

(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
2024年8月15日(15.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/166242 A1

(51) 国際特許分類:
F17C 7/00 (2006.01) F17C 13/00 (2006.01)

彦 (TOMINAGA, Haruhiko). 木村 祐紀
(KIMURA, Yuki).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/004138

(22) 国際出願日: 2023年2月8日(08.02.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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).

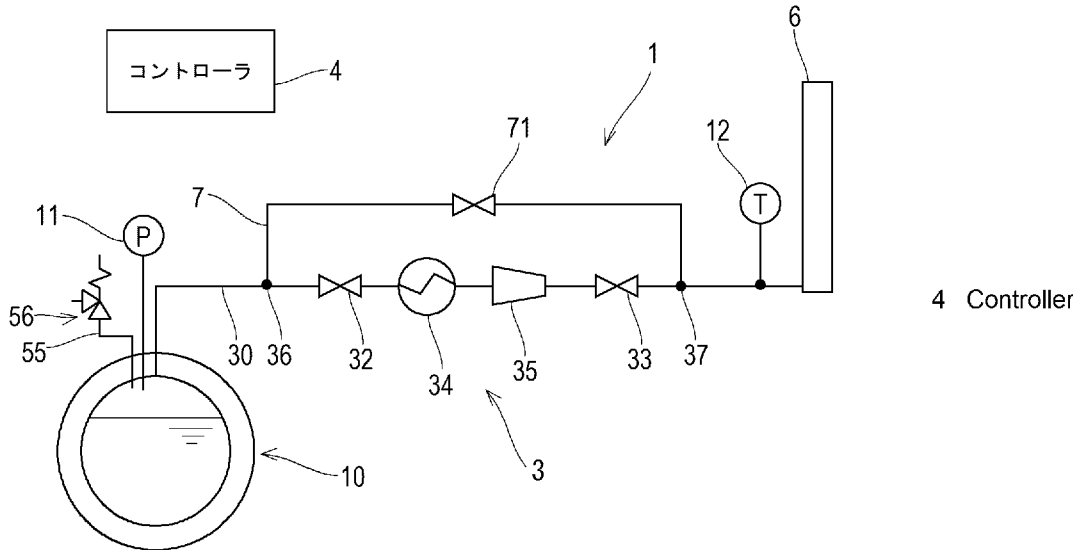
(74) 代理人: 弁理士法人有古特許事務所 (ARCO PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6510088 兵庫県神戸市中央区小野柄通7丁目1番1号 日本生命三宮駅前ビル5階 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 武田 宏之 (TAKEDA, Hiroyuki). 下垣 貴志 (SHIMOYAKI, Takashi). 富永 晴

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

(54) Title: LOW TEMPERATURE GAS DISCHARGE SYSTEM, STRUCTURE, AND LOW TEMPERATURE GAS DISCHARGE METHOD

(54) 発明の名称: 低温ガス放出システム、構造物、及び低温ガス放出方法



(57) Abstract: This low temperature gas discharge system discharges boil-off gas of liquefied gas from a liquefied gas tank storing the liquefied gas to the atmosphere, said system comprising a discharge tower, and a discharge line that guides the boil-off gas from the liquefied gas tank to the discharge tower. The discharge line includes: a discharge main line that connects the liquefied gas tank and the discharge tower; a heat exchanger that is disposed in the discharge main line to heat the boil-off gas flowing through the discharge main line; a discharge valve that is disposed in the discharge main line to open and close the flow path; a bypass line that guides the boil-off gas to the discharge tower without passing the boil-off gas through the discharge valve and the heat exchanger; and an emergency discharge valve that is disposed in the bypass line to open and close the flow path in the bypass line.



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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 低温ガス放出システムは、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクから液化ガスのボイルオフガスを大気へ放出するシステムであって、放出塔と、ボイルオフガスを液化ガスタンクから放出塔へ導く放出ラインと、を備え、放出ラインは、液化ガスタンクと放出塔とを接続する放出主ラインと、放出主ラインに配置されて放出主ラインを流れるボイルオフガスを加温する熱交換器と、放出主ラインに配置されて流路を開閉する放出弁と、ボイルオフガスを放出弁及び熱交換器を通さずに放出塔へ導くバイパスラインと、バイパスラインに配置されてバイパスラインの流路を開閉する緊急放出弁とを有する。

明 細 書

発明の名称：

低温ガス放出システム、構造物、及び低温ガス放出方法

技術分野

[0001] 本開示は、液化ガスタンク内で生じたボイルオフガスを放出塔から放出する低温ガス放出システムと、この低温ガス放出システムを備える船舶などの構造物に関する。

背景技術

[0002] 液化ガス運搬船には、液化水素などの低温の液化ガスを収容する液化ガスタンクが搭載されている。液化ガスタンク内では、外部からの入熱により液化ガスが気化してボイルオフガスが生じる。ボイルオフガスによるタンク内圧力の上昇を抑えるために、従来、船に搭載されたGCU（ガス燃焼ユニット）や推進機関へボイルオフガスが送られ、そこで消費される。また、タンク内圧力がタンクの設計圧力を超える過剰な圧力とならないように、タンク内圧力が設計圧を超えるとボイルオフガスが放出塔を通じて大気放出される。ここで、放出塔から極低温のボイルオフガスが放出されると、液体空気が発生して、発生した液体が放出塔周辺の船体部へ落下したり、発生した液体が再度気化した際に高酸素濃度雰囲気を生じさせたりする蓋然性がある。そこで、タンクで発生したボイルオフガスを加温してから大気へ放出する技術が提案されている。

[0003] 特許文献1の液化ガスタンクには、タンクの頂部と放出塔とを接続する放出ラインが接続されている。放出ラインの中途部には、タンクから液化ガスを抽出し、当該液化ガスをヒータでタンク内のボイルオフガスよりも高温に加温してから、放出ラインへ送る加温ラインが接続されている。タンクの頂部から放出ラインへ流出したボイルオフガスは、加温ラインを通じて送られた加温されたガスによって加温された状態で、放出塔から大気へ放出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-160619号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 大気放出される前のボイルオフガスを加温する熱交換器を備えるシステムにおいて、当該熱交換器は大気放出用ボイルオフガスの加温以外の用途にも使用できることが好ましい。しかし、上記特許文献1の構成は、熱交換器を他用途での使用中に液化ガスタンクからボイルオフガスを大気放出すると、当該ボイルオフガスの加温のために熱交換器の他用途での加温能力が低下するおそれがある。

[0006] 本開示は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、液化ガスタンク内で生じたボイルオフガスを放出塔から放出するに際し、定常時は熱交換器で加温されたボイルオフガスを放出して放出塔周辺での液体酸素の発生を防止し、タンク内圧力が急上昇した場合や熱交換器が他用途で使用されているときや熱交換器の停止時に液化ガスタンクから気体を放出する状況となった場合には、他用途での熱交換器の使用に影響を与えずに速やかにタンク内圧力を低減する技術を提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係る低温ガス放出システムは、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクから前記液化ガスのボイルオフガスを大気へ放出するシステムであって、
放出塔と、
前記ボイルオフガスを前記液化ガスタンクから前記放出塔へ導く放出ラインと、を備え、
前記放出ラインは、前記液化ガスタンクと前記放出塔とを接続する放出主ラインと、前記放出主ラインに配置されて前記放出主ラインを流れる前記ボイ

ルオフガスを加温する熱交換器と、前記放出主ラインに配置されて流路を開閉する放出弁と、前記ボイルオフガスを前記放出弁及び前記熱交換器を通さずに前記放出塔へ導くバイパスラインと、前記バイパスラインに配置されて前記バイパスラインの流路を開閉する緊急放出弁とを有するものである。

[0008] 本開示の一態様に係る構造物は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、
上記の低温ガス放出システムと、
前記液化ガスタンクと接続され、前記液化ガスタンクから流れ出た前記液化ガスのボイルオフガスが通る荷役用ガスラインと、
前記荷役用ガスラインに配置され、前記荷役用ガスラインを通る前記ボイルオフガスを調温する荷役用熱交換器とを、備え、
前記荷役用熱交換器が前記低温ガス放出システムの前記熱交換器を兼ねるものである。

[0009] 本開示の一態様に係る構造物は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、
上記の低温ガス放出システムと、
前記液化ガスタンクと接続され、前記液化ガスタンクから流れ出た前記液化ガスのボイルオフガスが通る燃料用ガスラインと、
前記燃料用ガスラインに配置され、前記燃料用ガスラインを通る前記ボイルオフガスを調温する燃料用熱交換器とを、備え、
前記燃料用熱交換器が前記低温ガス放出システムの前記熱交換器を兼ねるものである。

[0010] 本開示の一態様に係る低温ガス放出方法は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクから前記液化ガスのボイルオフガスを大気へ放出する方法であって、
前記液化ガスタンク内の圧力が所定の放出開始圧力を超えたときに、前記ボイルオフガスを熱交換器で加温してから放出塔を通じて大気へ放出し、
前記液化ガスタンク内の圧力が前記放出開始圧力よりも高い所定の緊急放出

開始圧力を超えたときに、前記ボイルオフガスを前記熱交換器を通さずに前記放出塔を通じて大気へ放出するものである。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、液化ガスタンク内で生じたボイルオフガスを放出塔から放出するに際し、放出塔周辺での液体酸素の発生を防止するとともに、タンク内圧力が急上昇した場合には速やかにタンク内圧力を低減できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係る低温ガス放出システムの概略構成を示す図である。

[図2]図2は、コントローラのハードウェア構成の一例を示す図である。

[図3]図3は、低温ガス放出システムの制御システムの構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、タンク内圧力の経時変化の一例を説明する図である。

[図5]図5は、第2実施例に係る運転方法を実現するコントローラの処理の流れ図である。

[図6]図6は、変形例1に係る低温ガス放出システムの概略構成を示す図である。

[図7]図7は、変形例2に係る低温ガス放出システムの概略構成を示す図である。

[図8]図8は、変形例3に係る低温ガス放出システムの概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 次に、図面を参照して本開示の実施の形態を説明する。図1は、本開示の一実施形態に係る低温ガス放出システム1の概略構成を示す図である。図1に示す低温ガス放出システム1は、液化ガスタンク10で発生したボイルオフガスを放出塔6から大気へ放出するものである。液化ガスタンク10には、液体水素や液化天然ガスなどの低温の液化ガスが収容される。この低温ガス放出システム1は、液化ガスタンク10を有する陸上構造物や、浮体構造

物及び船舶などの海洋構造物に備えられる。液化ガスタンク 10 には、低温ガス放出システム 1 から独立した非常用ベントライン 55 が設けられている。非常用ベントライン 55 には自動安全弁 56 が設けられている。但し、非常用ベントライン 55 は低温ガス放出システム 1 と組み合わせられていてもよい。

[0014] 低温ガス放出システム 1 は、放出ライン 3 と、放出塔 6 と、コントローラ 4 とを備える。放出ライン 3 は液化ガスタンク 10 内で発生したボイルオフガスを液化ガスタンク 10 から放出塔 6 へ導く。コントローラ 4 は、低温ガス放出システム 1 を制御する。

[0015] 放出ライン 3 は、液化ガスタンク 10 内の気相部と放出塔 6 とを接続する放出主ライン 30 を有する。放出主ライン 30 は、二重配管等の耐低温性を有する配管で構成されている。放出主ライン 30 には、第 1 放出弁 32 及び第 2 放出弁 33 が設けられている。第 1 放出弁 32 及び第 2 放出弁 33 はいずれもノーマルクローズの開閉弁であって、放出主ライン 30 の流路を開閉する。

[0016] 放出主ライン 30 において、第 1 放出弁 32 の下流側且つ第 2 放出弁 33 の上流側には、熱交換器 34 及び圧縮機 35 が設けられている。但し、圧縮機 35 は省略されてもよい。放出主ライン 30 を流れるボイルオフガスは、熱交換器 34 を通過するうちに所定の放出温度まで加温される。この放出温度は任意の温度である。放出温度は、特に限定されないが、放出塔 6 の出口近傍での液体空気の生成を抑制する観点から、液体酸素の沸点よりも高い温度が好ましい。熱交換器 34 の熱交換方式は特に限定されず、シェルアンドチューブ方式やフィンプレート方式などの公知の熱交換方式のものが採用されてよい。圧縮機 35 は、放出主ライン 30 において熱交換器 34 の上流側又は下流側に配置されている。圧縮機 35 の稼働によって、放出主ライン 30 を流れるボイルオフガスは放出塔 6 へ圧送される。

[0017] 放出主ライン 30 において、第 1 放出弁 32 よりも上流側の第 1 接続部 36 には、バイパスライン 7 の上流端部が接続されている。また、放出主ライ

ン30において、第2放出弁33よりも下流側の第2接続部37には、バイパスライン7の下流端部が接続されている。バイパスライン7は、放出主ライン30へ流入したボイルオフガスを、第1放出弁32、熱交換器34、圧縮機35、及び第2放出弁33を通さずに放出塔6へ導く。本実施形態では、バイパスライン7は放出ライン3に接続されているが、バイパスライン7は液化ガスタンク10と放出塔6とを放出ライン3を介さずに直接的に接続していてもよい。バイパスライン7には緊急放出弁71が設けられている。緊急放出弁71は、ノーマルクローズの開閉弁であって、バイパスライン7の流路を開閉する。本実施形態では、バイパスライン7には1か所の緊急放出弁71が設けられているが、弁の漏洩や破損に備えて、バイパスライン7に2か所以上の緊急放出弁71が設けられてもよい。

[0018] 上記構成の低温ガス放出システム1は、ボイルオフガスが放出される放出塔6が複数の放出塔6のなかから選択可能に構成されていてもよい。図6に示す例では、構造物100は複数の液化ガスタンク10を備え、低温ガス放出システム1は複数の放出ライン3と複数の放出塔6とを有する。ここで、液化ガスタンク10と放出塔6の数は異なってもよい。複数の液化ガスタンク10の各々には放出主ライン30の上流部分30aが接続されている。複数の放出主ライン30の上流部分30aの各々は、開閉弁62を介して1つのハブ64と接続されている。また、複数の放出塔6の各々は、放出主ライン30の下流部分30cと開閉弁61を介して1つのハブ63と接続されている。ハブ63とハブ64との間は、1つ以上の共有ライン65で接続されている。共有ライン65の各々は、放出主ライン30の中流部分30bと、放出主ライン30の中流部分30bが通る熱交換器34と、熱交換器34をバイパスするように放出主ライン30の中流部分30bと接続されたバイパスライン7と、開閉弁66とを有する。各液化ガスタンク10に接続された放出ライン3は、放出主ライン30の上流部分30aと、ハブ64と、少なくとも1つの共有ライン65と、ハブ63と、放出主ライン30の下流部分30cとで構成される。開閉弁61の開閉によって、放出ライン3と接

続される放出塔 6、即ち、ボイルオフガスが放出される 1 つ以上の放出塔 6 を選択可能である。開閉弁 6 6 の開閉によって、使用される共有ライン 6 5、即ち、使用される熱交換器 3 4 を任意に選択可能である。換言すれば、複数の放出ライン 3 で 1 つ又は複数の熱交換器 3 4 が共有されている。

[0019] また、上記構成の低温ガス放出システム 1 において、熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 は、液化ガスタンク 1 0 に荷役用に備えられたものが共用されてもよい。例えば、図 7 に示す変形例では、液化ガスタンク 1 0 を備える構造物 1 0 0 が、放出ライン 3 と、液化ガスタンク 1 0 から外部へ液化ガスのボイルオフガスを搬出するための荷役用ガスライン 5 とを備える。荷役用ガスライン 5 は配管等で構成されている。荷役用ガスライン 5 には、第 1 放出弁 3 2、熱交換器 3 4、圧縮機 3 5、及び、荷役弁 5 2 が設けられている。荷役用ガスライン 5 は、放出主ライン 3 0 の一部と、放出主ライン 3 0 に配置された第 1 放出弁 3 2、熱交換器 3 4、及び圧縮機 3 5 を放出ライン 3 と共用している。放出主ライン 3 0 の圧縮機 3 5 と第 2 放出弁 3 3 の間の接続部 5 7 には、ボイルオフガスを外部へ送り出す荷役用ガスライン 5 の一部 5 1 が接続されており、この荷役用ガスライン 5 の一部 5 1 に荷役弁 5 2 が配置されている。荷役弁 5 2 はノーマルクローズの開閉弁であって、荷役用ガスライン 5 の流路を開閉する。このような構成によれば、第 2 放出弁 3 3 が閉止され、第 1 放出弁 3 2 及び荷役弁 5 2 が開放されている状態において、熱交換器 3 4 は荷役用ガスライン 5 の荷役用熱交換器として機能し、圧縮機 3 5 は荷役用ガスライン 5 の荷役用圧縮機として機能する。また、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 が開放され、荷役弁 5 2 が閉止されている状態において、熱交換器 3 4 は放出ライン 3 の熱交換器として機能し、圧縮機 3 5 は放出ライン 3 の圧縮機として機能する。

[0020] 上記では、放出ライン 3 と荷役用ガスライン 5 とで配管や機器を共用した例を説明したが、液化ガスタンク 1 0 のボイルオフガスを燃料として燃焼機器へ送る燃料用ガスラインと放出ライン 3 とで配管や機器が共用されてもよい。燃焼機器として、この場合、図 7 に示す放出主ライン 3 0 の圧縮機 3 5

と第2放出弁33の間の接続部57には、荷役用ガスライン5の一部に代えて、ボイルオフガスを燃焼機器へ送る燃料用ガスラインの一部51が接続される。そして、第2放出弁33が閉止され、第1放出弁32及び開閉弁52が開放されている状態において、熱交換器34は燃料用ガスラインの燃料用熱交換器として機能し、圧縮機35は燃料用ガスラインの燃料用圧縮機として機能する。

[0021] 図2は、コントローラ4のハードウェア構成の一例を示す図である。図2に示すように、コントローラ4は、いわゆるコンピュータであって、CPU (Central Processing Unit) 41と、メモリ42と、無線又は無線によって放出弁32, 33, 71、熱交換器34、圧縮機35、各種の計器、及び通信ネットワークに接続するためのI/F44と、マウス、キーボード、タッチパネルなどの入力装置45と、液晶ディスプレイやスピーカなどの出力装置46と、を備える。後述するコントローラ4の各機能は、補助記憶装置等に記憶されている所定のプログラムをメモリ42にロードしてCPU41で実行することで実現可能である。なお、上記の所定のプログラムは、例えば、I/F44を介してネットワーク上からコントローラ4へダウンロードされてもよいし、記憶媒体からロードされてもよい。

[0022] 本明細書で開示するコントローラ4の機能は、開示された機能を実行するように構成又はプログラムされた汎用プロセッサ、専用プロセッサ、集積回路、ASIC (Application Specific Integrated Circuits)、従来の回路、及び／又は、それらの組み合わせを含む回路、又は、処理回路を使用して実行できる。プロセッサは、トランジスタやその他の回路を含むため、処理回路又は回路と見做される。本開示において、回路、ユニット、又は手段は、列挙された機能を実行するハードウェアである。ハードウェアは、本明細書に開示されているハードウェアであってもよいし、或いは、列挙された機能を実行するようにプログラム又は構成されているその他の既知のハードウェアであってもよい。ハードウェアが回路の一種と考えられるプロセッサである場合、回路、手段、またはユニットは、ハードウェアとソフトウェアの

組み合わせであり、ソフトウェアはハードウェア及び／又はプロセッサの構成に使用される。

[0023] 図3は、低温ガス放出システム1の制御系統の構成を示すブロック図である。図3に示すように、コントローラ4には、第1放出弁32、第2放出弁33、及び緊急放出弁71が接続されており、コントローラ4は第1放出弁32、第2放出弁33、及び緊急放出弁71を開放及び閉止動作させる。

[0024] コントローラ4には、圧力センサ11及び温度センサ12が接続されており、これらの計器からコントローラ4へ検出データが出力される。圧力センサ11は、液化ガスタンク10の液化ガス収容された空間の圧力（以下、「タンク内圧力」と称する）を検出する。温度センサ12は、放出塔6へ流入するボイルオフガスの温度を検出する。本実施形態において温度センサ12は放出主ライン30の第2接続部37よりも下流側に配置されているが、温度センサ12は放出塔6に配置されていてもよい。

[0025] コントローラ4は、液化ガスタンク10に液化ガスが収容されている間、圧力センサ11で検出されたタンク内圧力を監視している。図4に示すように、コントローラ4には、液化ガスタンク10の使用圧力範囲、アラーム圧力 P_1 、放出開始圧力 P_2 、緊急放出圧力 P_3 、液化ガスタンク10の設計圧力 P_4 、及び、放出終了圧力 P_5 が記憶されている。緊急放出圧力 P_3 は設計圧力 P_4 以下であり、放出開始圧力 P_2 は緊急放出圧力 P_3 より低く、アラーム圧力 P_1 は放出開始圧力 P_2 以下であり、放出終了圧力 P_5 はアラーム圧力 P_1 よりも低い（ $P_4 \geq P_3 > P_2 \geq P_1 > P_5$ ）。放出終了圧力 P_5 は、液化ガスタンク10の使用圧力範囲内の値である。アラーム圧力 P_1 は液化ガスタンク10の使用圧力範囲の上限値又はそれより高い圧力であってよい。アラーム圧力 P_1 は、低温ガス放出システム1が動作するトリガとなる圧力閾値である。なお、非常用ベントライン55の安全弁56が差動する圧力は、設計圧力 P_4 より低く緊急放出圧力 P_3 より高いことが好ましい。

[0026] コントローラ4は、放出塔6からボイルオフガスが放出されている間、温

度センサ 1 2 で検出されたボイルオフガスの温度を監視している。温度センサ 1 2 で検出されたボイルオフガスの温度が放出温度を下回る場合には、熱交換器 3 4 によるボイルオフガスの加温温度の上昇や、圧縮機 3 5 によるボイルオフガスの送り出し量の減少などの処置が行われる。温度センサ 1 2 で検出されたボイルオフガスの温度が放出温度を上回る場合には、熱交換器 3 4 によるボイルオフガスの加温温度の低下や、圧縮機 3 5 によるボイルオフガスの送り出し量の増加などの処置が行われる。これにより、温度センサ 1 2 で検出されるボイルオフガスの温度が放出温度に維持される。

[0027] 上記構成の低温ガス放出システム 1 の放出ライン 3 は、液化ガスタンク 1 0 から出たボイルオフガスを熱交換器 3 4 で液体酸素の沸点よりも高温に加温してから放出塔 6 へ送る「定常時流路」と、ボイルオフガスを熱交換器 3 4 や圧縮機 3 5 を回避したバイパスライン 7 を通して放出塔 6 へ送る「緊急時流路」との 2 つの流路を有する。定常時流路は放出主ライン 3 0 を通る流路であって、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 が開放され、緊急放出弁 7 1 が閉止されることによって機能する。また、緊急時流路は放出主ライン 3 0 の一部とバイパスライン 7 を通る流路であって、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 が閉止され、緊急放出弁 7 1 が開放されることによって機能する。なお、図 8 に示すように、放出ライン 3 において、放出主ライン 3 0 とバイパスライン 7 との合流点である第 2 接続部 3 7 の下流に第 3 放出弁 3 9 が配置されていてもよい。第 3 放出弁 3 9 は、定常時流路の使用時には第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 と同様に開閉され、また、緊急時流路の使用時には緊急放出弁 7 1 と同様に開閉される開閉弁である。第 2 放出弁 3 3 及び緊急放出弁 7 1 のいずれかの故障時には、第 3 放出弁 3 9 は故障した弁に代替して故障した弁の機能を担う。

[0028] コントローラ 4 は、弁 3 2, 3 3, 7 1 の開閉を操作して、定常時流路が機能し且つ緊急時流路が機能しない状態、定常時流路が機能せず且つ緊急時流路が機能する状態、及び、定常時流路と緊急時流路の両方が機能しない状態のいずれかの状態に切り替えることによって、低温ガス放出システム 1 の

運転を制御する。但し、上記態様に加えて、定常時流路と緊急時流路の両方が機能する状態が存在してもよい。以下では、低温ガス放出システム 1 の運転方法の第 1 乃至 3 実施例を説明する。

[0029] [第 1 実施例]

図 4 に示すように、液化ガスタンク 10 に収容された液化ガスのボイルオフガスによって、タンク内圧力 P は上昇する。なお、ボイルオフガスの一部は、燃料として燃料消費機器へ送られてもよい。コントローラ 4 は、タンク内圧力 P がアラーム圧力 P_1 となると（時刻 t_1 ）、出力装置 46 からアラームを出力する。アラームによって、ボイルオフガスの放出が予告される。

[0030] コントローラ 4 は、タンク内圧力 P が放出開始圧力 P_2 となると（時刻 t_2 ）、第 1 放出弁 32 及び第 2 放出弁 33 を開放動作させるとともに、圧縮機 35 を稼働させる。或いは、コントローラ 4 は、タンク内圧力 P の圧力上昇速度（即ち、単位時間当たりの圧力上昇量）が所定の放出開始圧力上昇速度となると、第 1 放出弁 32 及び第 2 放出弁 33 を開放動作させるとともに、圧縮機 35 を稼働させる。なお、コントローラ 4 は、タンク内圧力 P が放出開始圧力 P_2 となったとき又はその前に熱交換器 34 を起動する。停止中の熱交換器 34 は、ボイルオフガスを放出温度まで加温できる状態となるまでに、所定の立ち上げ時間を要する。そのため、熱交換器 34 はタンク内圧力 P が放出開始圧力 P_2 となる前に起動させておくことが望ましい。

[0031] 上記のように放出ライン 3 の定常時流路を通じて液化ガスタンク 10 内と放出塔 6 とが連通され、熱交換器 34 及び圧縮機 35 が稼働すると、液化ガスタンク 10 から放出ライン 3 へ流入したボイルオフガスは、放出温度まで加温されて、放出塔 6 へ送られ、放出塔 6 から大気へ放出される。放出塔 6 から大気へ放出されるボイルオフガスは液体酸素の沸点よりも高いので、放出塔 6 の出口やその周辺における液体酸素、液体窒素、及び液体空気の発生を防止できる。

[0032] ボイルオフガスの放出によって、タンク内圧力 P は徐々に低下する。コントローラ 4 は、タンク内圧力 P が放出終了圧力 P_5 となると（時刻 t_3 ）、

熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 を停止させ、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 を閉止動作させる。或いは、コントローラ 4 は、タンク内圧力 P の圧力上昇速度（即ち、単位時間当たりの圧力上昇量）が所定の放出終了圧力上昇速度となると、熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 を停止させ、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 を閉止動作させる。このような低温ガス放出システム 1 の動作によって、タンク内圧力 P は使用範囲内に収められる。

[0033] 上記のボイルオフガスの放出中に、タンク内圧力 P が緊急放出圧力 P_3 以上となると、コントローラ 4 は、緊急放出弁 7 1 を開放動作させる。或いは、コントローラ 4 は、タンク内圧力 P の圧力上昇速度（即ち、単位時間当たりの圧力上昇量）が所定の緊急放出速度閾値以上となると、緊急放出弁 7 1 を開放動作させる。なお、バイパスライン 7 の緊急放出弁 7 1 より上流側は放出主ライン 3 0 の一部を介して液化ガスタンク 1 0 と連通されていることから、バイパスライン 7 の圧力はタンク内圧力 P と実質的に同じである。

[0034] 緊急放出弁 7 1 の開放によって、放出ライン 3 の緊急時流路が開放され、放出ライン 3 へ流入したボイルオフガスの一部は、バイパスライン 7 を通って、すなわち、熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 を通らずに、放出塔 6 へ流れる。このように緊急にボイルオフガスの放出が必要となった場合には、熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 を通さずに速やかにボイルオフガスの一部を放出塔 6 から放出してタンク内圧力 P の過剰な上昇を防止できる。なお、タンク内圧力 P が緊急放出圧力 P_3 以上では放出塔 6 から加温されていないボイルオフガスが放出されることから、コントローラ 4 は、タンク内圧力 P が緊急放出圧力 P_3 以上のときに出力装置 4 6 からアラートを発生することが望ましい。

[0035] 上記では第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 の開閉動作はコントローラ 4 によって制御されるが、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 のうち少なくとも 1 つの開閉動作が手動で行われてもよい。また、上記では緊急放出弁 7 1 は、コントローラ 4 によって制御される制御弁であるが、手動弁、或いは、緊急放出圧力 P_3 で自動的に開放される安全弁であってもよい。この場合、

緊急放出弁 7 1 が開放されている状態において、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 は閉止されていてもよいし、開放されていてもよい。

[0036] [第 2 実施例]

図 5 は、第 2 実施例に係る運転方法を実現するコントローラ 4 の処理の流れ図である。図 5 に示すように、タンク内圧力 P は、液化ガスタンク 1 0 に収容された液化ガスのボイルオフガスによって上昇して、アラーム圧力 $P 1$ となる。コントローラ 4 は、タンク内圧力 P を監視しており、タンク内圧力 P がアラーム圧力 $P 1$ となると（ステップ $S 0 1$ ）、タンク内圧力 P の圧力上昇速度を演算する（ステップ $S 0 2$ ）。タンク内圧力 P の圧力上昇速度は、タンク内圧力 P の履歴から求めることができる。

[0037] コントローラ 4 には、予め圧力上昇速度に関し速度閾値が与えられ、記憶されている。コントローラ 4 は、求めた圧力上昇速度と速度閾値とを比較し（ステップ $S 0 3$ ）、圧力上昇速度が速度閾値未満であれば（ステップ $S 0 3$ で $N O$ ）、出力装置 4 6 からアラームを出力する（ステップ $S 0 4$ ）。アラームによって、ボイルオフガスの放出が予告される。

[0038] コントローラ 4 は、タンク内圧力 P が放出開始圧力 $P 2$ となると（ステップ $S 0 5$ で $Y E S$ ）、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 を開放動作させるとともに、圧縮機 3 5 を稼働させる（ステップ $S 0 6$ ）。なお、コントローラ 4 は、タンク内圧力 P が放出開始圧力 $P 2$ となったとき又はその前に熱交換器 3 4 を起動する。放出ライン 3 の定常時流路を通じて液化ガスタンク 1 0 内と放出塔 6 とが連通され、熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 が稼働すると、液化ガスタンク 1 0 から放出ライン 3 へ流入したボイルオフガスは、放出温度まで加温されて、放出塔 6 へ送られ、放出塔 6 から大気へ放出される。ボイルオフガスの放出によってタンク内圧力 P が低下して放出終了圧力 $P 5$ となると（ステップ $S 0 7$ で $Y E S$ ）、コントローラ 4 は、第 1 放出弁 3 2 及び第 2 放出弁 3 3 を閉止動作させるとともに、熱交換器 3 4 及び圧縮機 3 5 を停止させる（ステップ $S 0 8$ ）。

[0039] 一方、ステップ $S 0 3$ において、コントローラ 4 は、圧力上昇速度が速度

閾値以上であれば（ステップS 0 3でY E S）、出力装置4 6からアラートを発生させ（ステップS 2 1）、緊急放出弁7 1を開放動作させる（ステップS 2 2）。緊急放出弁7 1の開放は、タンク内圧力Pが緊急放出圧力P 3を超えるのを待って行われてもよい。緊急放出弁7 1の開放によって、放出ライン3の緊急時流路が開放され、放出ライン3へ流入したボイルオフガスは、バイパスライン7を通して、すなわち、熱交換器3 4及び圧縮機3 5を通らずに、放出塔6へ流れて放出塔6から大気へ放出される。ボイルオフガスの放出によってタンク内圧力Pが低下して放出終了圧力P 5となると（ステップS 2 3でY E S）、コントローラ4は、緊急放出弁7 1を閉止動作させる（ステップS 2 4）。

[0040] 上記では第1放出弁3 2、第2放出弁3 3、及び緊急放出弁7 1の開閉動作はコントローラ4によって制御されるが、第1放出弁3 2、第2放出弁3 3、及び緊急放出弁7 1の少なくとも1つの開閉動作が手動で行われてもよい。この場合、コントローラ4は適時にアラームやアラートを発生するので、作業者はアラームやアラートに応じて手動の弁を操作すればよい。

[0041] [第3実施例]

第3実施例において、低温ガス放出システム1の熱交換器3 4は、荷役用熱交換器や燃料用熱交換器などの、放出用ボイルオフガスの加温以外の用途を有する。したがって、熱交換器3 4が荷役や燃料供給などの放出用ボイルオフガスの加温以外に使用されている最中や、熱交換器3 4の停止中に、液化ガスタンク1 0から液化ガスのボイルオフガスを大気放出する事態が想定し得る。このような場合には、緊急時流路を利用して液化ガスタンク1 0から液化ガスのボイルオフガスを熱交換器3 4を通さずに放出塔6へ導き、ボイルオフガスを大気へ放出させる。具体的には、コントローラ4は、第1放出弁3 2及び第2放出弁3 3を閉止させた状態で、緊急放出弁7 1を開放する。コントローラ4は、ボイルオフガスの放出が終了すれば、緊急放出弁7 1を閉止する。これにより、燃料の加温や荷役に影響を与えることなく、液化ガスタンク1 0からボイルオフガスを大気放出できる。同様に、緊急時流

路は、液化ガスタンク 10 のメンテナンス時に置換用ガスの放出流路としても利用できる。

[0042] 〔総括〕

本開示の第 1 の項目に係る低温ガス放出システム 1 は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンク 10 から液化ガスのボイルオフガスを大気へ放出するシステムであって、
放出塔 6 と、
ボイルオフガスを液化ガスタンク 10 から放出塔 6 へ導く放出ライン 3 と、
を備え、
放出ライン 3 は、液化ガスタンク 10 と放出塔 6 とを接続する放出主ライン 30 と、放出主ライン 30 に配置されて放出主ライン 30 を流れるボイルオフガスを加温する熱交換器 34 と、放出主ライン 30 に配置されて流路を開閉する放出弁 32, 33 と、ボイルオフガスを放出弁 32, 33 及び熱交換器 34 を通さずに放出塔 6 へ導くバイパスライン 7 と、バイパスライン 7 に配置されてバイパスライン 7 の流路を開閉する緊急放出弁 71 とを有するものである。

[0043] 上記構成の低温ガス放出システム 1 では、放出ライン 3 が、ボイルオフガスを熱交換器 34 で液体酸素の沸点よりも高温に加温してから放出塔 6 へ送る流路（即ち、定常時流路）と、ボイルオフガスを熱交換器 34 を通さずに放出塔 6 へ送る流路（即ち、緊急時流路）とを有する。ボイルオフガスの放出に定常時流路が使用される場合には、液体酸素の沸点よりも高温のボイルオフガスが放出塔 6 から放出されることから、放出されたボイルオフガスによって放出塔 6 の表面や放出塔 6 の周辺の空気（空気は酸素及び窒素を含む）の液化が防止される。ボイルオフガスの放出に緊急時流路が使用される場合には、熱交換器 34 の起動を待たずにボイルオフガスを液化ガスタンク 10 から放出できるので、速やかに液化ガスタンク 10 のタンク内圧力 P を低下できる。例えば、液化ガスタンク 10 の損傷に繋がるタンク内圧力 P の急上昇時に、放出弁 32, 33 の操作や熱交換器 34 の立ち上げを待たずに、

放出ライン 3 の緊急時流路を使って液化ガスタンク 10 からボイルオフガスを緊急放出できる。また、熱交換器 34 が液化ガスタンク 10 の大気放出用ボイルオフガスの加温以外の用途に使用されている最中に、液化ガスタンク 10 からボイルオフガスや他の気体の放出が必要となった際には、他用途での熱交換器 34 の使用に影響を与えずに、放出ライン 3 の緊急時流路を使って液化ガスタンク 10 からボイルオフガスを緊急放出できる。更に、放出ライン 3 の緊急時流路は、上記のような緊急放出時に限らず、液化ガスタンク 10 のガス置換時にも使用され得る。このように、低温ガス放出システム 1 では、用途や状況に応じて、放出ライン 3 の定常時流路と緊急時流路とを使い分けることができる。

[0044] 本開示の第 2 の項目に係る低温ガス放出システム 1 は、第 1 の項目に係る低温ガス放出システム 1 において、放出ライン 3 と接続可能な複数の放出塔 6 を備え、複数の放出ライン 3 は複数の放出塔 6 のうち任意の 1 つ以上を液化ガスタンク 10 と連通させるようにボイルオフガスの流路を切り替える切替器（上記実施形態においては開閉弁 61）を有するものである。

[0045] このようにボイルオフガスを放出する放出塔 6 が選択可能であることで、風向きやメンテナンス等の状況に応じて好適な条件の放出塔 6 からボイルオフガスを放出できる。

[0046] 本開示の第 3 の項目に係る低温ガス放出システム 1 は、第 1 又は 2 の項目に係る低温ガス放出システム 1 において、互いに異なる液化ガスタンク 10 と接続された複数の放出ライン 3 を備え、複数の放出ライン 3 は 2 つ以上の放出ライン 3 で共有される熱交換器 34 を有するものである。

[0047] これにより、熱交換器 34 の数を低減できる。また、放出ライン 3 が含む熱交換器 34 を任意に選択できる。

[0048] 本開示の第 4 の項目に係る低温ガス放出システム 1 は、第 1 乃至 3 のいずれに係る低温ガス放出システム 1 において、放出弁 32、33 は、放出主ライン 30 において熱交換器 34 の上流側に配置された第 1 放出弁 32 と、放出主ライン 30 において熱交換器 34 の下流側に配置された第 2 放出弁 33

と、放出主ライン30とバイパスライン7との合流点37の下流に配置された第3放出弁39とを含むものである。

[0049] このように放出主ライン30に二重の放出弁32, 33が配置されることで、一方の弁の漏洩や破損によりボイルオフガスが大気放出されたり、外気が液化ガスタンク10へ流入したりすることを防止できる。また、第3放出弁39は、他のいずれかの弁が故障により開放された際に当該弁の機能を果たし得る。

[0050] 本開示の第5の項目に係る低温ガス放出システム1は、第1乃至4のいずれかの項目に係る低温ガス放出システム1において、放出塔6へ流入するボイルオフガスの温度を検出する温度センサ12を備え、熱交換器34は、温度センサ12で検出されるボイルオフガスの温度が所定の放出温度となるようにボイルオフガスを加温するものである。

[0051] これにより、放出塔6へ流入するボイルオフガスを放出温度に制御できる。

[0052] 本開示の第6の項目に係る低温ガス放出システム1は、第1乃至5のいずれかの項目に係る低温ガス放出システム1において、放出弁32, 33は、液化ガスタンク10のタンク内圧力Pが所定の放出開始圧力P2を超えると開放され、ボイルオフガスの放出によってタンク内圧力Pが所定の放出終了圧力P5となると閉止される、又は、液化ガスタンク10のタンク内圧力Pの圧力上昇勾配が所定の放出圧力上昇勾配を超えると開放され、ボイルオフガスの放出によってタンク内圧力Pの圧力上昇勾配が所定の放出終了圧力上昇勾配となると閉止されるものである。

[0053] これにより、液化ガスタンク10のタンク内圧力Pが放出開始圧力P2を超えるとボイルオフガスが放出され、タンク内圧力Pを所定圧力範囲内（即ち、使用圧力範囲内）に維持される。

[0054] 本開示の第7の項目に係る低温ガス放出システム1は、第6の項目に係る低温ガス放出システム1において、緊急放出弁71は、タンク内圧力Pが放出開始圧力P2よりも高い所定の緊急放出圧力P3のときに開放されるもの

である。

[0055] これにより、タンク内圧力 P が緊急放出圧力 P_3 を上回ると緊急時流路を通じてボイルオフガスが放出されて、速やかにタンク内圧力 P を低減できる。

[0056] 本開示の第8の項目に係る低温ガス放出システム1は、第1乃至5のいずれかの項目に係る低温ガス放出システム1において、液化ガスタンク10のタンク内圧力 P が所定の圧力閾値以上のときに、タンク内圧力 P の上昇速度が所定の速度閾値未満の場合は放出弁が開放され、タンク内圧力 P の上昇速度が速度閾値以上の場合は緊急放出弁71が開放されるものである。

[0057] これにより、液化ガスタンク10のタンク内圧力 P の上昇速度に応じて放出ライン3の定常時流路と緊急時流路とが使い分けられる。

[0058] 本開示の第9の項目に係る構造物100は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンク10と、
第1乃至8のいずれかの項目に係る低温ガス放出システム1と、
液化ガスタンク10と接続され、液化ガスタンク10から流れ出た液化ガスのボイルオフガスが通る荷役用ガスライン5と、
荷役用ガスライン5に配置され、荷役用ガスライン5を通るボイルオフガスを調温する荷役用熱交換器34とを、備え、
荷役用熱交換器34が低温ガス放出システム1の熱交換器34を兼ねるものである。

[0059] 上記構成の構造物100では、荷役用ガスライン5と放出ライン3とで熱交換器34を共用するので、放出ライン3のために専用の熱交換器34を省略できる。

[0060] 本開示の第10の項目に係る構造物100は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンク10と、
第1乃至8のいずれかの項目に係る低温ガス放出システム1と、
液化ガスタンク10と接続され、液化ガスタンク10から流れ出た液化ガスのボイルオフガスが通る燃料用ガスラインと、

燃料用ガスラインに配置され、燃料用ガスラインを通るボイルオフガスを調温する燃料用熱交換器 34 とを、備え、
燃料用熱交換器 34 が低温ガス放出システム 1 の熱交換器 34 を兼ねるものである。

[0061] 上記構成の構造物 100 では、燃料用ガスラインと放出ライン 3 とで熱交換器 34 を共用するので、放出ライン 3 のために専用の熱交換器 34 を省略できる。

[0062] 本開示の第 11 の項目に係る低温ガス放出方法は、
液化ガスを貯蔵する液化ガスタンク 10 から液化ガスのボイルオフガス大気へ放出する方法であって、
液化ガスタンク 10 内の圧力が所定の放出開始圧力 P_2 を超えたときに、ボイルオフガスを熱交換器 34 で加温してから放出塔 6 を通じて大気へ放出し、
液化ガスタンク 10 内の圧力が放出開始圧力 P_2 よりも高い所定の緊急放出圧力 P_3 を超えたときに、ボイルオフガスを熱交換器 34 を通さずに放出塔 6 を通じて大気へ放出するものである。

[0063] 上記の低温ガス放出方法によれば、タンク内圧力 P の圧力が放出開始圧力 P_2 を超えれば、放出ライン 3 の定常時流路が使用されて液体酸素の沸点よりも高温のボイルオフガスが放出塔 6 から放出される。また、放出ライン 3 を通じた放出ではタンク内圧力 P が低下せずに、タンク内圧力 P が緊急放出圧力 P_3 を超えたときには、放出ライン 3 の緊急時流路が使用されて速やかにボイルオフガスを液化ガスタンク 10 から放出してタンク内圧力 P を低減できる。

[0064] 以上の本開示の議論は、例示及び説明の目的で提示されたものであり、本開示を本明細書に開示される形態に限定することを意図するものではない。
例えば、前述の詳細な説明では、本開示の様々な特徴は、本開示を合理化する目的でいくつかの実施形態に纏められているが、複数の特徴のうち幾つかが組み合わせられてもよい。また、本開示に含まれる複数の特徴は、上記で論じたもの以外の代替の実施形態、構成、又は態様に組み合わせられてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクから前記液化ガスのボイルオフガスを大気へ放出するシステムであって、
- 放出塔と、
- 前記ボイルオフガスを前記液化ガスタンクから前記放出塔へ導く放出ラインと、を備え、
- 前記放出ラインは、前記液化ガスタンクと前記放出塔とを接続する放出主ラインと、前記放出主ラインに配置されて前記放出主ラインを流れる前記ボイルオフガスを加温する熱交換器と、前記放出主ラインに配置されて流路を開閉する放出弁と、前記ボイルオフガスを前記放出弁及び前記熱交換器を通さずに前記放出塔へ導くバイパスラインと、前記バイパスラインに配置されて前記バイパスラインの流路を開閉する緊急放出弁とを有する、
- 低温ガス放出システム。
- [請求項2] 前記放出ラインと接続可能な複数の前記放出塔を備え、前記放出ラインは複数の前記放出塔のうち任意の1つ以上を前記液化ガスタンクと連通させるように前記ボイルオフガスの流路を切り替える切替器を有する、
- 請求項1に記載の低温ガス放出システム。
- [請求項3] 互いに異なる前記液化ガスタンクと接続された複数の前記放出ラインを備え、複数の前記放出ラインは2つ以上の前記放出ラインで共有される前記熱交換器を有する、
- 請求項1又は2に記載の低温ガス放出システム。
- [請求項4] 前記放出弁は、前記放出主ラインにおいて前記熱交換器の上流に配置された第1放出弁と、前記放出主ラインにおいて前記熱交換器の下流に配置された第2放出弁と、前記放出主ラインと前記バイパスラインとの合流点の下流に配置された第3放出弁とを含む、
- 請求項1乃至3のいずれか一項に記載の低温ガス放出システム。

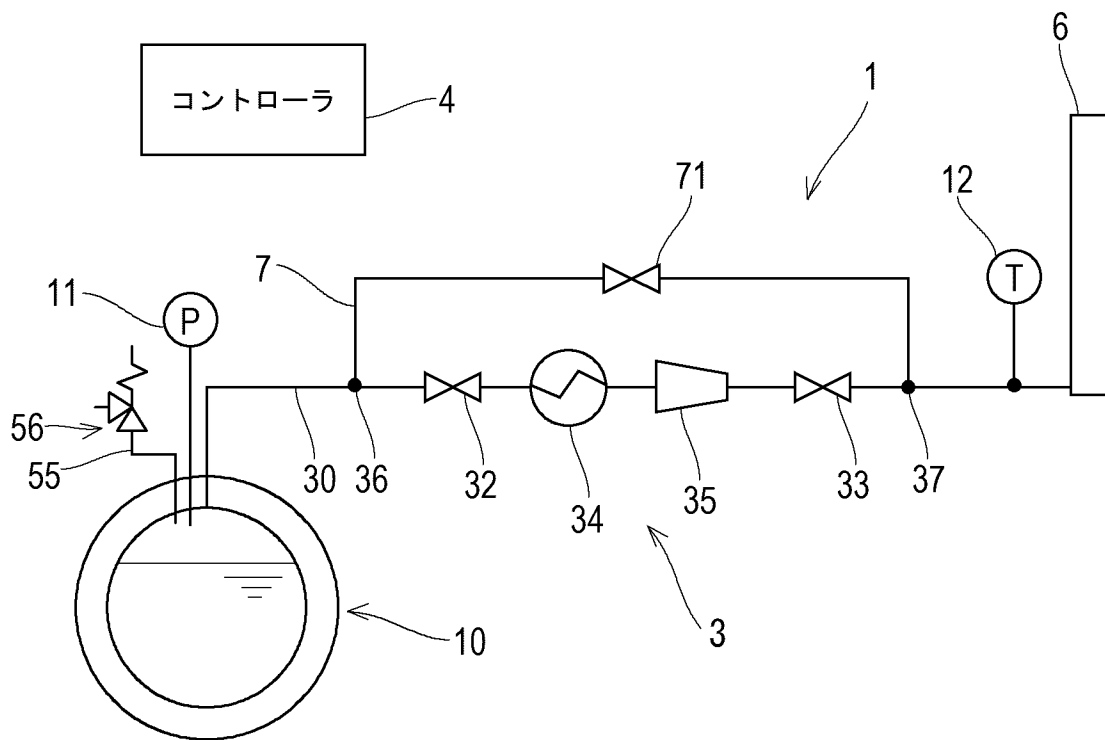
- [請求項5] 前記放出塔へ流入する前記ボイルオフガスの温度を検出する温度センサを備え、
前記熱交換器は、前記温度センサで検出される前記ボイルオフガスの温度が所定の放出温度となるように前記ボイルオフガスを加温する、
請求項1乃至4のいずれか一項に記載の低温ガス放出システム。
- [請求項6] 前記放出弁は、前記液化ガスタンクのタンク内圧力が所定の放出開始圧力を超えると開放され、前記ボイルオフガスの放出によって前記タンク内圧力が所定の放出終了圧力となると閉止される、又は、前記液化ガスタンクのタンク内圧力の圧力上昇速度が所定の放出圧力上昇速度を超えると開放され、前記ボイルオフガスの放出によって前記タンク内圧力の圧力上昇速度が所定の放出終了圧力上昇速度となると閉止される、
請求項1乃至5のいずれか一項に記載の低温ガス放出システム。
- [請求項7] 前記緊急放出弁は、前記タンク内圧力が前記放出開始圧力よりも高い所定の緊急放出開始圧力のときに開放される、
請求項6に記載の低温ガス放出システム。
- [請求項8] 前記液化ガスタンクのタンク内圧力が所定の圧力閾値以上のときに、前記タンク内圧力の上昇速度が所定の速度閾値未満の場合は前記放出弁が開放され、前記タンク内圧力の前記上昇速度が前記速度閾値以上の場合は前記緊急放出弁が開放される、
請求項1乃至5のいずれか一項に記載の低温ガス放出システム。
- [請求項9] 液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、
請求項1乃至8のいずれか一項に記載の低温ガス放出システムと、
前記液化ガスタンクと接続され、前記液化ガスタンクから流れ出た前記液化ガスのボイルオフガスが通る荷役用ガスラインと、
前記荷役用ガスラインに配置され、前記荷役用ガスラインを通る前記ボイルオフガスを調温する荷役用熱交換器とを、備え、

前記荷役用熱交換器が前記低温ガス放出システムの前記熱交換器を兼ねる、
構造物。

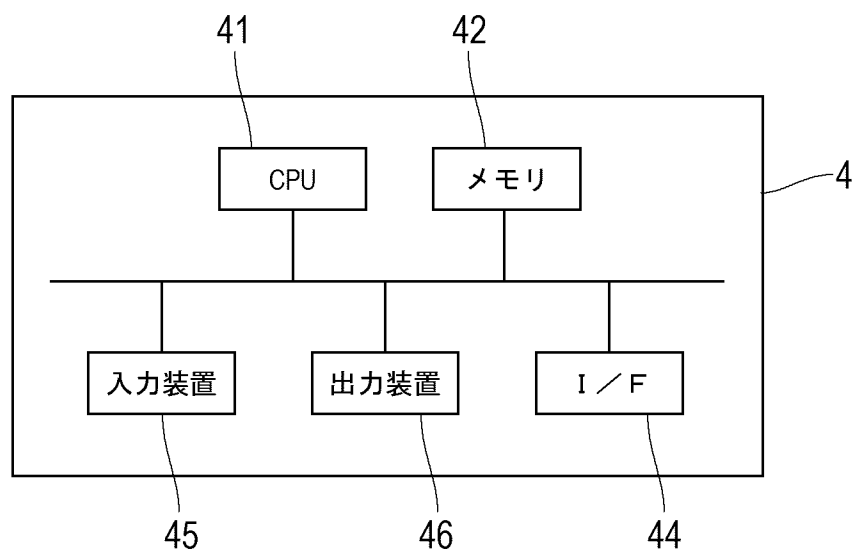
[請求項10] 液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、
請求項1乃至8のいずれか一項に記載の低温ガス放出システムと、
前記液化ガスタンクと接続され、前記液化ガスタンクから流れ出た
前記液化ガスのボイルオフガスが通る燃料用ガスラインと、
前記燃料用ガスラインに配置され、前記燃料用ガスラインを通る前
記ボイルオフガスを調温する燃料用熱交換器とを、備え、
前記燃料用熱交換器が前記低温ガス放出システムの前記熱交換器を
兼ねる、
構造物。

[請求項11] 液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクから前記液化ガスのボイルオフ
ガスを大気へ放出する方法であって、
前記液化ガスタンク内の圧力が所定の放出開始圧力を超えたときに
、前記ボイルオフガスを熱交換器で加温してから放出塔を通じて大気
へ放出し、
前記液化ガスタンク内の圧力が前記放出開始圧力よりも高い所定の
緊急放出開始圧力を超えたときに、前記ボイルオフガスを前記熱交換
器を通さずに前記放出塔を通じて大気へ放出する、
低温ガス放出方法。

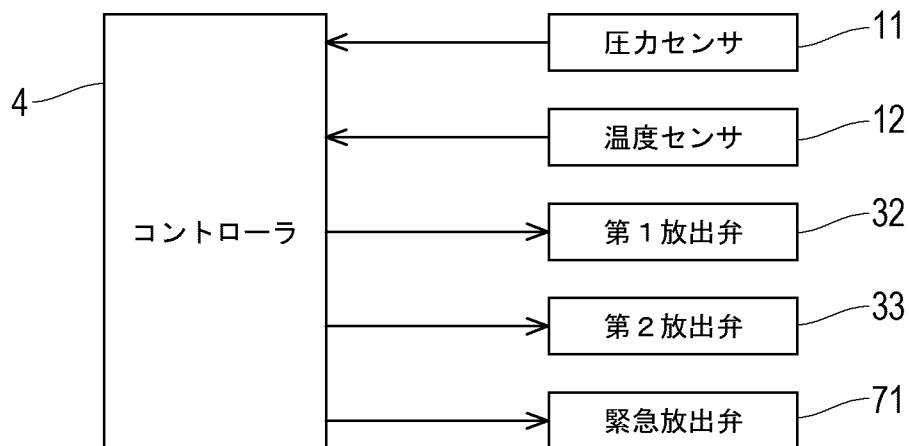
[図1]



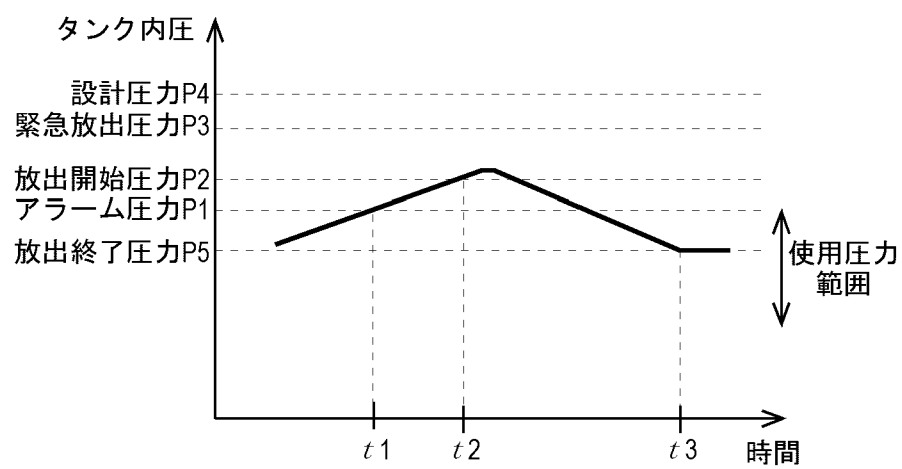
[図2]



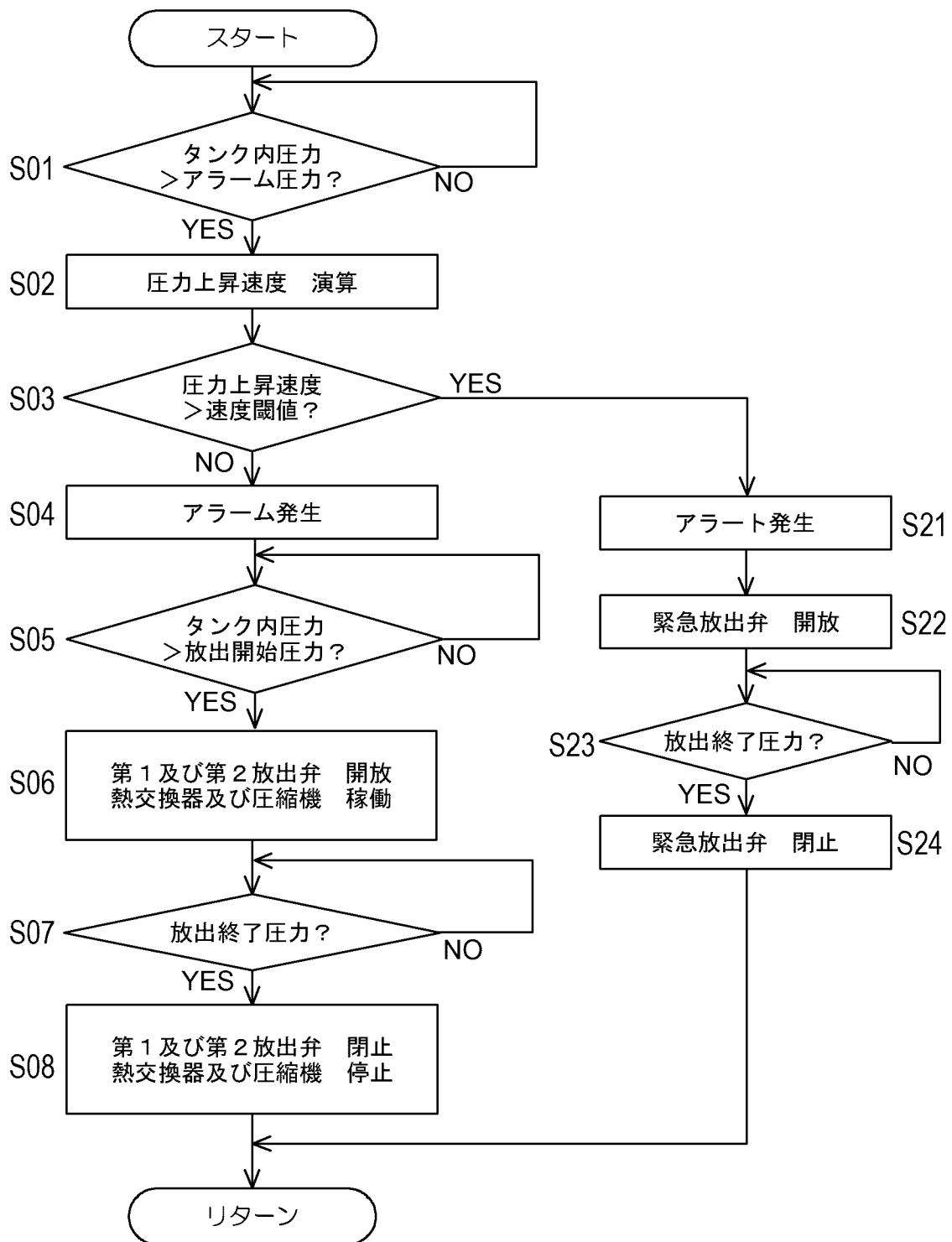
[図3]



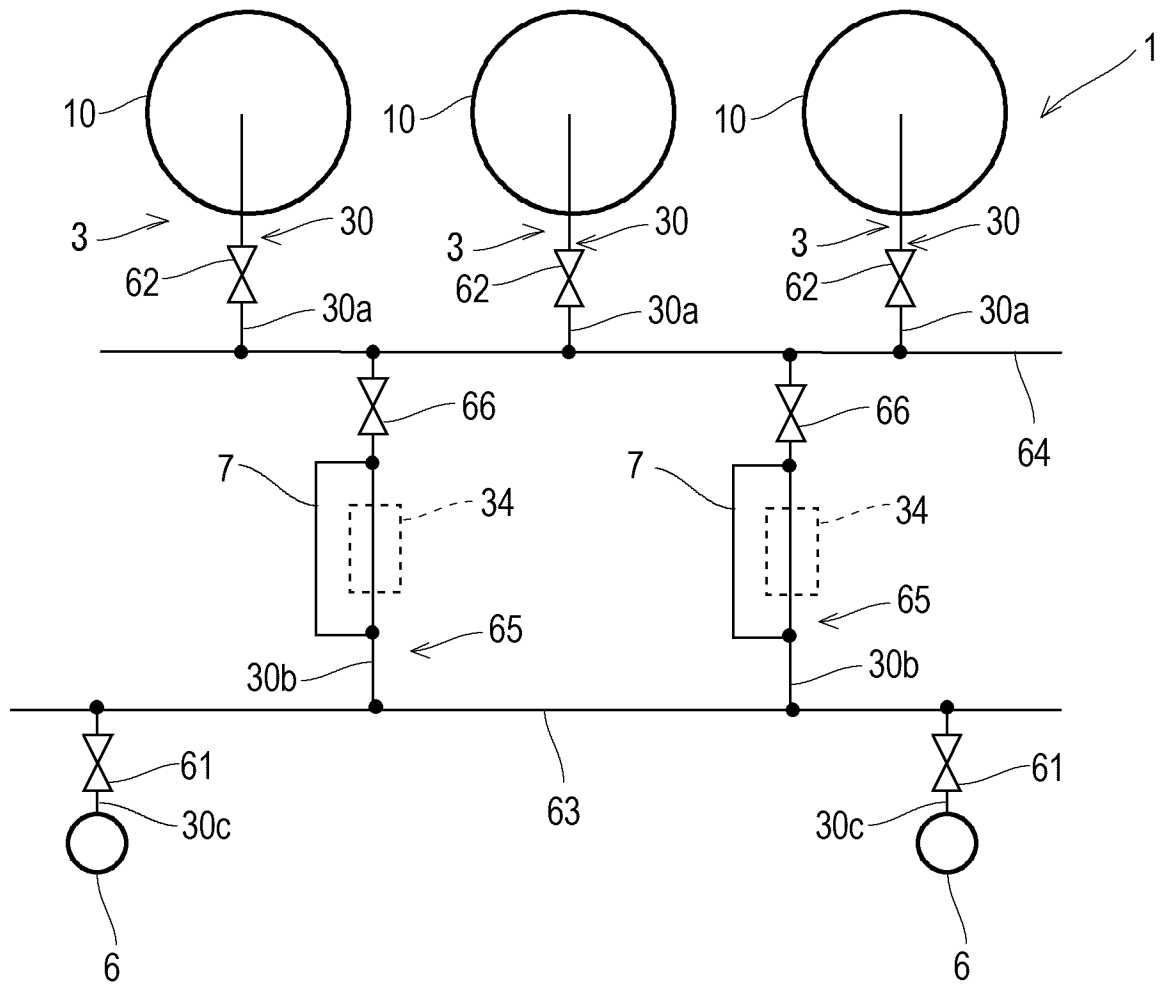
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/004138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F17C 7/00**(2006.01)i; **F17C 13/00**(2006.01)i

FI: F17C7/00 A; F17C13/00 302A

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)

F17C7/00; F17C13/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 2018-204721 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 27 December 2018 (2018-12-27) paragraphs [0014]-[0035], fig. 1-2	1, 6-7, 11
Y		2-7, 9-10
A		8
Y	JP 2021-160619 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 11 October 2021 (2021-10-11) paragraphs [0029], [0035], fig. 3	2-7, 9-10
A		8
Y	JP 2019-56381 A (MITSUI E&S ZOSSEN CO., LTD.) 11 April 2019 (2019-04-11) paragraph [0014], fig. 1	3-7, 9-10
A		8
Y	DE 102008061192 A1 (MAN DIESEL SE) 17 June 2010 (2010-06-17) paragraph [0028], fig. 1	4-7, 9-10
A		8



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

31 March 2023

Date of mailing of the international search report

11 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/004138

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-204721	A	27 December 2018	(Family: none)	
JP	2021-160619	A	11 October 2021	WO 2021/200962 A1 paragraphs [0029], [0035], fig. 3 CN 115397728 A KR 10-2022-0156859 A	
JP	2019-56381	A	11 April 2019	(Family: none)	
DE	102008061192	A1	17 June 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F17C 7/00(2006.01)i; F17C 13/00(2006.01)i FI: F17C7/00 A; F17C13/00 302A										
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）） F17C7/00; 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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023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								
X	JP 2018-204721 A (川崎重工業株式会社) 27.12.2018 (2018-12-27) 段落0014-0035, 図1-2	1, 6-7, 11								
Y		2-7, 9-10								
A		8								
Y	JP 2021-160619 A (川崎重工業株式会社) 11.10.2021 (2021-10-11) 段落0029, 0035, 図3	2-7, 9-10								
A		8								
Y	JP 2019-56381 A (三井E & S造船株式会社) 11.04.2019 (2019-04-11) 段落0014, 図1	3-7, 9-10								
A		8								
Y	DE 102008061192 A1 (MAN DIESEL SE) 17.06.2010 (2010-06-17) 段落0028, Fig. 1	4-7, 9-10								
A		8								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 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抵触するものではなく、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						
* 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抵触するものではなく、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 31.03.2023	国際調査報告の発送日 11.04.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田中 一正 3N 3532 電話番号 03-3581-1101 内線 3361									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/004138

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-204721	A	27.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2021-160619	A	11.10.2021	WO 2021/200962 A1 段落 0 0 2 9, 0 0 3 5, 図 3 CN 115397728 A KR 10-2022-0156859 A	
JP	2019-56381	A	11.04.2019	(ファミリーなし)	
DE	102008061192	A1	17.06.2010	(ファミリーなし)	