

(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 2017/104633 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/JP2016/086985
- (22) 国際出願日: 2016年12月13日(13.12.2016)
- (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 2015-247908 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 (ANDOH, 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 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (JP).
- (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).

[続葉有]

(54) Title: SHIP

(54) 発明の名称: 船舶

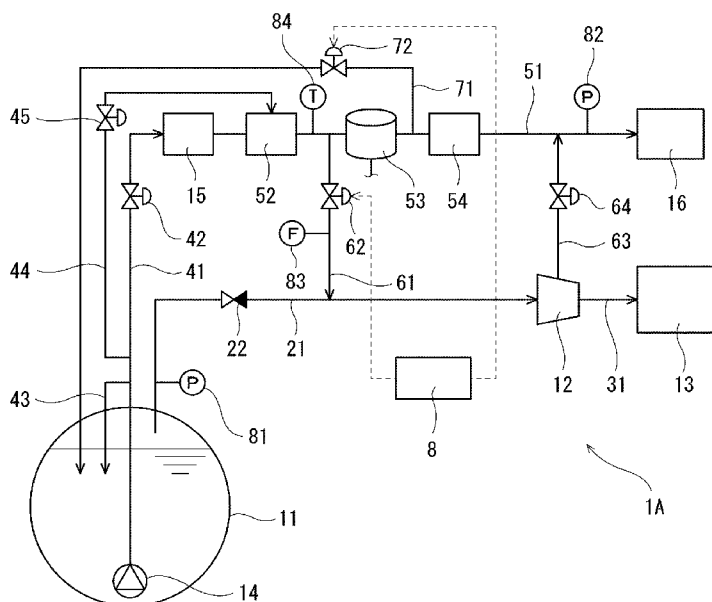


Fig. 1

(57) Abstract: A ship is provided with: a main gas engine for propulsion; a tank for storing liquefied natural gas (LNG); an air supply line that guides boil-off gas (BOG) generated in the tank to a compressor; a first supply line that guides BOG discharged from the compressor to the main gas engine; an auxiliary gas engine for power generation; a liquid supply line that guides LNG discharged from a pump arranged within the tank to a forced vaporizer; a second supply line that guides vaporized gas (VG) generated by the forced vaporizer to the auxiliary gas engine; a bridge line that guides VG from the second supply line to the air supply line and that is provided with a first regulator valve having a changeable opening degree; a return line that connects the second supply line with the tank and that is provided with a second regulator valve having a changeable opening degree; and a control device for controlling the first regulator valve and the second regulator valve.

(57) 要約: 船舶は、推進用の主ガスエンジンと、LNGを貯留するタンクと、タンク内で発生するBOGを圧縮機へ導く送気ラインと、圧縮機から吐出されるBOGを主ガスエンジンへ導く第1供給ラインと、発電用の副ガスエンジンと、タンク内に配置されたポンプから吐出されるLNGを強制気化器へ導く送液ラインと、強制気化器にて生成されるVGを副ガスエンジンへ導く第2供給ラインと、第2供給ラインから送気ラインへVGを導く、開度変更が可能な第1調整弁が設けられたブリッジラインと、第2供給ラインからタンクにつながる、開度変更が可能な第2調整弁が設けられた返送ラインと、第1調整弁および第2調整弁を制御する制御装置と、を備える。

WO 2017/104633 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：船舶

技術分野

[0001] 本発明は、推進用の主ガスエンジンと発電用の副ガスエンジンを含む船舶に関する。

背景技術

[0002] 従来から、推進用の主ガスエンジンと発電用の副ガスエンジンを含む船舶が知られている。例えば、特許文献１には、図４に示すような船舶１００が開示されている。

[0003] 具体的に、船舶１００は、液化天然ガスを貯留するタンク１１０と、推進用の主ガスエンジン１３０と、発電用の副ガスエンジン１４０を含む。主ガスエンジン１３０は、燃料ガス噴射圧が高圧のディーゼルサイクル方式のエンジンであり、副ガスエンジン１４０は、燃料ガス噴射圧が低圧の二元燃料エンジンである。

[0004] タンク１１０は、送気ライン１０１により高圧圧縮機１２０と接続されており、高圧圧縮機１２０は、第１供給ライン１０２により主ガスエンジン１３０と接続されている。送気ライン１０１は、タンク１１０内で発生するボイルオフガスを高圧圧縮機１２０へ導き、高圧圧縮機１２０は、ボイルオフガスを高圧（例えば、約３０ＭＰａ）に圧縮する。第１供給ライン１０２は、高圧圧縮機１２０から吐出される高圧のボイルオフガスを主ガスエンジン１３０へ導く。

[0005] また、高圧圧縮機１２０の中間からは第２供給ライン１０３が副ガスエンジン１４０につながっている。そして、ボイルオフガスの発生量が主ガスエンジン１３０の燃料ガス消費量よりも多い場合には、余剰ガスが第２供給ライン１０３を通じて副ガスエンジン１４０へ供給される。

[0006] さらに、図４に示す船舶１００では、ボイルオフガスの発生量が主ガスエンジン１３０の燃料ガス消費量よりも少ない場合にも、主ガスエンジン１３

0へ十分な量の燃料ガスを供給するための構成が採用されている。具体的に、タンク110内にポンプ150が配置され、このポンプ150が第1補給ライン104によりサクシヨンドラム160と接続されている。サクシヨンドラム160は第2補給ライン105により高圧ポンプ170と接続され、高圧ポンプ170は第3補給ライン106によりガスヒータ180と接続され、ガスヒータ180からは第4補給ライン107が第1供給ライン102につながっている。

[0007] また、第1供給ライン102からは、第4補給ライン107がつながる位置よりも下流側で連絡ライン190が分岐しており、この連絡ライン190は第2供給ライン103につながっている。連絡ライン190には、圧力調整機能付の逆止弁191が設けられている。つまり、第1供給ライン102における高圧ガスは、減圧された後に副ガスエンジン140へも供給可能である。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2015-145243号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、図4に示す船舶100では、ボイルオフガスの発生量が主ガスエンジン130の消費量よりも少ない場合には、高圧圧縮機120に加え、高圧ポンプ170を稼働させる必要がある。また、大気汚染防止の観点からは、二元燃料エンジンである副ガスエンジン140において燃料油の消費量を可能な限り少なくすることが望まれるが、これを実現する場合にも高圧ポンプ170を稼働させる必要がある。

[0010] そこで、本発明は、高圧ポンプを用いることなく主ガスエンジンおよび副ガスエンジンへ十分な量の燃料ガスを供給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

- [0011] 前記課題を解決するために、本発明の船舶は、推進用の主ガスエンジンと、液化天然ガスを貯留するタンクと、前記タンク内で発生するボイルオフガスを圧縮機へ導く送気ラインと、前記圧縮機から吐出されるボイルオフガスを前記主ガスエンジンへ導く第1供給ラインと、発電用の副ガスエンジンと、前記タンク内に配置されたポンプから吐出される液化天然ガスを強制気化器へ導く送液ラインと、前記強制気化器にて生成される気化ガスを前記副ガスエンジンへ導く第2供給ラインと、前記第2供給ラインから前記送気ラインへ前記気化ガスを導く、開度変更が可能な第1調整弁が設けられたブリッジラインと、前記第2供給ラインから前記タンクにつながる、開度変更が可能な第2調整弁が設けられた返送ラインと、前記第1調整弁および前記第2調整弁を制御する制御装置と、を備える、ことを特徴とする。
- [0012] 上記の構成によれば、液化天然ガスが強制気化器で強制的に気化され、その気化ガスが副ガスエンジンへ供給されるので、高圧ポンプを用いることなく、副ガスエンジンへ十分な量の燃料ガスを供給することができる。これにより、副ガスエンジンでの燃料油の燃焼を不要とするか燃料油の消費量を抑制することができる。しかも、ボイルオフガスが主ガスエンジンの燃料ガス消費量に対して不足する場合には、強制気化器にて生成される気化ガスを、ブリッジラインを通じて、圧縮機に吸入されるボイルオフガスに合流させることができる。従って、高圧ポンプを用いることなく、主ガスエンジンへ十分な量の燃料ガスを供給することができる。なお、「高圧ポンプを用いることなく」という文言は、圧縮機の故障時の代替手段として高圧ポンプが船舶に装備されることを排除する趣旨ではない。
- [0013] ところで、ブリッジラインに気化ガスが流れている間、換言すればブリッジラインに設けられた第1調整弁が開かれている間に、第2供給ラインを通じて副ガスエンジンへ供給される気化ガスが余ることがある。この場合に、返送ラインに設けられた第2調整弁を開けば、余剰の気化ガスをタンクへ返送することができる。

[0014] 上記の船舶は、前記タンク内のボイルオフガスまたは前記送気ラインに流れるボイルオフガスの圧力を検出する第1圧力計と、前記第2供給ラインに流れる気化ガスの圧力を検出する第2圧力計と、をさらに備え、前記制御装置は、前記タンク内の液化天然ガスの量および前記第1圧力計で検出されるボイルオフガスの圧力からボイルオフガスの利用可能量を算出し、前記ボイルオフガスの利用可能量が前記主ガスエンジンの燃料ガス消費量よりも少ない場合には、前記第1調整弁を所定開度を開くとともに、前記第1調整弁を所定開度を開いている間に、前記第2圧力計で検出される気化ガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記第2調整弁を全閉状態から所定開度まで開いてもよい。この構成によれば、強制気化器の応答遅れ、つまり発生させる気化ガス量の過不足に影響されることなく、第2供給ラインの圧力変化に追従できる。加えて、副ガスエンジンの燃料ガス消費量が減少しても、強制気化器の最小流量を維持することができる。

[0015] 上記の船舶は、前記タンク内のボイルオフガスまたは前記送気ラインに流れるボイルオフガスの圧力を検出する第1圧力計と、前記第2供給ラインに流れる気化ガスの圧力を検出する第2圧力計と、をさらに備え、前記制御装置は、前記タンク内の液化天然ガスの量および前記第1圧力計で検出されるボイルオフガスの圧力からボイルオフガスの利用可能量を算出し、前記ボイルオフガスの利用可能量が前記主ガスエンジンの燃料ガス消費量よりも少ない場合には、前記第1調整弁を所定開度を開くとともに、前記第1調整弁を所定開度を開いている間に、前記第2圧力計で検出される気化ガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記第1調整弁の開度を前記所定開度からさらに大きくしてもよい。この構成によれば、上述した強制気化器の応答遅れに影響されることなく第2供給ラインの圧力変化に追従できるという効果および強制気化器の最小流量を維持できるという効果に加え、返送ラインを通じて余剰の気化ガスをタンクへ返送する場合に比べてタンクへの入熱量を抑制できるという効果を得ることができる。

[0016] 前記制御装置は、前記第1調整弁を全閉状態に保っている間に、前記第2

圧力計で検出される気化ガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記第2調整弁を全閉状態から所定開度まで開いてもよい。この構成によれば、ブリッジラインに気化ガスが流れていないときに、第2供給ラインを通じて副ガスエンジンへ供給される気化ガスが余った場合でも、その余剰の気化ガスをタンクへ返送することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、高圧ポンプを用いることなく主ガスエンジンおよび副ガスエンジンへ十分な量の燃料ガスを供給できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係る船舶の概略構成図である。

[図2]タンク内のボイルオフガスの圧力と設定圧力との偏差とボイルオフガスの利用可能量との関係を示すグラフである。

[図3]変形例の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

[0019] 図1に、本発明の一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13と、発電用（すなわち、船内電源用）の副ガスエンジン16を含む。

[0020] 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。本実施形態では、船舶1AがLNG運搬船であり、船舶1Aには複数のカーゴタンクが装備されている。つまり、図1に示すタンク11は、複数のカーゴタンクのそれぞれである。また、図例では、主ガスエンジン13および副ガスエンジン16が1つずつ設けられているが、主ガスエンジン13が複数設けられていてもよいし、副ガスエンジン16が複数設けられていてもよい。

[0021] 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13がスクリュープローバ（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１３がスクリーブローバを発電機およびモータを介して回転駆動してもよい。

[0022] 主ガスエンジン１３は、燃料ガス噴射圧が例えば２０～３５ＭＰａ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１３は、燃料ガス噴射圧が例えば１～２ＭＰａ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１３が、燃料ガス噴射圧が例えば０．５～１ＭＰａ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（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）。

[0023] 副ガスエンジン１６は、燃料ガス噴射圧が例えば０．５～１ＭＰａ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１６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。

[0024] 主ガスエンジン１３の燃料ガスは、主に、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）であり、副ガスエンジン１６の燃料ガスは、主に、ＬＮＧが強制的に気化された気化ガス（以下、ＶＧという）である。

[0025] 具体的に、タンク１１は、送気ライン２１により圧縮機１２と接続されており、圧縮機１２は、第１供給ライン３１により主ガスエンジン１３と接続されている。また、タンク１１内には、ポンプ１４が配置されており、ポンプ１４は、送液ライン４１により強制気化器１５と接続されている。強制気化器１５は、第２供給ライン５１により副ガスエンジン１６と接続されている。

[0026] 送気ライン 21 は、タンク内で発生する B O G を圧縮機 12 へ導く。本実施形態では、圧縮機 12 が多段式の高圧圧縮機である。圧縮機 12 は、B O G を高圧に圧縮する。第 1 供給ライン 31 は、圧縮機 12 から吐出される高圧の B O G を主ガスエンジン 13 へ導く。ただし、圧縮機 12 は、例えば主ガスエンジン 13 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。

[0027] 送液ライン 41 は、ポンプ 14 から吐出される L N G を強制気化器 15 へ導く。送液ライン 41 には、開度変更が可能な調整弁 42 が設けられている。強制気化器 15 は、例えばボイラにて生成される蒸気を熱源として用い、L N G を強制的に気化して V G を生成する。第 2 供給ライン 51 は、強制気化器 15 にて生成される V G を副ガスエンジン 16 へ導く。

[0028] 本実施形態では、第 2 供給ライン 51 に、上流側から順に、冷却器 52、気液分離器 53 および加熱器 54 が設けられている。冷却器 52 は、強制気化器 15 にて生成される V G を冷却し、メタン以外の成分を主成分とする液成分を生成する。生成された液成分は、気液分離器 53 によって収集される。これにより、V G から重質分の多く（例えば、エタン、プロパン、ブタンなど）が除去されるので、メタン価の高い V G を副ガスエンジン 16 へ供給することができる。気液分離器 53 で収集された液成分は、ドレンラインを通じてタンク 11 へ返送される。気液分離器 53 を通過した V G は、加熱器 54 により加熱される。これにより、副ガスエンジン 16 へ適切な温度の V G を供給することができる。

[0029] 冷却器 52 に関し、より詳しくは、冷却器 52 には抽出ライン 44 がつながっている。抽出ライン 44 は、調整弁 42 の上流側で送液ライン 41 から分岐している。抽出ライン 44 には、開度変更が可能な調整弁 45 が設けられている。冷却器 52 は、抽出ライン 44 から供給される L N G を V G 中に噴射することにより、V G を冷却する。

[0030] さらに、第 2 供給ライン 51 からは、第 1 ブリッジライン 61 が送気ライン 21 につながっている。本実施形態では、第 1 ブリッジライン 61 の上流

端が冷却器 5 2 と気液分離器 5 3 の間で第 2 供給ライン 5 1 に接続されているが、第 1 ブリッジライン 6 1 の上流端は、冷却器 5 2 の上流側、気液分離器 5 3 と加熱器 5 4 の間、または加熱器 5 4 の下流側で第 2 供給ライン 5 1 に接続されていてもよい。第 1 ブリッジライン 6 1 は、B O G が主ガスエンジン 1 3 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 5 1 から送気ライン 2 1 へ V G を導く。その結果、主ガスエンジン 1 3 へは、燃料ガスとして B O G および V G が供給される。

[0031] 圧縮機 1 2 の中間からは、第 2 ブリッジライン 6 3 が第 2 供給ライン 5 1 につながっている。本実施形態では、第 2 ブリッジライン 6 3 の下流端が加熱器 5 4 の下流側で第 2 供給ライン 5 1 に接続されているが、第 2 ブリッジライン 6 3 の下流端は、加熱器 5 4 の上流側で第 2 供給ライン 5 1 に接続されていてもよい。第 2 ブリッジライン 6 3 は、B O G が主ガスエンジン 1 3 の燃料ガス消費量 Q_1 に対して余るときに、圧縮機 1 2 から第 2 供給ライン 5 1 へ B O G を導く。その結果、副ガスエンジン 1 6 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。

[0032] 第 1 ブリッジライン 6 1 には、開度変更が可能な調整弁 6 2（本発明の第 1 調整弁に相当）が設けられており、第 2 ブリッジライン 6 3 には、開度変更が可能な調整弁 6 4 が設けられている。本実施形態では、調整弁 6 2、6 4 のそれぞれがブリッジライン（6 1 または 6 3）を開放したり遮断したりする役割を果たす。ただし、第 1 ブリッジライン 6 1 および第 2 ブリッジライン 6 3 のそれぞれには、調整弁（6 2 または 6 4）とは別に開閉弁が設けられていてもよい。

[0033] 本実施形態では、ポンプ 1 4 が、強制気化器 1 5 にて生成される V G の圧力（換言すれば、強制気化器 1 5 の出口圧力）が副ガスエンジン 1 6 の燃料ガス供給圧よりも高くなるように、L N G を吐出する。つまり、第 2 供給ライン 5 1 に流れる V G の圧力は、タンク 1 1 内の B O G の圧力よりも高い。このため、調整弁 6 2 は、第 1 ブリッジライン 6 1 を開放するときは、V G の圧力をタンク 1 1 内の B O G の圧力と同程度まで低減する。また、送気ラ

イン 2 1 には、第 1 ブリッジライン 6 1 がつながる位置よりも上流側に逆止弁 2 2 が設けられている。これにより、第 1 ブリッジライン 6 1 からの V G がタンク 1 1 へ流入することが防止される。

[0034] さらに、本実施形態では、第 2 供給ライン 5 1 からタンク 1 1 に返送ライン 7 1 がつながっている。本実施形態では、返送ライン 7 1 の上流端が気液分離器 5 3 と加熱器 5 4 の間で第 2 供給ライン 5 1 に接続されているが、返送ライン 7 1 の上流端は、冷却器 5 2 と気液分離器 5 3 の間で第 2 供給ライン 5 1 に接続されていてもよい。返送ライン 7 1 の下流端は、タンク 1 1 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。

[0035] 返送ライン 7 1 には、開度変更が可能な調整弁 7 2（本発明の第 2 調整弁に相当）が設けられている。本実施形態では、調整弁 7 2 が返送ライン 7 1 を開放したり遮断したりする役割を果たす。ただし、返送ライン 7 1 には、調整弁 7 2 とは別に開閉弁が設けられていてもよい。

[0036] 上述した調整弁 4 2，4 5，6 2，6 4，7 2 は、制御装置 8 により制御される。なお、図 1 では、図面の簡略化のために一部の信号線のみを描いている。また、制御装置 8 には、送気ライン 2 1 に設けられた第 1 圧力計 8 1、第 2 供給ライン 5 1 に設けられた第 2 圧力計 8 2、第 1 ブリッジライン 6 1 に設けられた流量計 8 3 および第 2 供給ライン 5 1 に設けられた温度計 8 4 が接続されている。

[0037] 第 1 圧力計 8 1 は、送気ライン 2 1 に流れる B O G の圧力 P_b を検出する。第 1 圧力計 8 1 は、送気ライン 2 1 における第 1 ブリッジライン 6 1 がつながる位置よりも上流側に位置していれば、逆止弁 2 2 の上流側と下流側のどちらに設けられていてもよい。ただし、第 1 圧力計 8 1 は、タンク 1 1 に設けられ、タンク 1 1 内の B O G の圧力 P_t を検出してもよい。

[0038] 第 2 圧力計 8 2 は、第 2 供給ライン 5 1 に流れる V G の圧力 P_v を検出する。第 2 圧力計 8 2 は、第 2 供給ライン 5 1 における第 2 ブリッジライン 6 3 がつながる位置よりも下流側に位置している。ただし、第 2 圧力計 8 2 が

後述する返送ライン 7 1 に設けられる調整弁 7 2 の制御にのみ使用される場合は、第 2 圧力計 8 2 は、第 2 供給ライン 5 1 における第 2 ブリッジライン 6 3 がつながる位置よりも上流側に位置していてもよい。流量計 8 3 は、第 1 ブリッジライン 6 1 に流れる V G の流量 F_v を検出する。温度計 8 4 は、冷却器 5 2 の出口温度を検出する。

[0039] 制御装置 8 へは、主ガスエンジン 1 3 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 1 6 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。そして、制御装置 8 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 1 3 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 1 6 の燃料ガス消費量 Q_2 を算出する。ただし、制御装置 8 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。

[0040] 制御装置 8 は、まず、タンク 1 1 内の L N G の量および第 1 圧力計 8 1 で検出される B O G の圧力 P_b から B O G の利用可能量 Q_a を算出する。具体的に、制御装置 8 は、第 1 圧力計 8 1 で検出される B O G の圧力 P_b に、送気ライン 2 1 の上流端から第 1 圧力計 8 1 の位置までの圧力損失を加算して、タンク 1 1 内の B O G の圧力 P_t を算出する。図 2 に示すように、B O G の利用可能量 Q_a は、タンク 1 1 内の B O G の圧力 P_t と設定圧力 P_s との偏差 $\Delta P (= P_t - P_s)$ が大きくなるにつれて多くなる。ここで、設定圧力 P_s とは、B O G の利用可能量 Q_a が B O G の発生量 Q_n と等しくなるときの圧力である。なお、B O G の発生量 Q_n は、タンク 1 1 内の B O G の圧力により変化するものの、タンク 1 1 内の L N G の量にほぼ依存する。また、カーゴタンクであるタンク 1 1 の容量は非常に大きいために、B O G および／または L N G が燃料ガスとして使用されても、タンク 1 1 内の L N G の液面の高さはそれほど変化しない。このため、本実施形態では、タンク 1 1

内のLNGの量は変数ではなく一定値（満載時と空載時とで異なる）として扱われる。そして、制御装置8は、タンク11内のLNGの量および算出したタンク11内のBOGの圧力 P_t と設定圧力 P_s との偏差 ΔP から、BOGの利用可能量 Q_a を算出する。ただし、タンク11の容量が小さい場合には、タンク11にタンク11内のLNGの量を検出するレベル計が設けられ、タンク11内のLNGの量が変数として扱われてもよい。

[0041] 制御装置8は、主ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_1 と副ガスエンジン16の燃料ガス消費量 Q_2 の合計である燃料ガス総消費量 Q_t からBOGの利用可能量 Q_a を差し引いた不足量のLNGが送液ライン41を通じて強制気化器15へ供給されるように、送液ライン41に設けられた調整弁42を制御する。なお、送液ライン41からは調整弁42の上流側で返送ライン43が分岐しており、ポンプ14から吐出されたLNGのうち調整弁42で制限される分は、返送ライン43を通じてタンク11内に返送される。また、制御装置8は、温度計84で検出される冷却器52の出口温度に基づいて、抽出ライン44に設けられた調整弁45を制御する。

[0042] また、制御装置8は、BOGの利用可能量 Q_a が主ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_1 よりも多い場合（BOGが主ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_1 に対して余る場合）、第1ブリッジライン61に設けられた調整弁62を全閉とするとともに、第2ブリッジライン63に設けられた調整弁64を所定開度を開く。

[0043] 逆に、BOGの利用可能量 Q_a が主ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_1 よりも少ない場合（BOGが主ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_1 に対して不足する場合）、制御装置8は、第2ブリッジライン63に設けられた調整弁64を全閉とするとともに、第1ブリッジライン61に設けられた調整弁62を所定開度を開く。このとき、制御装置8は、流量計83で検出されるVGの流量 Q_v が主ガスエンジン13の燃料ガス消費量 Q_1 とBOGの利用可能量 Q_a との偏差 $\Delta A (=Q_1 - Q_a)$ となるように、調整弁62を制御する。

[0044] 以上説明したように、本実施形態の船舶 1 A では、L N G が強制気化器 1 5 で強制的に気化され、その V G が副ガスエンジン 1 6 へ供給されるので、高圧ポンプを用いることなく、副ガスエンジン 1 6 へ十分な量の燃料ガスを供給することができる。これにより、副ガスエンジン 1 6 での燃料油の燃焼を不要とするか燃料油の消費量を抑制することができる。しかも、B O G が主ガスエンジン 1 3 の燃料ガス消費量 Q 1 に対して不足する場合には、強制気化器 1 5 にて生成される V G を、第 1 ブリッジライン 6 1 を通じて、圧縮機 1 2 に吸入される B O G に合流させることができる。従って、高圧ポンプを用いることなく、主ガスエンジン 1 3 へ十分な量の燃料ガスを供給することができる。

[0045] ところで、第 1 ブリッジライン 6 1 に V G が流れている間、換言すれば第 1 ブリッジライン 6 1 に設けられた調整弁 6 2 が開かれている間に、第 2 供給ライン 5 1 を通じて副ガスエンジン 1 6 へ供給される V G が余ることがある。これに対し、本実施形態では返送ライン 7 1 が設けられているので、そのような V G が余る場合に、返送ライン 7 1 に設けられた調整弁 7 2 を開けば、余剰の V G をタンク 1 1 へ返送することができる。

[0046] 特に、強制気化器 1 5 が蒸気を熱源として用いるものであり、強制気化器 1 5 の下流側に冷却器 5 2 が設けられる場合は、冷却器 5 2 の出口温度の制御性を確保するために、強制気化器 1 5 にはある程度の流量の L N G を供給する必要がある。換言すれば、強制気化器 1 5 には最小流量が存在する。このような構成では、副ガスエンジン 1 6 の負荷低減に伴って一時的に余剰の V G が発生するだけでなく、副ガスエンジン 1 6 の燃料ガス消費量が強制気化器 1 5 の最小流量を下回る場合に余剰の V G が定常的に発生する。従って、返送ライン 7 1 は、このような構成に特に有用である。

[0047] 具体的に、本実施形態では、制御装置 8 が、調整弁 6 2 を所定開度を開いている間に、第 2 圧力計 8 2 で検出される V G の圧力 P_v が閾値 α を上回ったときに、返送ライン 7 1 に設けられた調整弁 7 2 を全閉状態から所定開度まで開く。このような制御であれば、強制気化器 1 5 の応答遅れ、つまり発

生させるV G量の過不足に影響されることなく、第2供給ライン51の圧力変化に追従できる。加えて、副ガスエンジン16の燃料ガス消費量が減少しても、強制気化器15の最小流量を維持することができる。

[0048] あるいは、制御装置8は、調整弁62を所定開度を開いている間に、第2圧力計82で検出されるV Gの圧力P_vが閾値 α を上回ったときに、調整弁72を全閉状態から所定開度まで開く代わりに、調整弁62の開度を前記所定開度からさらに大きくしてもよい。このような制御であれば、上述した強制気化器15の応答遅れに影響されることなく第2供給ライン51の圧力変化に追従できるという効果および強制気化器15の最小流量を維持できるという効果に加え、返送ライン71を通じて余剰のV Gをタンク11へ返送する場合に比べてタンク11への入熱量を抑制できるという効果を得ることができる。

[0049] さらに、制御装置8は、調整弁62を全閉状態に保っている間にも、第2圧力計82で検出されるV Gの圧力P_vが閾値 α を上回ったときに、調整弁72を全閉状態から所定開度まで開いてもよい。このようにすれば、第1ブリッジライン61にV Gが流れていないときに、第2供給ライン51を通じて副ガスエンジン16へ供給されるV Gが余った場合でも、その余剰のV Gをタンク11へ返送することができる。

[0050] (変形例)

本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0051] 例えば、ポンプ14が強制気化器15までLNGを汲み上げるだけの機能を有し、第2供給ライン51に圧縮機が設けられていてもよい。ただし、前記実施形態のようにポンプ14によって副ガスエンジン16の燃料ガス噴射圧が確保されれば、第2供給ライン51に圧縮機を設ける必要がなく、コストを低減することができる。

[0052] また、図3に示す変形例の船舶1Bのように、第1供給ライン31から返送ライン91が分岐しており、この返送ライン91がタンク11につながっ

ていてもよい。返送ライン 9 1 の先端は、タンク 1 1 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。また、返送ライン 9 1 には、膨張弁などの膨張装置 9 2 が設けられる。返送ライン 9 1 が採用される場合、第 2 ブリッジライン 6 3 は省略されてもよい。

[0053] さらに、返送ライン 9 1 および送液ライン 4 1 には、熱交換器 9 3 が設けられる。熱交換器 9 3 は、膨張装置 9 2 の上流側で返送ライン 9 1 に流れる B O G (タンク 1 1 へ返送される B O G) を、送液ライン 4 1 に流れる L N G によって冷却する。この冷却の後に膨張されることによって、タンク 1 1 へ返送される B O G は部分的に再液化される。一方、送液ライン 4 1 に流れる L N G は、B O G から熱を奪うことによって、部分的に気化してもよい。

[0054] また、第 1 ブリッジライン 6 1 に設けられる調整弁 6 2 は、必ずしも流量計 8 3 で検出される V G の流量 Q_v に基づいて制御される必要はない。例えば、第 1 ブリッジライン 6 1 がつながる位置よりも上流側で送気ライン 2 1 に流量計 (図示せず) が設けられ、この流量計で検出される B O G の流量が B O G の利用可能量 Q_a となるように、調整弁 6 2 が制御されてもよい。

[0055] あるいは、第 1 ブリッジライン 6 1 に、調整弁 6 2 の下流側で第 1 ブリッジライン 6 1 の圧力を検出する第 3 圧力計 (図示せず) が設けられ、第 1 圧力計 8 1 で検出される B O G の圧力 P_b と第 3 圧力計で検出される第 1 ブリッジライン 6 1 の圧力との偏差が所定の値となるように、調整弁 6 2 が制御されてもよい。

[0056] また、第 1 ブリッジライン 6 1 には、調整弁 6 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、送気ライン 2 1 に流れる 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。

[0057] また、副ガスエンジン 1 6 がメタン価の制約を受けない場合には、第 2 供給ライン 5 1 に冷却器 5 2、気液分離器 5 3 および加熱器 5 4 が設けられていなくてもよい。

[0058] また、主ガスエンジン 1 3 および副ガスエンジン 1 6 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。

符号の説明

- [0059] 1 A, 1 B 船舶
- 1 2 圧縮機
- 1 3 主ガスエンジン
- 1 4 ポンプ
- 1 5 強制気化器
- 1 6 副ガスエンジン
- 2 1 送気ライン
- 3 1 第1供給ライン
- 4 1 送液ライン
- 4 4 抽出ライン
- 5 1 第2供給ライン
- 5 2 冷却器
- 5 3 気液分離器
- 6 1 第1ブリッジライン
- 6 2 調整弁（第1調整弁）
- 7 1 返送ライン
- 7 2 調整弁（第2調整弁）
- 8 制御装置
- 8 1 第1圧力計
- 8 2 第2圧力計

請求の範囲

[請求項1]

推進用の主ガスエンジンと、
液化天然ガスを貯留するタンクと、
前記タンク内で発生するボイルオフガスを圧縮機へ導く送気ラインと、
前記圧縮機から吐出されるボイルオフガスを前記主ガスエンジンへ導く第1供給ラインと、
発電用の副ガスエンジンと、
前記タンク内に配置されたポンプから吐出される液化天然ガスを強制気化器へ導く送液ラインと、
前記強制気化器にて生成される気化ガスを前記副ガスエンジンへ導く第2供給ラインと、
前記第2供給ラインから前記送気ラインへ前記気化ガスを導く、開度変更が可能な第1調整弁が設けられたブリッジラインと、
前記第2供給ラインから前記タンクにつながる、開度変更が可能な第2調整弁が設けられた返送ラインと、
前記第1調整弁および前記第2調整弁を制御する制御装置と、
を備える、船舶。

[請求項2]

前記タンク内のボイルオフガスまたは前記送気ラインに流れるボイルオフガスの圧力を検出する第1圧力計と、
前記第2供給ラインに流れる気化ガスの圧力を検出する第2圧力計と、をさらに備え、
前記制御装置は、前記タンク内の液化天然ガスの量および前記第1圧力計で検出されるボイルオフガスの圧力からボイルオフガスの利用可能量を算出し、前記ボイルオフガスの利用可能量が前記主ガスエンジンの燃料ガス消費量よりも少ない場合には、前記第1調整弁を所定開度を開くとともに、
前記第1調整弁を所定開度を開いている間に、前記第2圧力計で検

出される気化ガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記第 2 調整弁を全閉状態から所定開度まで開く、請求項 1 に記載の船舶。

[請求項3] 前記タンク内のボイルオフガスまたは前記送気ラインに流れるボイルオフガスの圧力を検出する第 1 圧力計と、

前記第 2 供給ラインに流れる気化ガスの圧力を検出する第 2 圧力計と、をさらに備え、

前記制御装置は、前記タンク内の液化天然ガスの量および前記第 1 圧力計で検出されるボイルオフガスの圧力からボイルオフガスの利用可能量を算出し、前記ボイルオフガスの利用可能量が前記主ガスエンジンの燃料ガス消費量よりも少ない場合には、前記第 1 調整弁を所定開度を開くとともに、

前記第 1 調整弁を所定開度を開いている間に、前記第 2 圧力計で検出される気化ガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記第 1 調整弁の開度を前記所定開度からさらに大きくする、請求項 1 に記載の船舶。

[請求項4] 前記制御装置は、前記第 1 調整弁を全閉状態に保っている間に、前記第 2 圧力計で検出される気化ガスの圧力が閾値を上回ったときに、前記第 2 調整弁を全閉状態から所定開度まで開く、請求項 2 または 3 に記載の船舶。

[図1]

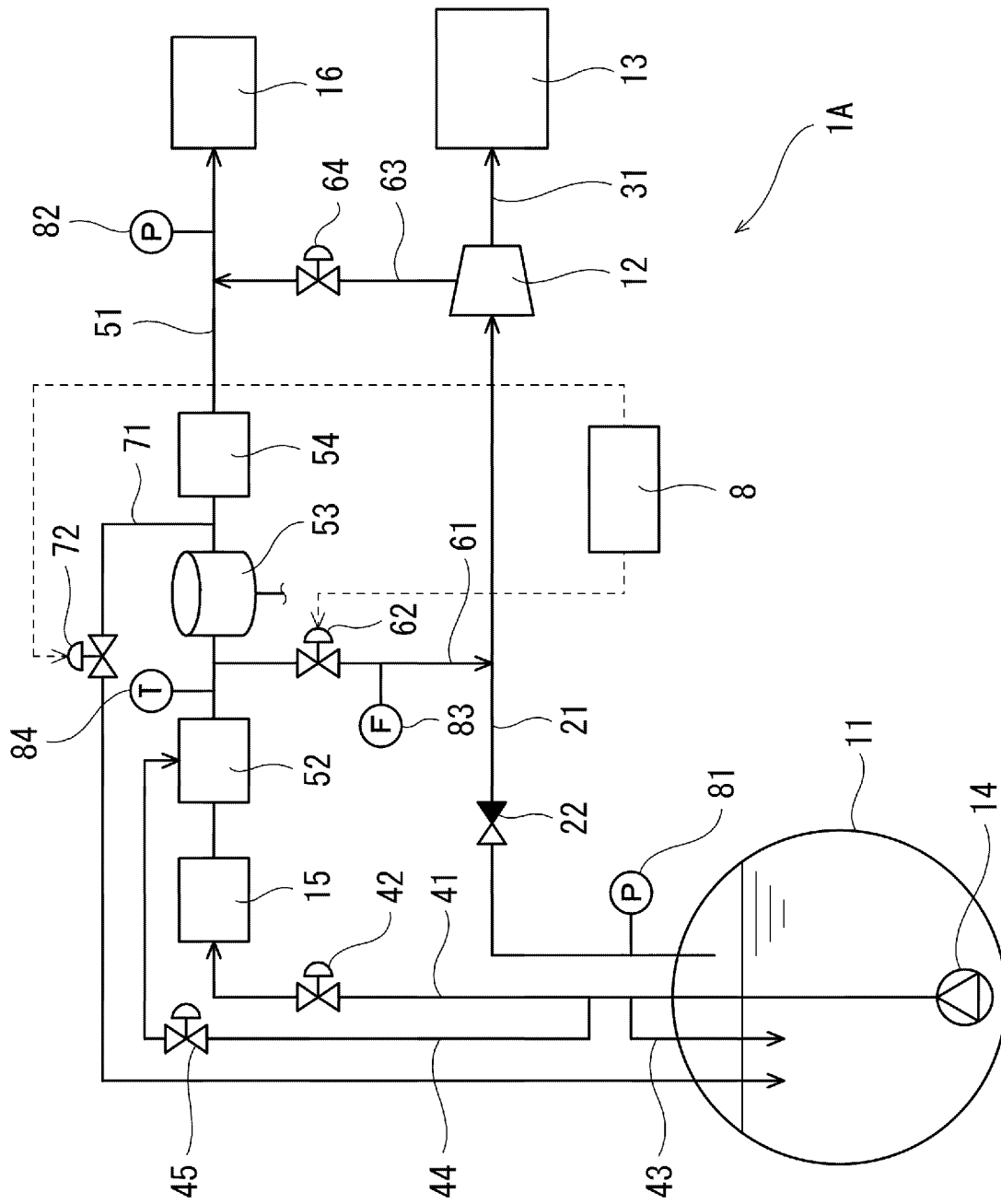


Fig. 1

[図2]

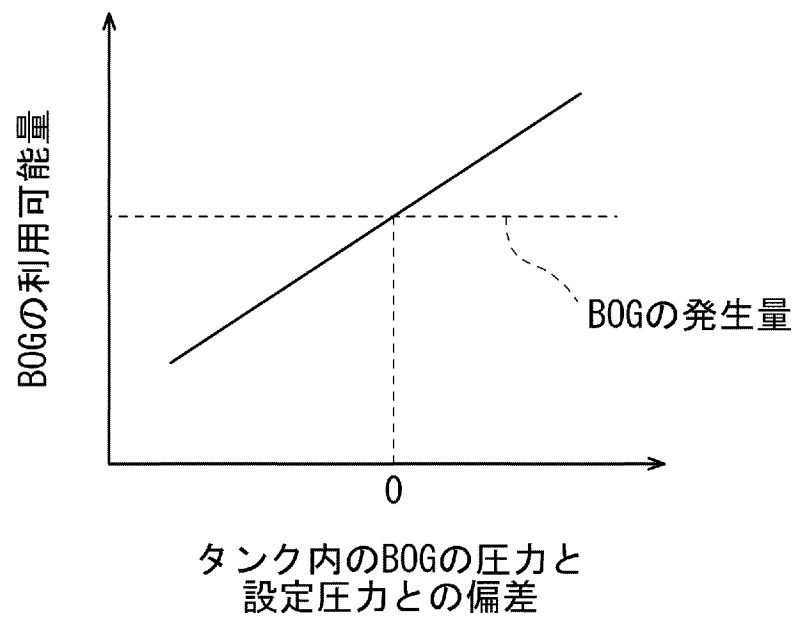


Fig. 2

[図4]

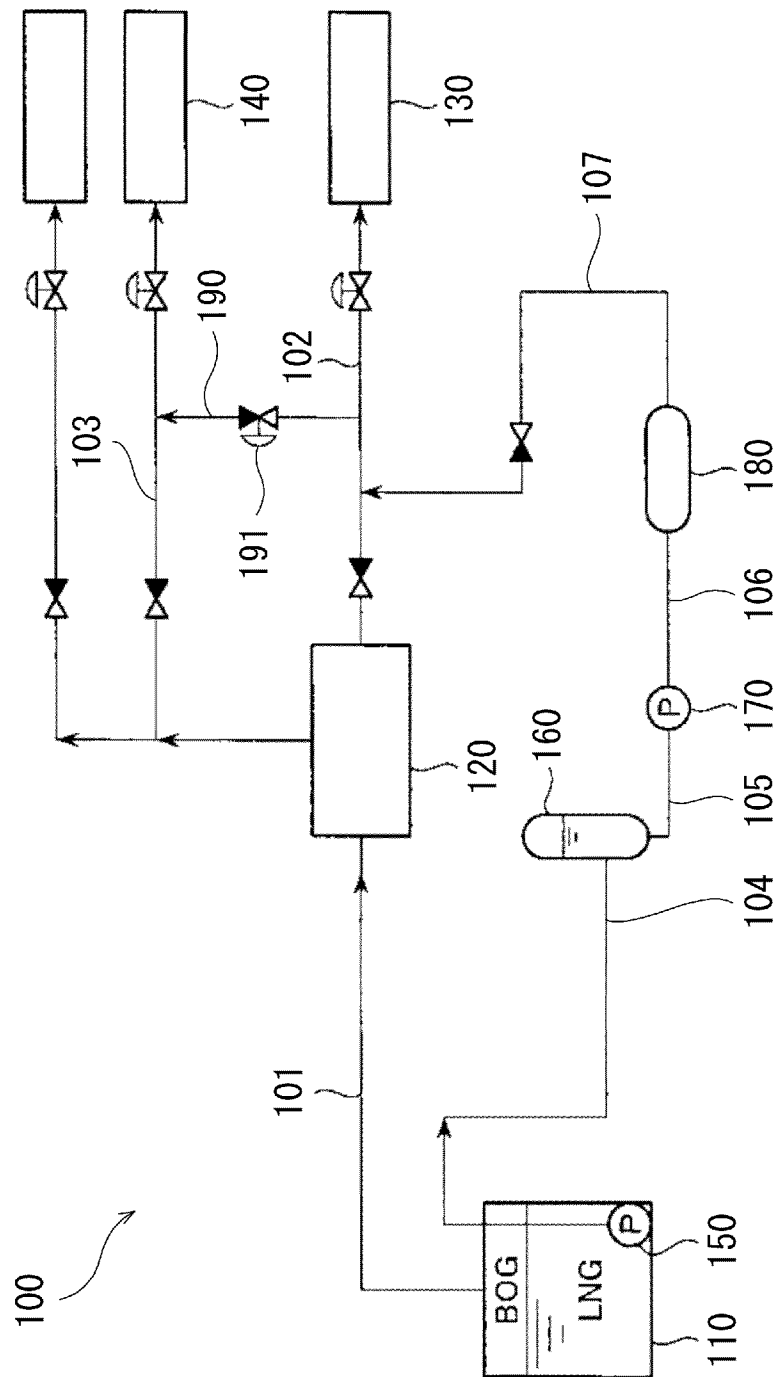


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/086985

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.
A	JP 2015-505941 A (Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.), 26 February 2015 (26.02.2015), paragraphs [0123] to [0159]; fig. 13 & US 2014/0290279 A1 paragraphs [0132] to [0169]; fig. 13 & WO 2014/065618 A & EP 2853479 A1 & CN 104024100 A	1-4
A	JP 2015-127510 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 09 July 2015 (09.07.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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
07 February 2017 (07.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

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/JP2016/086985

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 2015-74418 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 20 April 2015 (20.04.2015), entire text; all drawings & WO 2015/053126 A1 & KR 10-2016-0068780 A & CN 105683039 A	1-4
A	JP 2015-145243 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 13 August 2015 (13.08.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2012-76561 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 April 2012 (19.04.2012), entire text; all drawings & WO 2012/043259 A1	1-4
A	JP 2014-108759 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 12 June 2014 (12.06.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	WO 2015/036708 A2 (CRYOSTAR SAS), 19 March 2015 (19.03.2015), entire text; all drawings & JP 2016-530468 A & US 2016/0216029 A & FR 3010508 A & CN 105593114 A & KR 10-2016-0055830 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
A	JP 2015-505941 A (デウ シップビルディング アンド マリーネ エンジニアリング カンパニー リミテッド) 2015.02.26, 段落 [0123]-[0159], 第13図 & US 2014/0290279 A1, 段落[0132]-[0169], 第13図 & WO 2014/065618 A & EP 2853479 A1 & CN 104024100 A	1-4
A	JP 2015-127510 A (川崎重工業株式会社) 2015.07.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	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

07.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

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)

川口 真一

3 S

9822

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 2015-74418 A (三井造船株式会社) 2015. 04. 20, 全文, 全図 & WO 2015/053126 A1 & KR 10-2016-0068780 A & CN 105683039 A	1-4
A	JP 2015-145243 A (三井造船株式会社) 2015. 08. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2012-76561 A (三菱重工業株式会社) 2012. 04. 19, 全文, 全図 & WO 2012/043259 A1	1-4
A	JP 2014-108759 A (川崎重工業株式会社) 2014. 06. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2015/036708 A2 (CRYOSTAR SAS) 2015. 03. 19, 全文, 全図 & JP 2016-530468 A & US 2016/0216029 A & FR 3010508 A & CN 105593114 A & KR 10-2016-0055830 A	1-4