

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年6月22日(22.06.2017)

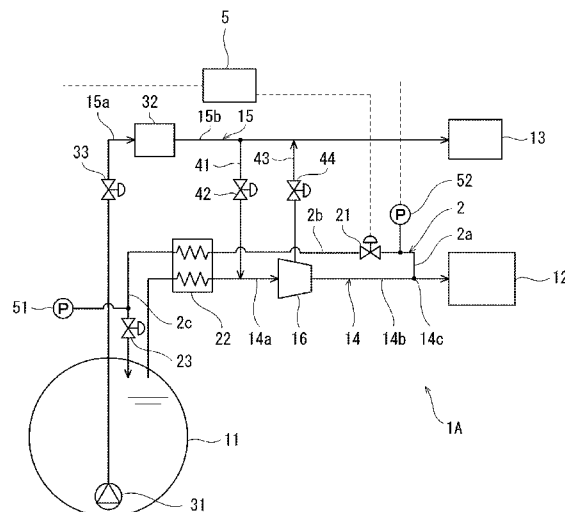


(10) 国際公開番号
WO 2017/104698 A1

- (51) 国際特許分類:
F02M 21/02 (2006.01) *B63J 3/04* (2006.01)
B63B 25/16 (2006.01) *F02B 43/00* (2006.01)
B63H 21/14 (2006.01) *F17C 13/00* (2006.01)
B63H 21/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087197
- (22) 国際出願日: 2016年12月14日(14.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-248008 2015年12月18日(18.12.2015) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 安藤 明洋 (ANDO, Akihiro). 武田 宏之 (TAKEDA, Hiroyuki). 印藤 尚子 (INDOH, Naoko). 安部 崇嗣 (ABE, Takashi). 成島 直樹 (NARISHIMA, Naoki). 橋本 康平 (HASHIMOTO, Kohei).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PAT- 添付公開書類:
ENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OF- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SHIP

(54) 発明の名称: 船舶



(57) Abstract: A ship is provided with: a gas engine; a tank for storing liquefied natural gas; a supply line that is provided with a compressor and that guides boil-off gas generated within the tank to the gas engine as fuel gas; a return line that branches from the supply line downstream from the compressor and connects with the tank, said return line being provided with an expansion device; a return valve that is provided to a part of the return line upstream from the expansion device and that has a changeable opening degree; a heat exchanger that performs heat exchange between a heat medium and boil-off gas flowing between the return valve and the expansion device in the return line; a pressure gauge that detects the pressure of boil-off gas flowing between the return valve and the expansion device in the return line; and a control device that controls the return valve so that the pressure of the boil-off gas detected by the pressure gauge reaches a set pressure.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/104698 A1



船舶は、ガスエンジンと、液化天然ガスを貯留するタンクと、タンク内で発生したボイルオフガスを燃料ガスとしてガスエンジンへ導く、圧縮機が設けられた供給ラインと、圧縮機よりも下流側で供給ラインから分岐してタンクへつながる、膨張装置が設けられた返送ラインと、返送ラインにおける膨張装置よりも上流側部分に設けられた、開度変更可能な返送弁と、返送ラインにおける返送弁と膨張装置との間を流れるボイルオフガスと熱媒体との間で熱交換を行う熱交換器と、返送ラインにおける返送弁と膨張装置との間を流れるボイルオフガスの圧力を検出する圧力計と、圧力計により検出されるボイルオフガスの圧力が設定圧力となるように返送弁を制御する制御装置と、を備える。

明 細 書

発明の名称：船舶

技術分野

[0001] 本発明は、ガスエンジンを含む船舶に関する。

背景技術

[0002] 従来から、液化天然ガスを貯蔵するタンクと、タンク内で発生したボイルオフガスが燃料ガスとして供給される推進用のガスエンジンを含む船舶が知られている。ボイルオフガスは、圧縮機によりガスエンジンが要求する圧力範囲に昇圧されてからガスエンジンへと供給される。このような船舶には、ボイルオフガスの発生量がガスエンジンの燃料ガス消費量よりも多い場合に、余剰ガスをタンクへと返送したりガス燃焼装置などにて焼却処理したりするものが知られている。

[0003] 例えば、特許文献１には、図４に示すように、タンク１１０から導かれたボイルオフガスを高圧ガスコンプレッサ１２０で昇圧して、ガス焚きエンジンへと供給する船舶１００が開示されている。この船舶１００は、高圧ガスコンプレッサ１２０で圧縮されたガスを部分的に液化し、タンク１１０内の液化天然ガスへと戻す返送ライン１３０を備える。返送ライン１３０には、上流側から順に、流量制御弁１３１、熱交換器１３２、膨張弁１３３、および気液分離器１３４が設けられている。流量制御弁１３１は、船速に応じて熱交換器１３２に移送されるボイルオフガスの流量を調整している。高圧ガスコンプレッサ１２０で圧縮されたボイルオフガスは、流量制御弁１３１を通過した後、熱交換器１３２で冷却されて少なくとも部分的に液化し、膨張弁１３３で膨張される。膨張されることで低圧且つ低温となったボイルオフガスは、気液分離器１３４でガス成分と液成分に分離され、液成分のみが移送ポンプ１３５によりタンク１１０へと戻される。ガス成分は、気液分離器１３４から圧力調整弁１３６が設けられた再循環ライン１３７を通じてタンク１１０から高圧ガスコンプレッサ１２０へと導かれるボイルオフガスと合

流する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-158263号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、図4に示す船舶100では、再循環ライン137の下流端がタンク110から高压ガスコンプレッサ120へと導くラインに接続されている。このため、返送ライン130にて液化されずに再循環ライン137を通じて再循環されるボイルオフガスの量が多く、高压ガスコンプレッサ120の容量に上限がある場合は、結果的にタンク110内のボイルオフガスの圧力の上昇につながる。従って、返送ライン130に流れるボイルオフガスの再液化率（ボイルオフガスの返送量に対する再液化量の割合）はできる限り大きいことが望ましい。

[0006] そこで、本発明は、返送ラインを通じてタンクへ返送されるボイルオフガスの再液化率を向上させることができる船舶を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 前記課題を解決するために、本願発明者等は、鋭意研究の結果、膨張弁等の膨張装置の上流側のボイルオフガスの圧力を最適化させることにより、膨張装置を通過した後のボイルオフガスの再液化率が向上することを見出した。本発明は、このような観点からなされたものである。

[0008] すなわち、本発明の船舶は、ガスエンジンと、液化天然ガスを貯留するタンクと、前記タンク内で発生したボイルオフガスを燃料ガスとして前記ガスエンジンへ導く、圧縮機が設けられた供給ラインと、前記圧縮機よりも下流側で前記供給ラインから分岐して前記タンクへつながる、膨張装置が設けられた返送ラインと、前記返送ラインにおける前記膨張装置よりも上流側部分に設けられた、開度変更可能な返送弁と、前記返送ラインにおける前記返送

弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスと熱媒体との間で熱交換を行う熱交換器と、前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスの圧力を検出する圧力計と、前記圧力計により検出されるボイルオフガスの圧力が設定圧力となるように前記返送弁を制御する制御装置と、を備える。

[0009] 上記の構成によれば、制御装置は、返送ラインにおける返送弁と膨張装置との間を流れるボイルオフガスの圧力が設定圧力となるように返送弁を制御するため、膨張装置を通過した後のボイルオフガスの再液化率を向上させることができる。

[0010] 上記の船舶において、前記圧力計は、第1圧力計であり、前記船舶は、前記供給ラインにおける前記圧縮機よりも下流側部分を流れるボイルオフガスの圧力を検出する第2圧力計を更に備え、前記制御装置は、前記第2圧力計により検出されるボイルオフガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記設定圧力に基づく制御に優先して前記返送弁の開度を増大させてもよい。この構成によれば、第2圧力計により検出されるボイルオフガスの圧力が上昇しすぎた場合にはその圧力の上昇を抑制し、それ以外の場合には、上記の再液化率を向上させる効果を得ることができる。

[0011] 上記の船舶において、前記熱交換器は、前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスと前記供給ラインにおける前記圧縮機よりも上流側部分に流れるボイルオフガスとの間で熱交換を行ってもよい。この構成によれば、供給ラインにおける圧縮機よりも上流側部分に流れるボイルオフガスを利用して、返送ラインを流れるボイルオフガスを冷却することができる。

[0012] 上記の船舶において、前記ガスエンジンは、主ガスエンジンであり、前記供給ラインは、第1供給ラインであり、前記船舶は、発電用の副ガスエンジンと、前記タンク内から液化天然ガスを取り出し、その液化天然ガスが気化した気化ガスを燃料ガスとして前記副ガスエンジンへ導く第2供給ラインと、を備え、前記熱交換器は、前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張

装置との間を流れるボイルオフガスと前記第２供給ラインを流れる液化天然ガスとの間で熱交換を行ってもよい。この構成によれば、第２供給ラインを流れる液化天然ガスを利用して、返送ラインを流れるボイルオフガスを冷却することができる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、返送ラインを通じてタンクへ返送されるボイルオフガスの再液化率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図１]第１実施形態に係る船舶の概略構成図である。

[図２]第１実施形態における第１供給ラインおよび返送ラインに流れるボイルオフガスのモリエル線図である。

[図３]第２実施形態に係る船舶の概略構成図である。

[図４]従来の船舶の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0015] (第１実施形態)

図１に、本発明の第１実施形態に係る船舶１Ａを示す。この船舶１Ａは、液化天然ガス（以下、ＬＮＧという）を貯留するタンク１１と、推進用の主ガスエンジン１２と、発電用（すなわち、船内電源用）の副ガスエンジン１３を含む。

[0016] 図例では、タンク１１が１つだけ設けられているが、タンク１１は複数設けられていてもよい。例えば、船舶１ＡがＬＮＧ運搬船である場合、船舶１Ａには複数のタンク１１がカーゴタンクとして装備される。また、図例では、主ガスエンジン１２および副ガスエンジン１３が１つずつ設けられているが、主ガスエンジン１２が複数設けられていてもよいし、副ガスエンジン１３が複数設けられていてもよい。

[0017] 本実施形態では、船舶１Ａが機械推進式であり、主ガスエンジン１２がスクリュープロペラ（図示せず）を直接的に回転駆動する。ただし、船舶１Ａが電気推進式であり、主ガスエンジン１２がスクリュープロペラを電動モーター

タを介して回転駆動してもよい。

[0018] 主ガスエンジン 12 は、燃料ガス噴射圧が例えば 20～35 MPa 程度と高圧なディーゼルサイクル方式の 2 ストロークエンジンである。ただし、主ガスエンジン 12 は、燃料ガス噴射圧が例えば 1～2 MPa 程度と中圧なオットーサイクル方式の 2 ストロークエンジンであってもよい。あるいは、電気推進の場合は、主ガスエンジン 12 が、燃料ガス噴射圧が例えば 0.5～1 MPa 程度と低圧なオットーサイクル方式の 4 ストロークエンジンであってもよい。また、主ガスエンジン 12 は、燃料ガスのみを燃焼させるガス専焼エンジンであってもよいし、燃料ガスと燃料油の一方または双方を燃焼させる二元燃料エンジンであってもよい（二元燃料エンジンの場合、燃料ガスを燃焼させるときがオットーサイクル、燃料油を燃焼させるときがディーゼルサイクルであってもよい）。

[0019] 副ガスエンジン 13 は、燃料ガス噴射圧が例えば 0.5～1 MPa 程度と低圧なオットーサイクル方式の 4 ストロークエンジンであり、発電機（図示せず）と連結されている。副ガスエンジン 13 は、燃料ガスのみを燃焼させるガス専焼エンジンであってもよいし、燃料ガスと燃料油の一方または双方を燃焼させる二元燃料エンジンであってもよい。

[0020] 主ガスエンジン 12 へは、第 1 供給ライン 14 により、自然入熱によりタンク 11 内で発生するボイルオフガス（以下、BOG という）が主な燃料ガスとして導かれる。副ガスエンジン 13 へは、第 2 供給ライン 15 により、タンク 11 内から取り出された LNG が気化したガス（以下、VG という）が主な燃料ガスとして導かれる。

[0021] 第 1 供給ライン 14 には、タンク 11 から導かれた BOG を高圧に圧縮する圧縮機 16 が設けられている。本実施形態では、圧縮機 16 は、導かれた BOG を段階的に圧縮する多段式の高圧圧縮機である。ただし、圧縮機 16 は、例えば主ガスエンジン 12 の燃料ガス噴射圧が低圧の場合は、低圧圧縮機であってもよい。

[0022] 本実施形態では、圧縮機 16 が BOG を超臨界状態まで、換言すれば図 2

中の超臨界圧 P_c （飽和液体線 L_1 と飽和蒸気線 L_2 の交点）よりも高い圧力まで圧縮する。例えば、圧縮機 16 から吐出される B O G の圧力は 20 ～ 35 MPa 程度であり、温度は 45 ～ 55 °C 程度である。

[0023] 第 1 供給ライン 14 における圧縮機 16 よりも下流側部分 14 b からは、返送ライン 2 が分岐している。返送ライン 2 は、第 1 供給ライン 14 の分岐点 14 c から延びて、タンク 11 につながっている。返送ライン 2 の先端は、タンク 11 内の L N G の液面よりも上方に位置していてもよいし、液面よりも下方に位置していてもよい。

[0024] 返送ライン 2 には、上流側から順に、返送弁 21、熱交換器 22、膨張装置 23 が設けられている。返送弁 21 は、開度変更可能な圧力制御弁である。返送弁 21 は、圧力制御弁の代わりに、流量制御弁であってもよい。返送弁 21 は、返送ライン 2 を通じてタンク 11 へ返送される B O G を減圧する。返送弁 21 により減圧された B O G は、熱交換器 22 に流入する。本実施形態では、返送弁 21 が開閉されることにより B O G が返送ライン 2 を通じて返送されるが、返送ライン 2 には、返送弁 21 とは別に開閉弁が設けられていてもよい。

[0025] 熱交換器 22 は、第 1 供給ライン 14 における圧縮機 16 よりも上流側部分 14 a に流れる B O G と、返送ライン 2 における返送弁 21 と膨張装置 23 との間を流れる B O G との間で熱交換を行う。返送ライン 2 を通過する B O G は、第 1 供給ライン 14 を通過する B O G により冷却される。返送ライン 2 において熱交換器 22 から流れる B O G の温度、すなわち返送ライン 2 における熱交換器 22 と膨張装置 23 との間の部分 2 c の B O G の温度 T_1 は、返送ライン 2 における熱交換器 22 を通過する B O G の流量や圧力、第 1 供給ライン 14 における熱交換器 22 に流入する B O G の流量や温度などの種々の要素に依存する。

[0026] 膨張装置 23 は、返送ライン 2 に沿って熱交換器 22 から流れる B O G を膨張させる。これにより、返送ライン 2 における膨張装置 23 より下流側部分の B O G は、低圧かつ低温の気液二相状態となる。こうして、第 1 供給ラ

イン 14 から返送ラインへと流入した B O G は、部分的に液化されてタンク 11 に返送される。膨張装置 23 は、例えば、膨張弁やエゼクター、膨張タービンなどである。

[0027] タンク 11 内には、ポンプ 31 が配置されており、第 2 供給ライン 15 には、タンク 11 内のポンプ 31 から取り出された L N G を強制的に気化する強制気化器 32 が設けられている。強制気化器 32 は、例えばボイラにて生成される蒸気を熱源として L N G を強制的に気化し、V G を生成する。なお、第 2 供給ライン 15 における強制気化器 32 より下流側部分 15 b には、V G からエタンなどの重質分を除去するための機器（例えば、冷却器および気液分離器）が設けられていることが望ましい。これにより、メタン価の高い V G を副ガスエンジン 13 へ供給することができる。

[0028] 第 2 供給ライン 15 における強制気化器 32 より上流側部分 15 a には、流量制御弁 33 が設けられている。流量制御弁 33 は、強制気化器 32 により生成される気化ガス量を調整する。

[0029] さらに、第 2 供給ライン 15 からは、第 1 ブリッジライン 41 が第 1 供給ライン 14 につながっている。第 1 ブリッジライン 41 は、B O G が主ガスエンジン 12 の燃料ガス消費量 Q_1 に対して不足するときに、第 2 供給ライン 15 における強制気化器 32 より下流側部分 15 b から第 1 供給ライン 14 における圧縮機 16 より上流側部分 14 a へ V G を導く。その結果、主ガスエンジン 12 へは、燃料ガスとして B O G および V G が供給される。第 1 ブリッジライン 41 には、開度変更が可能な第 1 調整弁 42 が設けられている。

[0030] また、圧縮機 16 の中間からは、第 2 ブリッジライン 43 が第 2 供給ライン 15 における強制気化器 32 より下流側部分 15 b につながっている。第 2 ブリッジライン 43 は、B O G が主ガスエンジン 12 の燃料ガス消費量 Q_1 に対して余るときに、圧縮機 16 から第 2 供給ライン 15 へ B O G を導く。その結果、副ガスエンジン 13 へは、燃料ガスとして V G および B O G（場合によっては、B O G のみ）が供給される。第 2 ブリッジライン 43 には

、開度変更が可能な第2調整弁44が設けられている。

[0031] また、返送ライン2における膨張装置23と返送弁21との間には、第1圧力計51が設けられている。第1圧力計51は、返送ライン2における膨張装置23と返送弁21との間のB O Gの圧力 p_1 を検出する。図1では、第1圧力計51は、返送ライン2における膨張装置23と熱交換器22との間の部分2cに配置されているが、これに限定されず、例えば、第1圧力計51は、返送ライン2における返送弁21と熱交換器22との間の部分2bに配置されていてもよい。

[0032] また、返送ライン2における返送弁21よりも上流側部分2aには、第2圧力計52が設けられている。第2圧力計52は、返送ライン2における返送弁21よりも上流側部分2aのB O Gの圧力 p_2 を検出する。ここで、返送ライン2における返送弁21よりも上流側部分2aは、第1供給ライン14における圧縮機16より下流側部分14bと連通している。このため、第2圧力計52により検出されるB O Gの圧力 p_2 は、いわば第1供給ライン14における圧縮機16より下流側部分14bのB O G（すなわち、主ガスエンジン12に供給されるB O G）の圧力である。第1圧力計51および第2圧力計52により検出された圧力値は、それぞれ、制御装置5に送られる。

[0033] 上述した返送弁21、流量制御弁33、第1調整弁42および第2調整弁44は、制御装置5により制御される。

[0034] 制御装置5へは、主ガスエンジン12の燃料ガス噴射タイミングなどを制御する第1ガスエンジン制御器（図示せず）および副ガスエンジン13の燃料ガス噴射タイミングなどを制御する第2ガスエンジン制御器（図示せず）から各種の信号が送信される。例えば、制御装置5は、第1ガスエンジン制御器から送信される信号から主ガスエンジン12の燃料ガス消費量 Q_1 を算出するとともに、第2ガスエンジン制御器から送信される信号から副ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_2 を算出する。ただし、制御装置5は、第1ガスエンジン制御器から燃料ガス消費量 Q_1 を直接的に取得してもよいし、

第2 ガスエンジン制御器から燃料ガス消費量 Q_2 を直接的に取得してもよい。

[0035] 次に、返送弁21を通じてBOGがタンク11へ返送されるとき制御について説明する。

[0036] 例えば、制御装置5は、以下の条件(A)～(D)の少なくとも1つを満たすときに返送弁21を開く。

(A) 第2ブリッジライン43から副ガスエンジン13にBOGを供給していない場合、タンク11内のLNGの量およびタンク11内のBOGの圧力から算出されたBOGの利用可能量 Q_a が、主ガスエンジン12の燃料ガス消費量 Q_1 より大きいとき

(B) 第2ブリッジライン43から副ガスエンジン13にBOGを供給している場合、主ガスエンジン12の燃料ガス消費量 Q_1 と副ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_2 の総計よりBOGの利用可能量 Q_a が大きいとき

(C) タンク11内のBOGの圧力が所定の圧力より大きいとき

(D) 主ガスエンジン12の負荷が所定の割合(例えば70%)より低いとき

[0037] 制御装置5は、返送弁21を開いている間、第1圧力計51により検出されるBOGの圧力 p_1 が設定圧力 P_s となるように返送弁21の開度を制御する。ここで、設定圧力 P_s は、膨張装置23を通過したBOGの再液化率が増大するように、返送ライン2における熱交換器22を通過するBOGの流量、第1供給ライン14における熱交換器22に流入するBOGの流量や温度などの種々の要素に応じて適宜設定される。本実施形態では、図2に示すように設定圧力 P_s は、超臨界圧 P_c よりも大きい圧力に設定されている。ただし、設定圧力 P_s は、超臨界圧 P_c 以下の圧力であってもよい。

[0038] 例えば主ガスエンジン12の負荷の急激な低下などの理由で、第1供給ライン14における圧縮機16より下流側部分14bの圧力 p_2 が過度に上昇することがある。このような場合、制御装置5は、上述の設定圧力 P_s に基づく制御に優先して返送弁21の開度を増大させる。具体的には、制御装置

5は、第2圧力計52により検出されるB O Gの圧力 p_2 が閾値 P_{TH} を上回ったときに、返送弁21の開度を増大させる。例えば、上述制御に関しては、制御開始が返送制御途中であり、返送弁21が中間開度から開始してもよいし、制御開始が返送制御開始前であり、返送弁21が全閉状態から開始してもよい。

[0039] 次に、図1および図2を参照しながら、第1供給ライン14および返送ライン2に流れるB O Gの状態変化について説明する。なお、図2には、比較のため、返送弁21による減圧なしで返送ライン2を通じてタンク11にB O Gを返送したときのB O Gの状態変化を一点鎖線で示している。また、図2には、B O Gの温度 $T_1 \sim T_3$ ($T_1 < T_2 < T_3$) のそれぞれについての等温線 $L_{T_1} \sim L_{T_3}$ を細い実線で示している。

[0040] まず、低圧かつ低温の飽和状態（点A）のB O Gが第1供給ライン14を通じてタンク11から熱交換器22に流入し、返送ライン2に流れる高圧かつ高温のB O Gと熱交換することによって過熱（スーパーヒート）される（点A→点B）。その後、B O Gは圧縮機16によって超臨界状態まで圧縮される（点B→点C）。第1供給ライン14から返送ライン2に流入したB O Gは、返送弁21により、設定圧力 P_s まで減圧され、B O Gの温度は温度 T_3 から温度 T_2 へ低下する（点C→点D）。その後、返送弁21により減圧されたB O Gは、熱交換器22で冷却され、B O Gの温度は温度 T_2 から温度 T_1 へ低下する（点D→点E）。なお、B O Gは、熱交換器22での冷却によって液化される。熱交換器22から流れる液状態のB O Gは、膨張装置23で膨張されることによって低圧かつ低温の気液二相状態となる（点E→点F）。図2からも分かるように、本実施形態におけるB O Gの再液化率は、返送弁21による減圧なしで返送ライン2を通じてタンク11にB O Gを返送した場合（点C→点E'→点F'）の再液化率に比べて大きくなる。

[0041] 以上説明したように、本実施形態の船舶1Aでは、制御装置5は、返送ライン2における返送弁21と膨張装置23との間を流れるB O Gの圧力 p_1 が設定圧力 P_s となるように返送弁21を制御するため、膨張装置23を通

過した後のB O Gの再液化率を向上させることができる。例えば、冷熱の絶対量が同じであれば、点Eまで冷却できる返送ガス量自体は減るものの、液化率が上がり液化量は増加する。

[0042] また、本実施形態では、制御装置5が、第2圧力計52により検出されるB O Gの圧力 p_2 が閾値 P_{TH} を上回ったときに、返送弁21の開度を増大させるため、圧力 p_2 が上昇しすぎた場合に圧力 p_2 の上昇を抑制し、それ以外の場合には、上記の効果を得ることができる。

[0043] また、本実施形態では、第1供給ライン14における圧縮機16よりも上流側部分14aに流れるB O Gを利用して、返送ライン2を流れるB O Gを冷却することができる。

[0044] (第2実施形態)

次に、図3を参照して、本発明の第2実施形態に係る船舶1Bを説明する。なお、本実施形態において、第1実施形態と同一構成要素には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

[0045] 本実施形態では、図1に示す熱交換器22の代わりに、返送ライン2における返送弁21と膨張装置23との間を流れるB O Gと第2供給ライン15を流れるL N Gとの間で熱交換を行う熱交換器24が設けられている。本実施形態は、タンク11から圧縮機16に導かれるB O Gが通過する熱交換器が設けられない点や返送ライン2における返送弁21と膨張装置23との間を流れるB O Gを冷却する熱媒体がL N Gである点などで、第1実施形態とは異なる。このため、本実施形態のB O Gの状態変化は、図2に示した第1実施形態のB O Gの状態変化とは異なる状態変化となる。従って、本実施形態では、第1実施形態とは異なる設定圧力 P_s が、膨張装置23を通過したB O Gの再液化率が増大するように上述した種々の要素に応じて適宜設定される。

[0046] 本実施形態でも、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。また、本実施形態では、第2供給ライン15を流れるL N Gを利用して、返送ライン2を流れるB O Gを冷却することができる。

[0047] (その他の実施形態)

上記実施形態は、全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0048] 例えば、上記実施形態では、制御装置 5 が、第 2 圧力計 5 2 により検出される B O G の圧力 p_2 が閾値 P_{TH} を上回ったときに、返送弁 2 1 の開度を増大させたが、これに限定されない。例えば、制御装置 5 は、第 1 圧力計 5 1 により検出される B O G の圧力 p_1 を設定圧力 P_s に維持したままで、圧力 p_2 が閾値 P_{TH} を上回ったときに、第 1 供給ライン 1 4 における圧縮機 1 6 より下流側部分 1 4 b の B O G をガス燃焼装置など（図示せず）に逃すように制御してもよい。

[0049] 上記実施形態では、圧縮機 1 6 が B O G を超臨界圧 P_c よりも高い圧力まで圧縮していたが、これに限定されず、例えば、主ガスエンジン 1 2 の燃料ガス噴射圧が中圧（例えば 1 ～ 2 MP a 程度）であったり、低圧（例えば 0 . 5 ～ 1 MP a 程度）であったりする場合、圧縮機 1 6 から主ガスエンジン 1 2 へ供給される圧力 p_2 は、超臨界圧 P_c よりも低くてもよい。

[0050] また、返送ライン 2 には、第 1 実施形態の熱交換器 2 2 と第 2 実施形態の熱交換器 2 4 の双方が設けられていてもよい。この場合、熱交換器 2 2 および熱交換器 2 4 は、返送ライン 2 に別々に設けられてもよいし、返送ライン 2 に一体的に設けられてもよい。

[0051] また、第 1 ブリッジライン 4 1 には、第 1 調整弁 4 2 の代わりに、一次圧が変動しても一定の二次圧を出力する減圧弁と、逆止弁が設けられていてもよい。この構成によれば、第 1 供給ライン 1 4 における圧縮機 1 6 より上流側部分 1 4 a を流れる B O G の圧力が減圧弁の二次圧を下回ったときに、V G が自動的に補給される。

[0052] また、主ガスエンジン 1 2 および副ガスエンジン 1 3 の一方または双方は、必ずしもレシプロエンジンである必要はなく、ガスタービンエンジンであ

ってもよい。本発明のガスエンジンは、推進用の主ガスエンジンでなくてもよく、例えば船内電源用のガスエンジンであってもよい。

[0053] また、本発明は、第1ブリッジライン41および／または第2ブリッジライン43を有さない船舶にも適用可能である。さらに、本発明は、副ガスエンジン13およびそれにVGを供給するための第2供給ライン15を有さない船舶にも適用可能である。

符号の説明

- [0054] 1 A, 1 B 船舶
- 1 1 タンク
- 1 2 主ガスエンジン（ガスエンジン）
- 1 3 副ガスエンジン
- 1 4 第1供給ライン（供給ライン）
- 1 5 第2供給ライン
- 1 6 圧縮機
- 2 返送ライン
- 2 1 返送弁
- 2 2, 2 4 熱交換器
- 5 制御装置
- 5 1 第1圧力計（圧力計）
- 5 2 第2圧力計

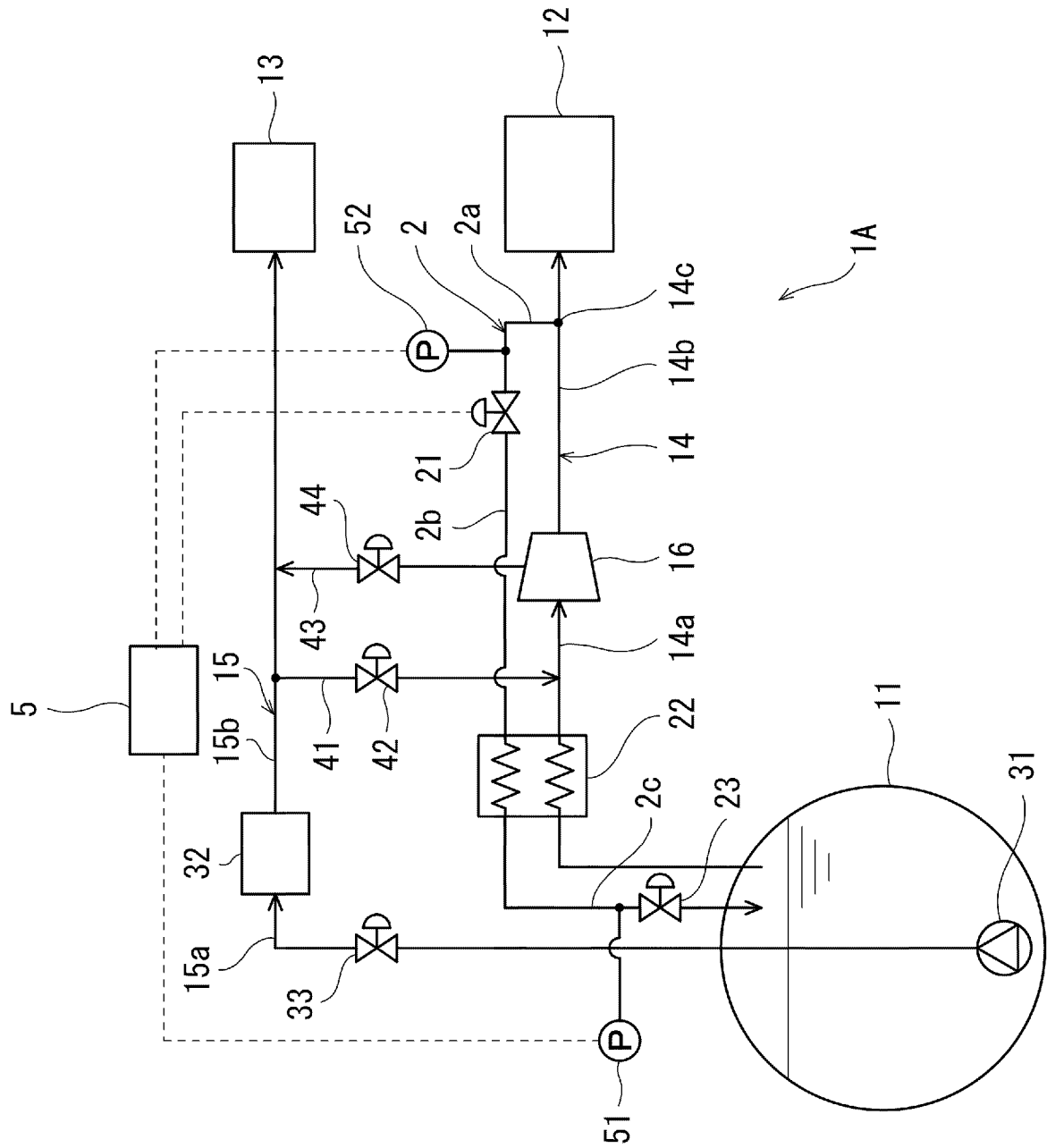
請求の範囲

- [請求項1] ガスエンジンと、
 液化天然ガスを貯留するタンクと、
 前記タンク内で発生したボイルオフガスを燃料ガスとして前記ガスエンジンへ導く、圧縮機が設けられた供給ラインと、
 前記圧縮機よりも下流側で前記供給ラインから分岐して前記タンクへつながる、膨張装置が設けられた返送ラインと、
 前記返送ラインにおける前記膨張装置よりも上流側部分に設けられた、開度変更可能な返送弁と、
 前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスと熱媒体との間で熱交換を行う熱交換器と、
 前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスの圧力を検出する圧力計と、
 前記圧力計により検出されるボイルオフガスの圧力が設定圧力となるように前記返送弁を制御する制御装置と、を備える、船舶。
- [請求項2] 前記圧力計は、第1圧力計であり、前記船舶は、前記供給ラインにおける前記圧縮機よりも下流側部分を流れるボイルオフガスの圧力を検出する第2圧力計を更に備え、
 前記制御装置は、前記第2圧力計により検出されるボイルオフガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記設定圧力に基づく制御に優先して前記返送弁の開度を増大させる、請求項1に記載の船舶。
- [請求項3] 前記熱交換器は、前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスと前記供給ラインにおける前記圧縮機よりも上流側部分に流れるボイルオフガスとの間で熱交換を行う、請求項1または2に記載の船舶。
- [請求項4] 前記ガスエンジンは、主ガスエンジンであり、前記供給ラインは、第1供給ラインであり、
 前記船舶は、発電用の副ガスエンジンと、前記タンク内から液化天

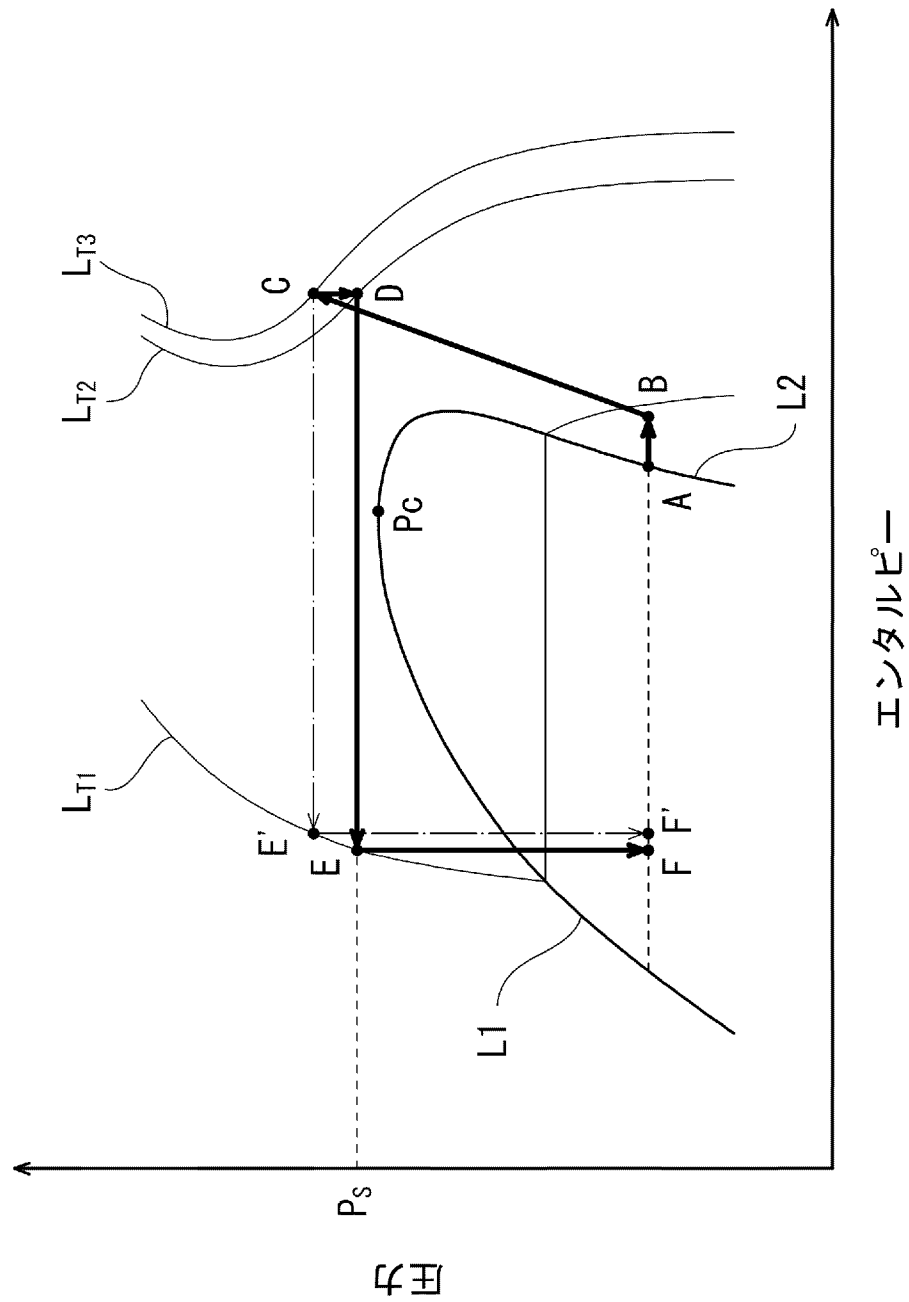
然ガスを取り出し、その液化天然ガスが気化した気化ガスを燃料ガスとして前記副ガスエンジンへ導く第2供給ラインと、を備え、

前記熱交換器は、前記返送ラインにおける前記返送弁と前記膨張装置との間を流れるボイルオフガスと前記第2供給ラインを流れる液化天然ガスとの間で熱交換を行う、請求項1～3のいずれか一項に記載の船舶。

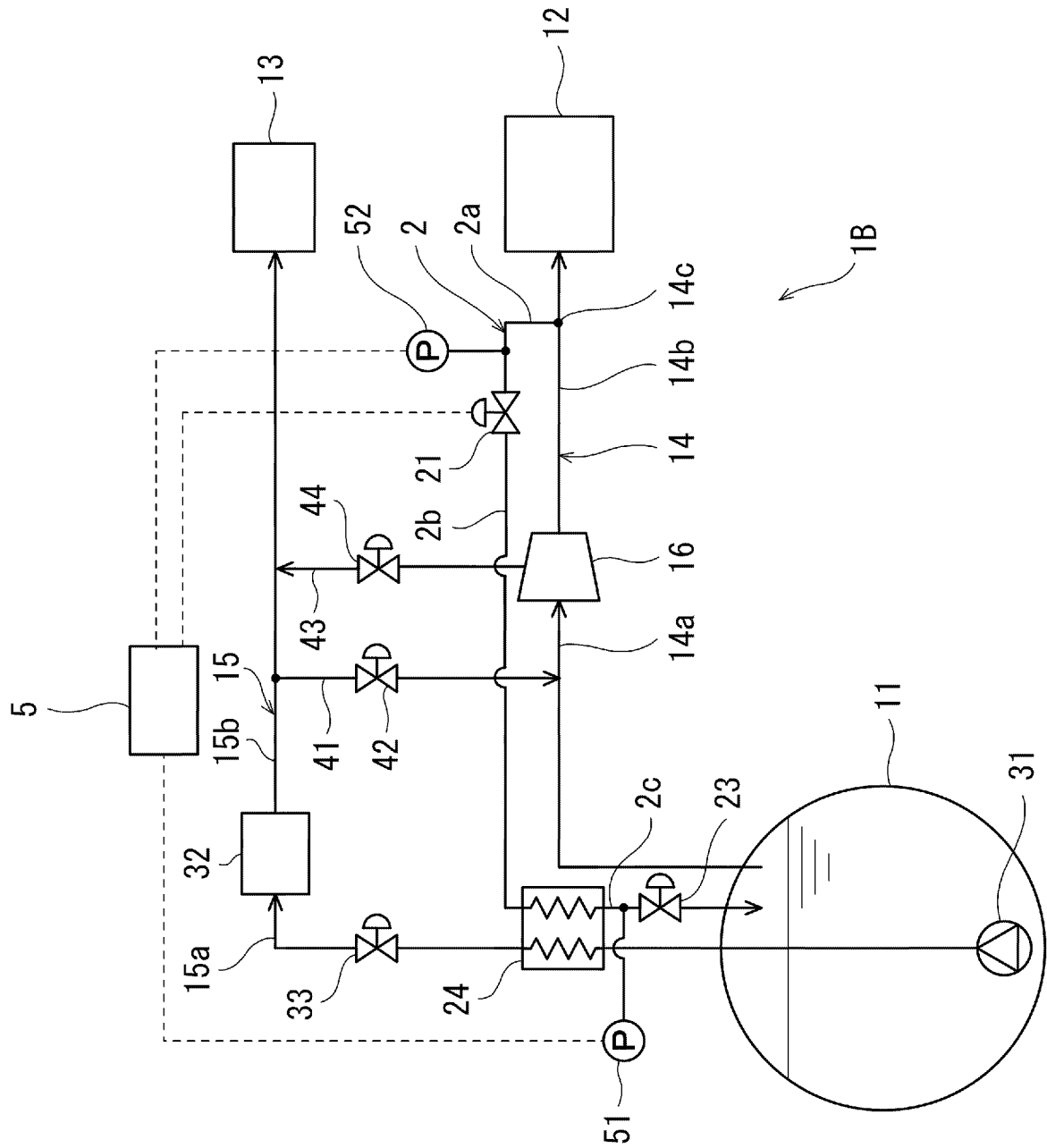
[図1]



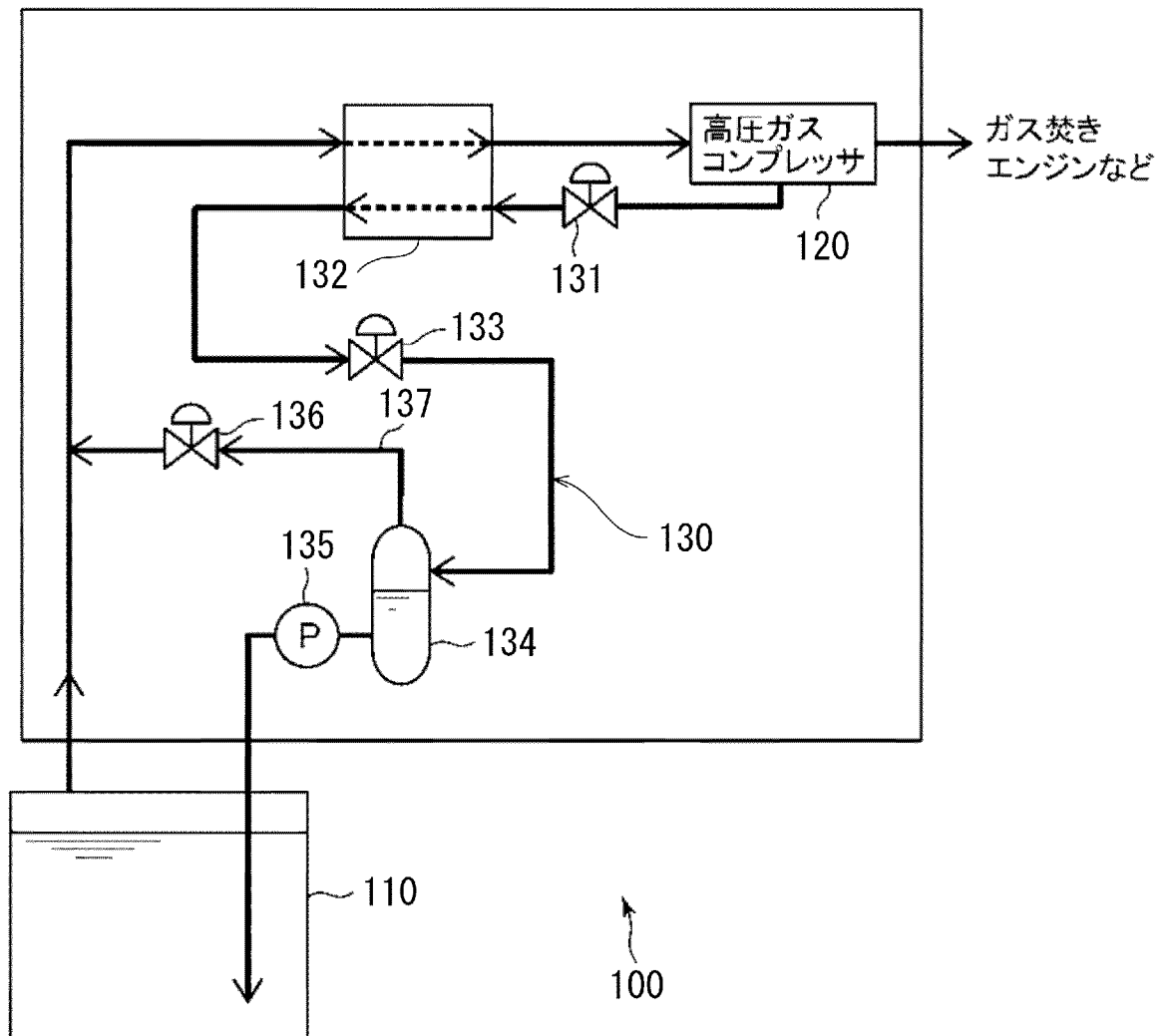
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/087197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M21/02(2006.01)i, B63B25/16(2006.01)i, B63H21/14(2006.01)i, B63H21/38(2006.01)i, B63J3/04(2006.01)i, F02B43/00(2006.01)i, F17C13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02M21/02, B63B25/16, B63H21/14, B63H21/38, B63J3/04, F02B43/00, F17C13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-158263 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 03 September 2015 (03.09.2015), paragraphs [0012] to [0016], [0022] to [0025]; fig. 1, 4 (Family: none)	1, 3 2, 4
Y	JP 62-243936 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 October 1987 (24.10.1987), page 3, upper left column, lines 2 to 18 (Family: none)	1, 3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 February 2017 (15.02.17)

Date of mailing of the international search report
28 February 2017 (28.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/087197

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-11701 A (IHI Marine United Inc.), 20 January 2011 (20.01.2011), entire text; all drawings & US 2012/0108116 A1 & WO 2011/004555 A1 & EP 2452867 A1 & KR 10-2012-0048598 A & CN 102574565 A	1-4
A	JP 2013-210148 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), entire text; all drawings & WO 2013/146314 A1 & EP 2833063 A1 & CN 104094060 A & KR 10-2014-0107504 A	1-4
A	JP 2015-535913 A (Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.), 17 December 2015 (17.12.2015), entire text; all drawings & WO 2014/065621 A & WO 2014/065617 A & WO 2014/065618 A & WO 2014/065619 A & WO 2014/065620 A & WO 2014/092368 A & WO 2014/092369 A & WO 2014/209029 A & WO 2015/130122 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02M21/02(2006.01)i, B63B25/16(2006.01)i, B63H21/14(2006.01)i, B63H21/38(2006.01)i, B63J3/04(2006.01)i, F02B43/00(2006.01)i, F17C13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02M21/02, B63B25/16, B63H21/14, B63H21/38, B63J3/04, F02B43/00, F17C13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2015-158263 A (三井造船株式会社) 2015.09.03, 段落0012-0016, 0022-0025, 図1, 4 (ファミリーなし)	1, 3 2, 4
Y	JP 62-243936 A (三菱重工業株式会社) 1987.10.24, 第3ページ左上欄第2-18行 (ファミリーなし)	1, 3
A	JP 2011-11701 A (株式会社アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド) 2011.01.20, 全文, 全図 & US 2012/0108116 A1 & WO 2011/004555 A1 & EP 2452867 A1 & KR 10-2012-0048598 A & CN 102574565 A	1-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北村 亮

3 S

3521

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-210148 A (三菱重工業株式会社) 2013. 10. 10, 全文, 全図 & WO 2013/146314 A1 & EP 2833063 A1 & CN 104094060 A & KR 10-2014-0107504 A	1-4
A	JP 2015-535913 A (デウ シップビルディング アンド マリーン エンジニアリング カンパニー リミテッド) 2015. 12. 17, 全文, 全図 & WO 2014/065621 A & WO 2014/065617 A & WO 2014/065618 A & WO 2014/065619 A & WO 2014/065620 A & WO 2014/092368 A & WO 2014/092369 A & WO 2014/209029 A & WO 2015/130122 A	1-4