点で相違し、図3に示した第3実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンクの下部に送られる点で相違する。以下では相違点を中心に説明する。前述した第1実施形態及び第3実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成については、詳しい説明を省略する。

【0114】

図4を参照して、本実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、多段圧縮機(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。

30

【0115】

本実施形態の貯蔵タンク(10)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。

【0116】

本実施形態の複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、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)の下流には複数の冷却部(21a、21b、21c、21d)がそれぞれ設置される。

40

【0117】

本実施形態の熱交換器(30)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって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。

【0118】

本実施形態の第1膨張手段(71)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、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、多段圧縮機(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。

【0119】

50

本実施形態の第1中間冷却器(41)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、多段圧縮機(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を熱交換させ、多段圧縮機(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。

【0120】

本実施形態の第2膨張手段(72)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、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。

10

【0121】

本実施形態の第2中間冷却器(42)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、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。

【0122】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスより、下流側に位置する圧縮部に送られる。

【0123】

また、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させ、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減少させる。

20

【0124】

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い温度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増加させ、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2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を減少させる。

30

【0125】

本実施形態の第3膨張手段(73)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、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。

【0126】

本実施形態の気液分離器(60)は、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、第3膨張手段(73)を通過して一部が再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残った蒸発ガスを分離する。

【0127】

ただし、第1実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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。

40

【0128】

気液分離器(60)によって分離された気体状態の蒸発ガスが、貯蔵タンク(10)の下部に送られると、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されるため、再液化効率が増加する。また、貯蔵タンク(10)の内部の液化天然ガスは、高い水位の部分の温度よりも低い水位の部分の温度の方が低いため、気体状態の蒸発ガスが貯蔵タンク(10)の下部に送られる場合には、貯蔵タンク(10)

50

)の最下部に送られることが好ましい。

【0129】

図4を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0130】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。

【0131】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)を通過した蒸発ガスは、第1実施形態及び第3実施形態と同様に、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。多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガスは、一部は第1膨張手段(71)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後に第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後に第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

【0132】

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1実施形態及び第3実施形態と同様に、一部は第2膨張手段(72)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後で第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

【0133】

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1実施形態及び第3実施形態と同様に、第3膨張手段(73)によって圧力が常圧付近まで低下することで、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。

30

【0134】

ただし、第1実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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実施形態とは異なり、本実施形態の気液分離器(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。

【0135】

図5は、本発明の好ましい第5実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【0136】

図5に示した第5実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、図1に示した第1実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、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1実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成については、詳しい説明を省略する。

40

【0137】

図5を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、第1実施形態と同様に、多段圧縮機(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、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、第1実施形態とは異なり、気液分離器(60)を備えない。

50

【0138】

本実施形態の貯蔵タンク(10)は、第1実施形態と同様に、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。

【0139】

本実施形態の多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)は、第1実施形態と同様に、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)の下流には複数の冷却器(21a、21b、21c、21d)がそれぞれ設置される。

【0140】

本実施形態の熱交換器(30)は、第1実施形態と同様に、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって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。

【0141】

本実施形態の第1膨張手段(71)は、第1実施形態と同様に、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、多段圧縮機(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。

【0142】

本実施形態の第1中間冷却器(41)は、第1実施形態と同様に、多段圧縮機(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、多段圧縮機(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。

【0143】

本実施形態の第2膨張手段(72)は、第1実施形態と同様に、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。

【0144】

本実施形態の第2中間冷却器(42)は、第1実施形態と同様に、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。

【0145】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、第1実施形態と同様に、第2中間冷却器(42)から排出される蒸発ガスより、下流側に位置する圧縮部に送られる。

【0146】

また、第1実施形態と同様に、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させて、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減少させる。

【0147】

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い温度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増加させて、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2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を減少させる。

【0148】

本実施形態の第3膨張手段(73)は、第1実施形態と同様に、第1中間冷却器(41

10

20

30

40

50

)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。

【0149】

ただし、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、気液分離器(60)を備えないため、第3膨張手段(73)を通過して一部が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が混合した状態で貯蔵タンク(10)に送られる。

【0150】

前述した第2実施形態乃至第5実施形態では、気体状態の蒸発ガスが熱交換器(30)の上流に送られずに貯蔵タンク(10)に送られるため、貯蔵タンク(10)が加圧タンクである場合には、別のポンプを作動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)から円滑に排出できるという利点がある。

10

【0151】

図5を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0152】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第1実施形態と同様に、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。

【0153】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)を通過した蒸発ガスは、第1実施形態と同様に、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、一部は第1膨張手段(71)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後に第1中間冷却器(41)に送られ、熱交換器(30)を通過した後に第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

【0154】

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1実施形態と同様に、一部は第2膨張手段(72)に送られ、残りは第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後に第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)を通過した後に第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

【0155】

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1実施形態と同様に、第3膨張手段(73)によって圧力が常圧付近まで低下することで、温度が低下して一部が再液化される。ただし、第1実施形態とは異なり、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。

【0156】

図6は、本発明の好ましい第6実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。以下、前述した第1実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成については、詳しい説明を省略する。

40

【0157】

図6に示した第6実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、液化ガスが貯蔵される貯蔵タンク(10)；貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスを多段階で圧縮する複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)を備える多段圧縮機(20)；貯蔵タンク(10)と多段圧縮機(20)との間に設けられて多段圧縮機(20)によって圧縮された蒸発ガスを冷却する熱交換部(100)；熱交換部(100)の下流に設けられて熱交換部(100)を通過した蒸発ガスの一部を膨張させる第3膨張手段(73)及び

50

第3膨張手段(73)を通過しながら少なくとも一部が再液化された蒸発ガスと再液化されずに気体状態で残った蒸発ガスを分離する気液分離器(60)を備える。

【0158】

前述した貯蔵タンク(10)、多段圧縮機(20)、熱交換部(100)、第3膨張手段(73)および気液分離器(60)を備えるラインを「再液化ライン」と称し、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを再液化させて液体状態で貯蔵タンク(10)に戻す経路を提供する。

【0159】

本実施形態の貯蔵タンク(10)は、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。

10

【0160】

本実施形態の多段圧縮機(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。本実施形態では、4つの圧縮部を備えて、4段階の圧縮過程を経ることを例に挙げて説明したが、圧縮部の数は限定されない。

【0161】

4つの圧縮部を備えた4段圧縮機の場合、多段圧縮機(20)は4つの圧縮部が直列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)下流の蒸発ガスの圧力は75~90bar、例えば83.5barである。

20

【0162】

複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)の下流には、各圧縮部(20a、20b、20c、20d)を通過した後に圧力及び温度が上昇した蒸発ガスを冷却する複数の冷却部(21a、21b、21c、21d)がそれぞれ設置される。

【0163】

本実施形態の熱交換部(100)は、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって多段階で圧縮された蒸発ガス(以下、「a流れ」という)と貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスを熱交換させる熱交換器(30)；多段圧縮機(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を膨張させる第1膨張手段(71)；多段圧縮機(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を冷却する第1中間冷却器(41)を備える。

30

【0164】

本実施形態の熱交換器(30)は、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮された蒸発ガス(a流れ)と、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを熱交換させる。すなわち、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮されて圧力が上昇した蒸発ガス(a流れ)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する熱交換器(30)で冷却される。

40

【0165】

本実施形態の第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再液化ラインから分岐するバイパスライン上に設置され、多段圧縮機(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などであり得る。

【0166】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮された後に熱交換器(3

50

0)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温度及び圧力が低下する。第1膨張手段(71)を通過した蒸発ガス(a1流れ)は第1中間冷却器(41)に供給され、多段圧縮機(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残り(以下、「a2流れ」という。)を冷却する冷媒として使用される。

【0167】

すなわち、熱交換器(30)から第1中間冷却器(41)まで供給される蒸発ガスの一部は、バイパスライン上に設けられた第1膨張手段(71)を通過し、残りは再液化ラインに沿って第1中間冷却器(41)に供給される。

【0168】

本実施形態の第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(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、多段圧縮機(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。

【0169】

多段圧縮機(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3膨張手段(73)を通過して気液分離機(60)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、第1中間冷却器(41)と多段圧縮機(20)を連結する第1圧縮部(20a)の供給ラインに沿って複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)のいずれか1つの圧縮部、例えば、多段圧縮機(20)が4段圧縮機である場合、蒸発ガスは第1圧縮部(20a)又は第2圧縮部(20b)の下流に送られる。

【0170】

第1中間冷却器(41)から排出される蒸発ガスは、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって多段階の圧縮過程を経る蒸発ガスのうち同程度の圧力である蒸発ガスと統合されて圧縮過程を経る。

【0171】

一方、第1膨張手段(71)によって膨張された蒸発ガスは、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを冷却する冷媒として使用されるため、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを冷却する程度に応じて、第1膨張手段(71)に送られる蒸発ガスの量を調節することができる。すなわち、多段圧縮機(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は、第1膨張手段(71)と第1中間冷却器(41)とに分岐されて送られ、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させて、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減少させる。

【0172】

本実施形態の第3膨張手段(73)は、第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガス(a2流れ)を常圧付近まで膨張させる。

【0173】

本実施形態の気液分離器(60)は、第3膨張手段(73)を通過して一部が再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残った蒸発ガスとを分離する。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、熱交換器(30)の上流に送られ貯蔵タンク(10)から排出される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蒸発ガスは貯蔵タンク(10)に戻される。

【0174】

また、図6では、気液分離器(60)で分離した気体状態の蒸発ガスを熱交換器(30)上流に送り、気液分離器(60)で分離した再液化された蒸発ガスを貯蔵タンク(10)

10

20

30

40

50

)に戻すことを示したが、前述した第2実施形態のように気液分離器(60)を通過した蒸発ガスをすべて貯蔵タンク(10)に戻すこともでき、第3実施形態のように気液分離器(60)で分離した気体状態の蒸発ガス及び再液化された蒸発ガスをすべて貯蔵タンク(10)に戻す場合に、気体状態の蒸発ガスと再液化された蒸発ガスをそれぞれ異なるラインに沿って貯蔵タンク(10)に戻すこともでき、第4実施形態のようにそれぞれ異なるラインに沿って気体状態の蒸発ガスと再液化された蒸発ガスを貯蔵タンク(10)の下部に供給することもでき、第5実施形態のように気液分離器(60)を経ずに、第3膨張手段(73)で膨張された後に貯蔵タンク(10)に直接戻すこともできる。

【0175】

また、本実施形態では、液化ガスを燃料とする海上構造物に設置される場合、第1中間冷却器(41)と第3膨張手段(73)の間には気化器(80)を備えることができる。気化器(80)は燃料として液化ガスを貯蔵する燃料タンク(3)からエンジンなどの燃料需要先(2)に液化ガスを気化させて供給する構成である。このとき、第1中間冷却器(41)から第3膨張手段(73)に供給される蒸発ガス(a2流れ)と、気化器(80)で燃料タンク(3)から燃料需要先(2)に供給される液化ガスを熱交換させて、燃料タンク(3)から燃料需要先(2)に供給される液化ガス燃料を気化させる。

【0176】

気化器(80)で蒸発ガスによって気化された液化ガス燃料は、燃料需要先(2)、例えば、船舶に搭載されるME-GIエンジンに供給される。

【0177】

一方、燃料タンク(3)を複数設けることもでき、燃料タンク(3)から気化器(80)まで供給される燃料は、エタン、エチレン、プロピレン及びLPG(Liquefied Petroleum Gas)からなる群より選択される。したがって、燃料タンク(3)が複数設けられる場合、各々の燃料タンク(3)に貯蔵される燃料の種類はすべてが同じものであってもよく、異なるものでもよい。また、燃料タンク(3)の一部のタンクに貯蔵される燃料の種類が同じものであってもよく、その他のタンクに貯蔵される燃料の種類は異なるものでもよい。

【0178】

以下、図6を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0179】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。多段圧縮機(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。多段圧縮機(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つかない第3の状態である超臨界流体状態になる。

【0180】

多段圧縮機(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)または第1中間冷却器(41)及び気化器(80)を通過して第3膨張手段(73)を通過するまでは、同程度の圧力に維持されるため超臨界流体状態が維持される。ただし、多段圧縮機(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)または第1中間冷却器(41)及び気化器(80)を通過するたびに冷却されて、工程の運用方法に応じて、熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)または第1中間冷却器(41)及び気化器(80)を通過するたびに圧力が低下する場合があります。熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)及び気化器(80)を通過して第3膨張手段(73)を通過するまで、気液混合状態または液体状態であり得る。

【0181】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)を通過した蒸発ガスは再び熱交換器(

10

20

30

40

50

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。多段圧縮機(20a、20b、20c、20d) 及び熱交換器(30) で冷却された蒸発ガス(a 流れ) の温度は -10 ~ 35 である。

【0182】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d) 及び熱交換器(30) を通過した蒸発ガスの一部(a1 流れ) はバイパスライン上に設けられた第1膨張手段(71) に送られ、残り(a2 流れ) は再液化ラインに沿って第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後で第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(a2 流れ) は、第1膨張手段(71) を通過した蒸発ガス(a1 流れ) と熱交換されて冷却される。

10

【0183】

すなわち、バイパスライン上に設けられた第1膨張手段(71) によって第1中間冷却器(41) に供給された蒸発ガスは低温状態であるため、再液化ラインに沿って第1中間冷却器(41) に供給された蒸発ガスを冷却する。第1膨張手段(71) 及び第1中間冷却器(71) を経た蒸発ガスは圧縮機の供給ラインに沿って多段圧縮機(20) に供給される。

【0184】

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) 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) で熱交換された後に気体状態になる。

20

【0185】

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(a1 流れ) と熱交換された蒸発ガス(a2 流れ) は、再液化ラインに沿って気化器(80) に送られる。第1中間冷却器(41) を通過した後に気化器(80) に送られた蒸発ガスは、燃料タンク(3) から燃料需要先(2) に供給される液化ガス燃料と熱交換されて、燃料タンク(3) から燃料需要先(2) に供給される液化ガス燃料を気化させることで、冷却される。

【0186】

その後、気化器(80) で液化ガス燃料と熱交換された蒸発ガスは、第3膨張手段(73) によって圧力が常圧付近まで低下することで、温度が低下して一部が再液化される。この過程で蒸発ガスは気液混合物になる。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) の上流に送られる。

30

【0187】

図7は、本発明の好ましい第7実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【0188】

図7に示した第7実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置は、図6に示した第6実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と比較して、熱交換部(100) として貯蔵タンク(10) と多段圧縮機(20) との間に設置されたマルチストリーム熱交換器(30a)、およびマルチストリーム熱交換器(30a) の上流に設置されたマルチストリーム膨張手段(71a) を備える点で相違する。以下、図7を参照して、本発明の第7実施形態を図6に示した本発明の第6実施形態との相違点を中心に説明する。前述した第6実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成及びその作用については、詳しい説明を省略する。

40

【0189】

前述した実施形態と同様に、第1圧縮部(20a) の下流の蒸発ガスの圧力は2 ~ 5 bar、例えば3.5 barであり、第2圧縮部(20b) の下流の蒸発ガスの圧力は10

50

～15 bar、例えば、12 barである。また、第3圧縮部(20c)の下流の蒸発ガスの圧力は2.5～3.5 bar、例えば3.05 barであり、第4圧縮部(20d)の下流の蒸発ガスの圧力は7.5～9.0 bar、例えば8.35 barである。

【0190】

燃料タンク(3)を複数設けることもでき、燃料タンク(3)から気化器(80)に供給される燃料は、エタン、エチレン、プロピレン及びLPG(Liquefied Petroleum Gas)からなる群より選択される。したがって、燃料タンク(3)が複数設けられる場合、各々の燃料タンク(3)に貯蔵される燃料の種類はすべて同じものであってもよく、異なるものであってもよい。また、燃料タンク(3)の一部のタンクに貯蔵される燃料の種類が同じものであってもよく、その他のタンクに貯蔵される燃料の種類は異なるものであってもよい。

10

【0191】

以下、図7を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0192】

本実施形態では、貯蔵タンク(10)からマルチストリーム熱交換器(30a)を通過して多段圧縮機(20)に供給されて圧縮された後に排出された蒸発ガス(a流れ)は、再びマルチストリーム熱交換器(30a)に供給されてマルチストリーム熱交換器(30a)で1次熱交換が行われるが、「a流れ」から分岐した「a1流れ」はマルチストリーム膨張手段(71a)によって膨張されてマルチストリーム熱交換器(30a)に供給されることにより、貯蔵タンク(10)から多段圧縮機(20)に供給される蒸発ガスと共に多段圧縮機(20)で圧縮された蒸発ガスを冷却する。

20

【0193】

すなわち、貯蔵タンク(10)から排出されてマルチストリーム熱交換器(30a)に供給された蒸発ガスと多段圧縮機(20)から供給された蒸発ガスとを熱交換させて多段圧縮機(20)から供給された蒸発ガス(a流れ)が冷却される。これは、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは沸点に近い極低温であるのに対して、多段圧縮機(20)から供給された蒸発ガスは多段圧縮機(20)の圧縮によって温度が上昇し、相対的に高温であるためである。

【0194】

マルチストリーム熱交換器(30a)で冷却された蒸発ガスの一部(a2流れ)は、気化器(80)、第3膨張手段(73)および気液分離器(60)を通過し、前述した第6実施形態と同じ過程を経る。

30

【0195】

一方、マルチストリーム熱交換器(30a)で冷却された蒸発ガスのうち気化器(80)に供給される量を除いた残りの蒸発ガス(a1流れ)は、マルチストリーム膨張手段(71a)に供給されて膨張された後で再びマルチストリーム熱交換器(30a)に供給される。このとき、マルチストリーム熱交換器(30a)では2次熱交換が行われる。

【0196】

すなわち、マルチストリーム膨張手段(71a)を通過してマルチストリーム熱交換器(30a)に供給された蒸発ガス(a1流れ)は相対的に低温であるため、多段圧縮機(20)からマルチストリーム熱交換器(30a)に供給された蒸発ガス(a流れ)と熱交換させて多段圧縮機(20)からマルチストリーム熱交換器(30a)に供給された蒸発ガスを冷却する。

40

【0197】

すなわち、多段圧縮機(20)から排出されてマルチストリーム熱交換器(30a)に供給された蒸発ガス(a流れ)は、貯蔵タンク(10)から排出されてマルチストリーム熱交換器(30a)に供給された蒸発ガスによって冷却(1次熱交換)され、マルチストリーム膨張手段(71a)によって膨張された蒸発ガス(a1流れ)によって冷却(2次熱交換)される。

【0198】

50

このとき、マルチストリーム膨張手段(71a)を通過した後でマルチストリーム熱交換器(30a)に供給される蒸発ガスの温度が、貯蔵タンク(10)から排出されてマルチストリーム熱交換器(30a)に供給される蒸発ガスの温度より低い場合、マルチストリーム熱交換器(30a)における効率的な冷却のために、多段圧縮機(20)から排出されてマルチストリーム熱交換器(30a)に供給される蒸発ガスは1次熱交換と2次熱交換とが順次行われることで冷却される。

【0199】

図8は、本発明の好ましい第8実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【0200】

図8に示す第8実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、図6に示した第6実施形態と比較して第2中間冷却器(42)及び第2膨張手段(72)をさらに備える点で相違する。以下では相違点を中心に説明する。前述した第6実施形態における船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成及びその作用については、詳しい説明を省略する。

【0201】

図8を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置は、第6実施形態と同様に、貯蔵タンク(10)；多段圧縮機(20)；熱交換部(100)；第3膨張手段(73)；及び気液分離器(60)を備える。熱交換部(100)は、熱交換器(30)；第1膨張手段(71)及び第1中間冷却器(41)を備える。また、気化器(80)をさらに備え、気化器(80)に液化ガス燃料を供給する燃料タンク(3)及び気化器(80)を通過した液化ガス燃料が供給される燃料需要先(2)を備える。

【0202】

ただし、本実施形態の熱交換部(100)は、第2膨張手段(72)及び第2中間冷却器(42)をさらに備える。

【0203】

本実施形態では、前述した貯蔵タンク(10)、多段圧縮機(20)、熱交換部(100)、第3膨張手段(73)および気液分離器(60)を備えるラインを「再液化ライン」と称し、再液化ラインは貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスを再液化させて液体状態で貯蔵タンク(10)に戻す経路を提供する。

【0204】

第6実施形態と同様に、本実施形態の貯蔵タンク(10)は、エタンや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は所定圧力以上になると外部に排出される。

【0205】

また、貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、第6実施形態と同様に、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮され、複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)の下流には、複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)を通過した後に圧力及び温度が上昇した蒸発ガスを冷却する複数の冷却部(21a、21b、21c、21d)がそれぞれ設置される。

【0206】

第6実施形態と同様に、多段圧縮機(20)が4つの圧縮部を備えた4段圧縮機である場合、多段圧縮機(20)は4つの圧縮部が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。

【0207】

本実施形態の熱交換器(30)は、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)に

10

20

30

40

50

よって圧縮された蒸発ガス（a 流れ）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。すなわち、多段圧縮機（20a、20b、20c、20d）によって圧縮されて圧力が上昇した蒸発ガス（a 流れ）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する熱交換器（30）で冷却される。

【0208】

本実施形態の第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再液化ラインから分岐するバイパスライン上に設置され、多段圧縮機（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などであり得る。

10

【0209】

本実施形態では、第6実施形態と同様に、多段圧縮機（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温度及び圧力が低下する。第1膨張手段（71）を通過した蒸発ガス（a1流れ）は第1中間冷却器（41）に供給され、多段圧縮機（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残り（以下、「a2流れ」という。）を冷却する冷媒として使用される。

【0210】

すなわち、熱交換器（30）から第1中間冷却器（41）に供給される蒸発ガスの一部はバイパスライン上に設けられた第1膨張手段（71）を通過し、その他は再液化ラインに沿って第1中間冷却器（41）に供給される。

20

【0211】

本実施形態の第1中間冷却器（41）は、多段圧縮機（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、多段圧縮機（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。

【0212】

また、第6実施形態のように、液化ガスを燃料とする海上構造物に設置される場合、第1中間冷却器（41）と第3膨張手段（73）の間には気化器（80）を設置される。気化器（80）は、燃料として液化ガスを貯蔵する燃料タンク（3）からエンジンなどの燃料需要先（2）に液化ガスを気化させて供給する構成である。このとき、第1中間冷却器（41）から第3膨張手段（73）に供給される蒸発ガス（a2流れ）と、気化器（80）で燃料タンク（3）から燃料需要先（2）に供給される液化ガスとを熱交換させて、燃料タンク（3）から燃料需要先（2）に供給される液化ガス燃料を気化させる。

30

【0213】

気化器（80）で蒸発ガスによって気化された液化ガス燃料は燃料需要先（2）、例えば、船舶に搭載されるME-GIエンジンに供給される。

【0214】

また、燃料タンク（3）を複数設けることもでき、燃料タンク（3）から気化器（80）に供給される燃料は、エタン、エチレン、プロピレン及びLPG(Liquefied Petroleum Gas)からなる群より選択される。したがって、燃料タンク（3）が複数設けられる場合、それぞれの燃料タンク（3）に貯蔵される燃料の種類はすべてが同じものであってもよく、異なるものでよい。また、燃料タンク（3）の一部のタンクに貯蔵される燃料の種類が同じものであってもよく、その他のタンクに貯蔵される燃料の種類は異なるものでよい。

40

【0215】

ただし、本実施形態では、第6実施形態とは異なり、気化器（80）で燃料タンク（3）から供給される液化ガス燃料を気化させることで冷却された蒸発ガス（a2流れ）は、一部（a21流れ）が再液化ラインから分岐した第2バイパスラインに沿って第2膨張手

50

段(72)に送られ、残り(a22流れ)は再液化ラインに沿って第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、膨張されて温度及び圧力が低下した後で第2中間冷却器(42)に送られ、第1中間冷却器(41)と気化器(80)を通過した後で第2中間冷却器(42)に送られた蒸発ガス(a22流れ)は、第2膨張手段(72)を通過した蒸発ガス(a21流れ)と熱交換されて冷却される。

【0216】

多段圧縮機(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)、気化器(80)及び第2中間冷却器(42)によって冷却された蒸発ガス(a22流れ)は第3膨張手段(73)を通過して気液分離器(60)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)及び第2膨張手段(72)を通過して第2中間冷却器(42)に送られた蒸発ガス(a21流れ)は、それぞれ第1中間冷却器(41)と多段圧縮機(20)とを連結する第1圧縮部(20a)の供給ライン及び第2中間冷却器(42)と多段圧縮機(20)とを連結する第2圧縮部(20b)の供給ラインを介して、多段圧縮機の複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)のいずれか1つの圧縮部に夫々送られる。

10

【0217】

このとき、第1膨張手段(71)及び第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガス(a1流れ)が供給される圧縮部は、前記第2膨張手段(72)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガス(a21流れ)が供給される圧縮部よりも下流に設置される。

20

【0218】

これは、第1中間冷却器(41)及び気化器(80)を通過して冷却された蒸発ガスを第2中間冷却器(42)で追加冷却するために、第1膨張手段(71)よりも第2膨張手段(72)で更に減圧されるためである。したがって、第2膨張手段(72)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガス(a21流れ)を、第1膨張手段(71)及び第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガス(a1流れ)よりも、多段圧縮機(20)の複数の圧縮部(20a、20b、20c、20d)の上流の圧縮部に供給することで、更に圧縮される。

【0219】

例えば、多段圧縮機(20)が4段圧縮機である場合、第1膨張手段(71)及び第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガス(a1流れ)は第2圧縮部(20b)または第3圧縮部(20c)の下流に供給され、第2膨張手段(72)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガス(a21流れ)は第1圧縮部(20a)の下流に供給される。

30

【0220】

すなわち、第1膨張手段(71)及び第1中間冷却器(41)を通過した蒸発ガス(a1流れ)と第2膨張手段(72)及び第2中間冷却器(42)を通過した蒸発ガス(a21流れ)とは、多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって多段階の圧縮過程を経る蒸発ガスのうち同程度の圧力である蒸発ガスと統合されて圧縮過程を経る。

【0221】

また、第1膨張手段(71)及び第2膨張手段(72)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(41)及び第2中間冷却器(42)で蒸発ガスを冷却する冷媒として使用されるため、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程度に応じて、第1膨張手段(71)及び第2膨張手段(72)に送られる蒸発ガスの量を調節することができる。すなわち、多段圧縮機(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は、第1膨張手段(71)と第1中間冷却器(41)に分岐されて送られるが、第1中間冷却器(41)で蒸発ガスを更に低い温度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増加させて、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減少させる。

40

【0222】

50

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い温度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増加させて、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2膨張手段(72)に送る蒸発ガスの割合を減少させる。

【0223】

本実施形態では、2つの中間冷却器(41、42)と、各中間冷却器(41、42)の上流に設置される2つの膨張手段(71、72)を備える場合を例に挙げて説明したが、必要に応じて中間冷却器及び中間冷却器の上流に設置される膨張手段の数を変更することができる。また、本実施形態の中間冷却器(41、42)には、図1に示すような船舶用の中間冷却器を使用することもでき、一般的な熱交換器を使用することもできる。

10

【0224】

また、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熱交換された蒸発ガスは、第6実施形態と同様に、第3膨張手段(73)によって圧力が常圧付近まで低下することで、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。

【0225】

本実施形態の気液分離器(60)は、第3膨張手段(73)を通過して一部が再液化された蒸発ガスと液化されずに気体状態で残った蒸発ガスとを分離する。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、熱交換器(30)の上流に送られて貯蔵タンク(10)から排出される蒸発ガスと統合されて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。

20

【0226】

また、図8では、気液分離器(60)で分離した気体状態の蒸発ガスを熱交換器(30)の上流に送り、気液分離器(60)で分離した再液化された蒸発ガスを貯蔵タンク(10)に戻すことを示したが、前述した第2実施形態のように気液分離器(60)を通過した蒸発ガスをすべて貯蔵タンク(10)に戻すこともでき、第3実施形態のように気液分離器(60)で分離した気体状態の蒸発ガス及び再液化された蒸発ガスをすべて貯蔵タンク(10)に戻す場合に、気体状態の蒸発ガスと再液化された蒸発ガスとをそれぞれ異なるラインに沿って貯蔵タンク(10)に戻すこともでき、第4実施形態のようにそれぞれ異なるラインに沿って気体状態の蒸発ガスと再液化された蒸発ガスとを貯蔵タンク(10)の下部に供給することもでき、第5実施形態のように気液分離器(60)を経ずに、第3膨張手段(73)によって膨張させた後に貯蔵タンク(10)に直接戻すこともできる。

30

【0227】

また、本実施形態では、2つの中間冷却器(41、42)と各中間冷却器(41、42)の上流に設置される2つの膨張手段(71、72)を備える場合を例に挙げて説明したが、必要に応じて中間冷却器および中間冷却器の上流に設置される膨張手段の数を変更することができる。また、本実施形態の中間冷却器(41、42)には、船舶用の中間冷却器を使用することもでき、一般的な熱交換器を使用することもできる。

40

【0228】

以下、図8を参照して、本実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置による蒸発ガスの流れを説明する。

【0229】

貯蔵タンク(10)から排出された蒸発ガスは、熱交換器(30)を通過した後に多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)によって圧縮される。多段圧縮機(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。多段圧縮機(20a、20b、20c、2

50

0 d) によって圧縮された蒸発ガスは気体と液体との区別がつかない第3の状態である超臨界流体の状態になる。

【0230】

多段圧縮機(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)、気化器(80)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、同程度の圧力に維持されるため超臨界流体状態が維持される。多段圧縮機(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)、気化器(80)及び第2中間冷却器(42)を通過するたびに冷却されて、工程の運用方法に応じて、熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)、気化器(80)及び第2中間冷却器(42)を通過するたびに圧力が低下する場合があります。熱交換器(30)、第1中間冷却器(41)、気化器(80)及び第2中間冷却器(42)を通過して第3膨張手段(73)を通過するまで気液混合状態又は液体状態であり得る。

10

【0231】

多段圧縮機(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。多段圧縮機(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。

【0232】

多段圧縮機(20a、20b、20c、20d)及び熱交換器(30)を通過した蒸発ガス(a流れ)の一部(a1流れ)は第1膨張手段(71)に送られ、残り(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、膨張されて温度及び圧力が低下した後で第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

【0233】

熱交換器(30)を通過した後に一部が分岐されて第1膨張手段(71)に送られた蒸発ガス(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。

30

【0234】

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、気化器(80)で液化ガス燃料を気化させることで冷却された後、一部(a21流れ)は第2膨張手段(72)に送られ、残り(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、膨張されて温度及び圧力が低下した後で第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。

【0235】

第1中間冷却器(41)及び気化器(80)を通過した後に一部が分岐して第2膨張手段(72)に送られた蒸発ガス(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)で熱交換された後で気体状態になる。

40

【0236】

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)によって圧力が常圧付近まで低下することで、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

50

、再液化された蒸発ガスは貯蔵タンク（ 1 0 ）に送られ、気体状態の蒸発ガスは熱交換器（ 3 0 ）または貯蔵タンク（ 1 0 ）に送られる。

【 0 2 3 7 】

図 9 は、本発明の好ましい第 9 実施形態に係る船舶用蒸発ガスの再液化装置の概略的な構成図である。

【 0 2 3 8 】

図 9 に示した第 9 実施形態は、図 6 に示した第 6 実施形態及び図 8 に示した第 8 実施形態の変形例であり、以下、前述した第 6 実施形態及び第 8 実施形態の船舶用蒸発ガスの再液化装置と同じ構成については、詳しい説明を省略する。

【 0 2 3 9 】

図 6 に示した第 6 実施形態は熱交換器（ 3 0 ）を通過して気化器（ 8 0 ）に供給される蒸発ガスが第 1 中間冷却器（ 4 1 ）で追加冷却された後で気化器（ 8 0 ）に供給される。また、図 8 に示した第 8 実施形態では、熱交換器（ 3 0 ）を通過して冷却された蒸発ガスは第 1 中間冷却器（ 4 1 ）で追加冷却されて気化器（ 8 0 ）に供給され、燃料需要先（ 2 ）に供給される液化ガスを気化させることで更に冷却され、気化器（ 8 0 ）を通過しながら冷却された蒸発ガスは第 2 中間冷却器（ 4 2 ）で更に冷却される。それに対して、図 9 に示した第 9 実施形態では、熱交換器（ 3 0 ）を通過した蒸発ガスは気化器（ 8 0 ）に供給されて、燃料需要先に供給される液化ガスを気化させることで冷却され、冷却された蒸発ガスは第 2 中間冷却器（ 4 2 ）で更に冷却される点で相違する。

【 0 2 4 0 】

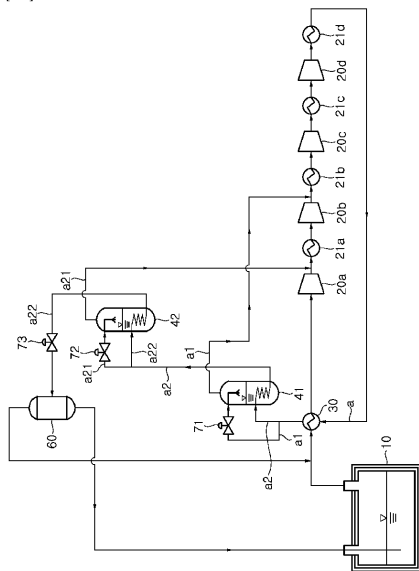
本発明は、前記実施形態に限定されず、本発明の技術的要旨を逸脱しない範囲内で様々な修正又は変更をして実施が可能であることは、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者にとって自明である。

10

20

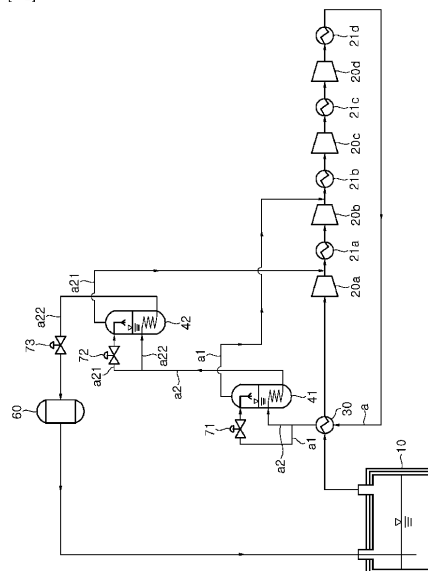
【 図 1 】

[S:1]



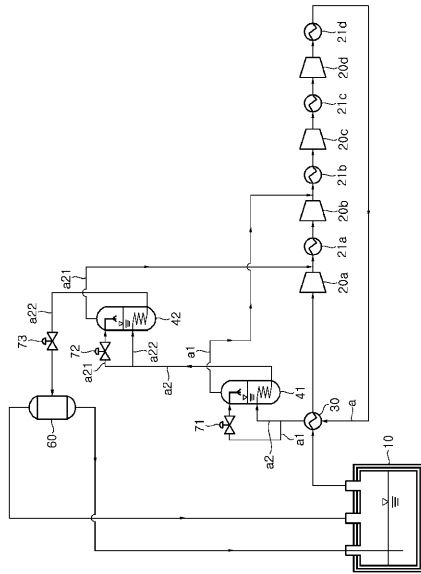
【 図 2 】

[S:2]



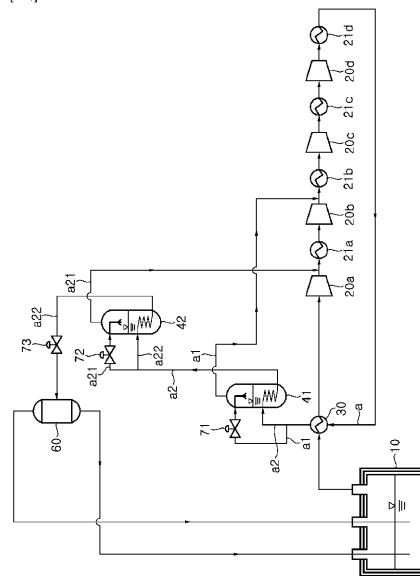
【図3】

[図3]



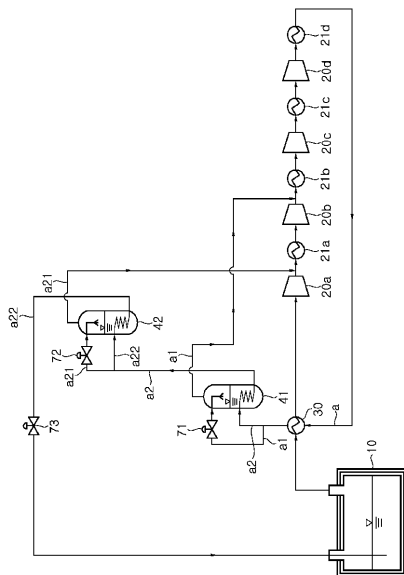
【図4】

[図4]



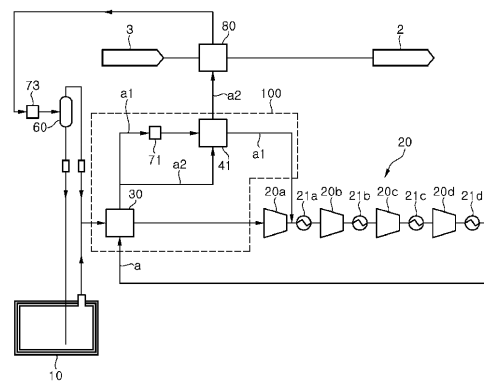
【図5】

[図5]

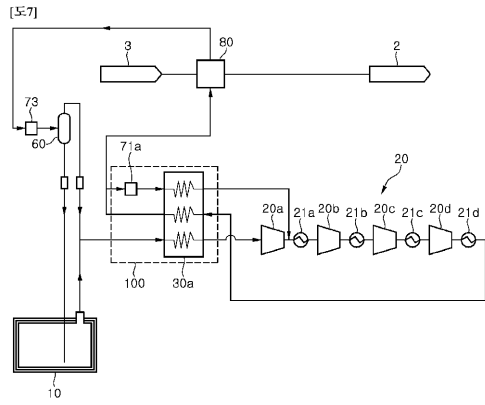


【図6】

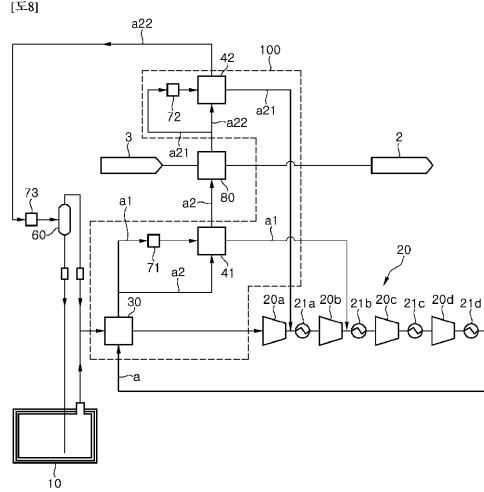
[図6]



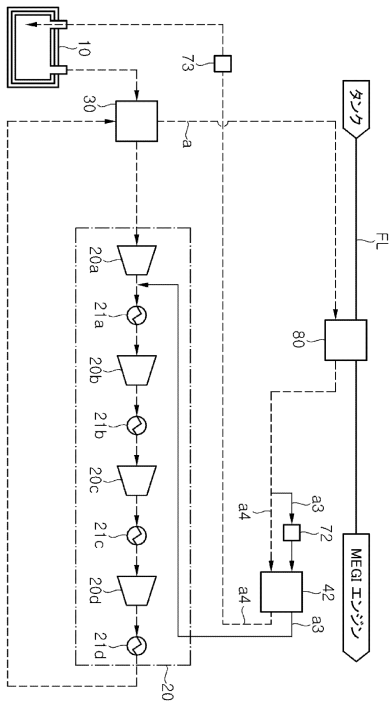
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 アン, ス ギョン
大韓民国, 14243, キョンギ - ド, クァンミョン - シ, デジタル - 口, 64, 106 - 100
3
- (72)発明者 リー, スン チョル
大韓民国, 06341, ソウル特別市, カンナム - ク, ヤンジエ - テロ 55 - ギル, 12, 11
7 - 1101

審査官 中島 昭浩

- (56)参考文献 韓国公開特許第10 - 2015 - 0062791 (KR, A)
国際公開第2009 / 107743 (WO, A1)
韓国公開特許第10 - 2015 - 0125634 (KR, A)
特表2014 - 511469 (JP, A)
韓国登録特許第10 - 1459962 (KR, B1)
特表2014 - 511985 (JP, A)
特表2016 - 505784 (JP, A)
特表2014 - 514513 (JP, A)
国際公開第2014 / 209029 (WO, A1)
韓国登録特許第10 - 1334002 (KR, B1)
韓国登録特許第10 - 1519541 (KR, B1)
韓国公開特許第10 - 2015 - 0039427 (KR, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B63B 25 / 16
B63H 21 / 38