

(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
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/002592 A1

- (51) 国際特許分類:
F17C 9/02 (2006.01) F28D 1/053 (2006.01)
F17D 1/04 (2006.01) F28F 1/32 (2006.01)
F25B 39/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068108
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 23 日(23.06.2015)
- (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 2014-136598 2014 年 7 月 2 日(02.07.2014) JP
特願 2015-018182 2015 年 2 月 2 日(02.02.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBELCO STEEL, LTD.))
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸
通二丁目 2 番 4 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 東 孝祐(HIGASHI Kosuke). 福谷 和久
(FUKUTANI Kazuhisa).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所, 外
(EIKOH PATENT FIRM, P.C. et al.); 〒1050003 東京

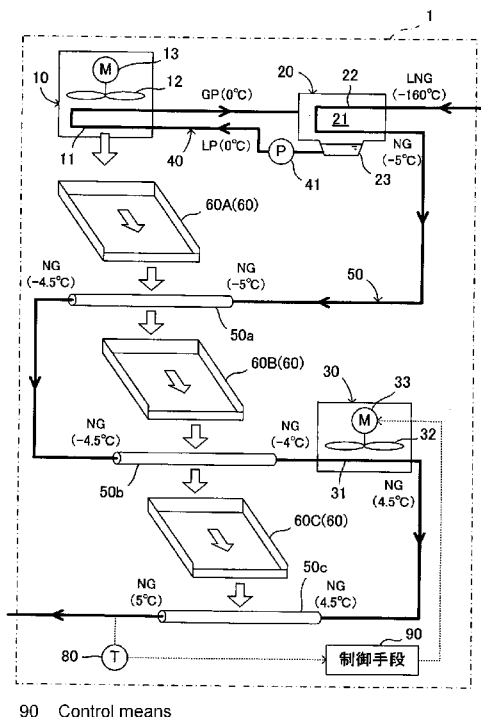
都港区西新橋一丁目 7 番 1 3 号 虎ノ門イース
トビルディング 10 階 Tokyo (JP).

- (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, 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, KN, KP, KR, 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), ユー
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: LIQUEFIED GAS VAPORIZATION DEVICE AND LIQUEFIED GAS VAPORIZATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 液化ガス気化装置および液化ガス気化システム



(57) Abstract: A liquefied gas vaporization device is provided with a liquefied gas evaporator for vaporizing liquefied gas into vaporized gas by exchanging heat with an intermediate medium that has been vaporized in an intermediate medium warmer by the exchange of heat with a warming gas, and a gas pipeline through which flows the vaporized gas that was generated in the liquefied gas evaporator. In the liquefied gas vaporization device, condensed water generated on the surface of a heat-transfer tube is heated by the exchange of heat with air, the condensed water being stored in a storage tank disposed in a position lower than the heat-transfer tube. The condensed water is then caused to flow downward to the gas pipeline, which is in a position lower than the storage tank, thereby heating the vaporized gas in the gas pipeline.

(57) 要約: 液化ガス気化装置は、加温用気体との熱交換により中間媒体加温器で気化させた中間媒体との熱交換によって、液化ガスを気化させて気化ガスを生成する液化ガス蒸発器と、液化ガス蒸発器で生成された気化ガスが流れるガス配管と、を設ける。液化ガス気化装置は、伝熱管の表面で発生した凝縮水を、伝熱管よりも低い位置に配置された貯留タンクに貯留した状態で大気との熱交換によって加温した後、貯留タンクよりも低い位置にあるガス配管へ流下させることで、ガス配管内の気化ガスを加温する。

WO 2016/002592 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： 液化ガス気化装置および液化ガス気化システム

技術分野

[0001] 本発明は、中間媒体との熱交換によって液化ガスを気化させる液化ガス気化装置および液化ガス気化システムに関する。

背景技術

[0002] 中間媒体との熱交換によって液化ガスを気化させる液化ガス気化装置として、例えば特許文献1に記載されているものがある。この液化ガス気化装置では、中間媒体が中間媒体蒸発部と液化ガス気化部との間を循環しており、中間媒体蒸発部で気化された中間媒体が液化ガス気化部で凝縮することにより、低温の液化ガスが気化して気化ガスを生成する。かかる構成によれば、中間媒体の凝縮潜熱を利用して液化ガスを気化させることになるため、潜熱／顕熱のエンタルピー比に応じて、中間媒体の循環量を低減することができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2013-32836号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述の液化ガス気化装置は、中間媒体蒸発部の伝熱管の周囲に大気を流通させることで、伝熱管内の中間媒体を気化させている。この際、大気に含まれる水蒸気が伝熱管の表面で凝縮し、凝縮水が発生する。こうして生じた凝縮水は、特に利用されることなく、廃棄されるのが一般的であり、凝縮水を有効に活用する方法が求められていた。

[0005] 一方、液化ガス気化部で気化された気化ガスは、加温器により所定の目標温度まで加温されるのが一般的であるが、加温器を作動させるには追加的な電力が必要となる。そこで、できる限り加温器における負荷を減らし、場合

によっては、加温器をなくすことによって、液化ガス気化装置における消費電力を低減したいという要求がある。

[0006] このような現状に鑑みて、本発明は、中間媒体を用いた液化ガス気化装置および液化ガス気化システムにおいて、中間媒体が流れる伝熱管の表面に発生する凝縮水を有効活用し、消費電力を効果的に低減することを目的としたものである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明にかかる液化ガス気化装置は、加温用気体との熱交換によって、伝熱管内を流れる中間媒体を加温する中間媒体加温器と、前記中間媒体加温器で加温された前記中間媒体との熱交換によって、液化ガスを気化させて気化ガスを生成する液化ガス蒸発器と、前記液化ガス蒸発器で生成された前記気化ガスが流れるガス配管と、を備え、前記加温用気体が水蒸気を含み、前記伝熱管の表面温度が前記加温用気体の露点よりも低くなっていることで、前記伝熱管の表面で凝縮水が発生しており、前記凝縮水を、前記伝熱管よりも低い位置に配置された貯留タンクの貯留部に貯留した状態で大気との熱交換によって加温した後、前記貯留タンクよりも低い位置にある前記ガス配管へ流下させることで、前記ガス配管内の前記気化ガスを加温することを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明では、中間媒体加温器の伝熱管の表面に発生した凝縮水が、貯留タンクの貯留部に貯留された状態で、大気との熱交換によって加温される。そして、加温された凝縮水がガス配管へ流下されることで、ガス配管内の気化ガスが加温される。こうして、凝縮水を利用することで、気化ガスの加温に必要な電力を低減することができる。しかも、伝熱管、貯留タンク、ガス配管は高い方から低い方へとこの順番で配置されているので、凝縮水を重力のみで流下させることが可能であり、追加的な電力を要しない。また、凝縮水の加温には、大気の熱を利用しているため、これにも追加的な電力を要しない。つまり、本発明によれば、伝熱管の表面に発生する凝縮水を有効活用し

、消費電力を効果的に低減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]液化ガス気化装置の全体構成を示す模式図である。

[図2A]貯留タンクを詳細に示す斜視図である。

[図2B]貯留タンクにおける凝縮水の流れを示す平面図である。

[図3]第1貯留タンクおよび樋部材の配置を示す平面図である。

[図4]樋部材の一部を詳細に示す斜視図である。

[図5]樋部材の好適な配置を説明するための断面図である。

[図6]0℃の水を大気との熱交換により加温したときの温度変化を示すグラフである。

[図7]0℃の水を大気との熱交換により外気温と同じ温度にするために要する滞留時間と平均液膜厚さとの関係を示すグラフである。

[図8A]貯留タンクの変形例を示す平面図である。

[図8B]貯留タンクの変形例を示す平面図である。

[図9A]貯留タンクの変形例を示す平面図である。

[図9B]貯留タンクの変形例を示す平面図である。

[図10]液化ガス気化システムの全体構成を示す模式図である。

[図11]凝縮部の一部を示す斜視図である。

[図12]循環配管径と圧力損失との関係を示すグラフである。

[図13]アンモニア流量と圧力損失またはパス数との関係を示すグラフである。

[図14]アンモニア流量と圧力損失または交換熱量との関係を示すグラフである。

[図15]アンモニア流量と圧力損失または交換熱量との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明にかかる液化ガス気化装置の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態では、中間媒体としてプロパンを使用し、液化

天然ガス（L N G : Liquefied Natural Gas）を気化させて天然ガス（N G : Natural Gas）を生成する場合について説明するが、中間媒体や気化対象とする液化ガスはこれに限定されない。例えば、中間媒体として、プロピレン、代替フロン等の、常温で蒸発し、かつ常用の温度（低温）で固化しない媒体（大気の温度よりも沸点の低い媒体）を用いてもよいし、ブライン等の不凍液を用いてもよい。また、気化対象とする液化ガスは、エチレン、液化酸素、液化窒素等の低温液化ガスであってもよい。

[0011] （液化ガス気化装置の全体構成）

図 1 は、本実施形態にかかる液化ガス気化装置 1 の全体構成を示す。液化ガス気化装置 1 は、液体プロパン L P を気体プロパン G P へと気化させる中間媒体加熱器 1 0 と、気体プロパン G P が凝縮する際の凝縮熱により、液化天然ガス L N G を気化させて天然ガス N G を生成する液化ガス蒸発器 2 0 と、液化ガス蒸発器 2 0 よりも下流側に配置され、天然ガス N G を加温する気化ガス加熱器 3 0 と、を有する。

[0012] 中間媒体加熱器 1 0 と液化ガス蒸発器 2 0 との間には、循環配管 4 0 が配設されている。循環配管 4 0 に設けられたポンプ 4 1 を作動させることで、中間媒体であるプロパンが循環配管 4 0 を流通する。また、液化天然ガス L N G の供給源（不図示）から、液化ガス蒸発器 2 0、気化ガス加熱器 3 0 を経由し、装置外部のガスタンク（不図示）へと至るまで、ガス配管 5 0 が配設されている。液化ガス蒸発器 2 0 で生成された天然ガス N G は、ガス配管 5 0 を流通して最終的にガスタンクへと至る。

[0013] 以上のような構成により、ガス配管 5 0 に供給される低温の液化天然ガス L N G が、液化ガス蒸発器 2 0 にて気化して天然ガス N G となり、その後、気化ガス加熱器 3 0 によって加温される。さらに、液化ガス気化装置 1 では、気化ガス加熱器 3 0 だけではなく、中間媒体加熱器 1 0 で発生する凝縮水を利用して天然ガス N G を加温することで、気化ガス加熱器 3 0 における消費電力の低減を図っている。この点については、後で詳細に説明する。なお、以下の説明においては、大気の温度を一例として 2 5 ℃としている。

[0014] (中間媒体加温器)

中間媒体加温器 10 は、循環配管 40 の一部を構成する伝熱管 11 と、伝熱管 11 の上方に配置されたファン 12 と、ファン 12 を回転駆動するモーター 13 とを有する。伝熱管 11 に導入される 0℃ の液体プロパン LP は、ファン 12 の回転により外部から取り込まれた大気（加温用気体）との熱交換により気化し、0℃ の気体プロパン GP となる。この熱交換により、大気の温度は、25℃ から 20℃ へと低下する。なお、熱交換の効率を高めるため、伝熱管 11 を蛇行状に配置したり、伝熱管 11 にフィンを設けたりするのが一般的である（以下の伝熱管 22、31 も同様）。

[0015] (液化ガス蒸発器)

液化ガス蒸発器 20 は、循環配管 40 から気体プロパン GP が供給される熱交換室 21 と、ガス配管 50 の一部を構成し、熱交換室 21 に配置される伝熱管 22 と、熱交換室 21 の下方に形成される液貯留部 23 とを有する。伝熱管 22 に導入される -160℃ の液化天然ガス LNG と、熱交換室 21 に供給される 0℃ の気体プロパン GP との間で熱交換が行われることで、伝熱管 22 内の液化天然ガス LNG が気化して -5℃ の天然ガス NG が生成されるとともに、気体プロパン GP が凝縮して 0℃ の液体プロパン LP が液貯留部 23 に貯留される。

[0016] (気化ガス加温器)

気化ガス加温器 30 は、ガス配管 50 の一部を構成する伝熱管 31 と、伝熱管 31 の上方に配置されたファン 32 と、ファン 32 を回転駆動するモーター 33 とを有する。伝熱管 31 に導入される -4℃ の天然ガス NG は、ファン 32 の回転により外部から取り込まれた大気との熱交換により、4.5℃ まで昇温する。この熱交換により、大気の温度は、25℃ から 20℃ へと低下する。

[0017] (貯留タンク)

上述のように、中間媒体加温器 10 の伝熱管 11 には、0℃ の液体プロパン LP または気体プロパン GP が流通しているため、伝熱管 11 の表面温度

は0℃に近い温度となる。その結果、伝熱管11の表面温度が大気の露点よりも低くなり、伝熱管11の表面にて大気中の水蒸気が凝縮し、凝縮水が発生する。液化ガス気化装置1においては、この凝縮水を利用してガス配管50内の天然ガスNGを加温するため、3つの貯留タンク60A、60B、60Cが設けられている。なお、図1では、ブロック矢印により、凝縮水の流れを模式的に示している。

[0018] 具体的には、中間媒体加温器10の伝熱管11の下方に第1貯留タンク60Aを配置し、伝熱管11の表面に発生する凝縮水を第1貯留タンク60Aで回収する。そして、第1貯留タンク60Aに貯留されている凝縮水は、大気との熱交換により15℃まで加温される。加温された凝縮水は、第1貯留タンク60Aよりも下方に位置するガス配管50の第1加温部50aに流下する。こうすることで、第1加温部50aにおいて、天然ガスNGを-5℃から-4.5℃に昇温させることができる。この際、凝縮水の温度は、15℃から10℃に低下する。

[0019] また、第1加温部50aの下方に第2貯留タンク60Bを配置し、第1加温部50aから滴下する凝縮水を第2貯留タンク60Bで再回収する。そして、第2貯留タンク60Bに貯留されている凝縮水は、大気との熱交換により再び15℃まで加温される。加温された凝縮水は、第2貯留タンク60Bよりも下方に位置するガス配管50の第2加温部50bに流下する。こうすることで、第2加温部50bにおいて、天然ガスNGを-4.5℃から-4℃に昇温させることができる。この際、凝縮水の温度は、15℃から10℃に低下する。

[0020] さらに、第2加温部50bの下方にもう1つの第2貯留タンク60Cを配置し、第2加温部50bから滴下する凝縮水を第2貯留タンク60Cで再回収する。そして、第2貯留タンク60Cに貯留されている凝縮水は、大気との熱交換により再び15℃まで加温される。加温された凝縮水は、第2貯留タンク60Cよりも下方に位置するガス配管50の第3加温部50cに流下する。こうすることで、第3加温部50cにおいて、天然ガスNGを4.5

℃から5℃に昇温させることができる。この際、凝縮水の温度は、15℃から10℃に低下する。

[0021] 以上のように、貯留タンク60A、60B、60Cで回収した凝縮水を、大気との熱交換により加温し、ガス配管50に流下させることで、第1加温部50a、第2加温部50b、第3加温部50cのそれぞれで、天然ガスNGを0.5℃ずつ昇温させることができる。したがって、天然ガスNGを目標温度（ここでは5℃）まで上昇させるにあたって、気化ガス加温器30の負荷を1.5℃分低減することができ、その結果、気化ガス加温器30における消費電力を低減することが可能となる。

[0022] なお、第1貯留タンク60Aは、伝熱管11の表面で発生した凝縮水を、ガス配管50へ流下させる前に回収し、他方、第2貯留タンク60B、60Cは、ガス配管50へ流下させた凝縮水を再び回収する。この点で、両者は異なる。しかしながら、凝縮水を回収、貯留、加温するという点においては、両者に特に相違はない。そこで、以下の説明では、第1貯留タンク60Aと、第2貯留タンク60B、60Cとを特に区別しない場合には、単に「貯留タンク60」と称する。

[0023] （貯留タンクの具体構成）

続いて、貯留タンク60の具体構成について説明する。図2Aは、貯留タンク60の斜視図であり、図2Bは、貯留タンク60の平面図である。なお、図2Bでは、凝縮水の流れを矢印で示している。

[0024] 貯留タンク60は、凝縮水を貯留する貯留部61と、貯留部61の左右両側に形成され、凝縮水を回収して貯留部61へと流下させる回収部62とを有する。貯留部61は、底面63と、底面63の前端に立設された壁体64と、底面63の後端に立設された壁体65と、底面63の左右両端に立設された一对の壁体66とによって形成される。また、回収部62は、貯留部61に向かって下方に傾斜している斜面67と、壁体64、65とによって形成される。貯留部61、回収部62はともに、上方で大気開放されており、凝縮水と大気との熱交換を促進できるように構成されている。また、貯留タ

ンク 60 の材料を銅などの熱伝導率の高いものとするこゝで、熱交換を促進させることができる。

[0025] 壁体 64 の左右方向における中央部は、壁体 64 の他の部分や他の壁体 65、66 よりも高さが低い堰 64 a となっている。このため、凝縮水が堰 64 a の高さまで貯留部 61 に溜まると、凝縮水は堰 64 a を乗り越えて、貯留タンク 60 から流出する。つまり、堰 64 a を設けるこゝによって、凝縮水が貯留タンク 60 から流出する位置を容易に規定できる。また、貯留部 61 に貯留されている凝縮水の液膜厚さは、堰 64 a の高さによって規定することができる。

[0026] 堰 64 a の左右両端からは、後方に向かって壁体 65 の手前まで延びる仕切体 68 が、貯留部 61 の底面 63 に 2 つ立設されている。このため、図 2 B に矢印で示すように、回収部 62 から貯留部 61 に流入した凝縮水は、一旦後方側へと迂回してから堰 64 a へと至ることになる。つまり、凝縮水が貯留部 61 への流入位置から堰 64 a に直接流れる場合と比べると、仕切体 68 を設けるこゝによって、凝縮水が上記流入位置から堰 64 a に至るまでの流路を長くすることができる。その結果、貯留部 61 における凝縮水の滞留時間が長くなり、貯留部 61 内の凝縮水と大気との熱交換量が増大し、凝縮水をより高い温度まで加温することが可能となる。なお、仕切体 68 の高さは自由に設定することができるが、仕切体 68 の高さを堰 64 a よりも高くしておけば、凝縮水が仕切体 68 を乗り越えて堰 64 a へと直接向かうこゝを確実に防止できるので好適である。

[0027] (樋部材)

基本的には、図 2 A、2 B に示したような貯留タンク 60 を、第 1 貯留タンク 60 A、第 2 貯留タンク 60 B、60 C として採用し、堰 64 a から流出した凝縮水がガス配管 50 へと流下するように配置すれば、それで足りる。しかしながら、本実施形態では、図 3 に示すように、中間媒体加温器 10 が複数設けられているこゝに対応し、第 1 貯留タンク 60 A も複数設けられている。そこで、複数の第 1 貯留タンク 60 A からの凝縮水を集めてガス配

管 5 0 へと流下させるため、樋部材 7 0 が設けられている。以下、この樋部材 7 0 について説明する。なお、第 2 貯留タンク 6 0 B あるいは 6 0 C が複数設けられている場合には、樋部材 7 0 と同様の部材を、第 2 貯留タンク 6 0 B、6 0 C に対して設けてもよい。

[0028] 図 3 は、第 1 貯留タンク 6 0 A および樋部材 7 0 の配置を示す平面図であり、図 4 は、樋部材 7 0 の一部を詳細に示す斜視図である。なお、図 3 では、凝縮水の流れを矢印で示している。本実施形態では、2 つの中間媒体加温器 1 0 からなる組が左右に 6 組並べられて配置されており、各組に対して 1 つの第 1 貯留タンク 6 0 A が、中間媒体加温器 1 0 の鉛直下方に配置されている。そして、各第 1 貯留タンク 6 0 A から流出した凝縮水を集め、ガス配管 5 0 の第 1 加温部 5 0 a へと案内する樋部材 7 0 が設けられる。

[0029] 樋部材 7 0 は、各第 1 貯留タンク 6 0 A から流出した凝縮水を受け止める 6 つの受止部 7 1 と、6 つの受止部 7 1 が接続される合流部 7 2 と、合流部 7 2 の左右中央部から前方に延設された傾斜部 7 3 とを有する。傾斜部 7 3 は、ガス配管 5 0 に向かって下方に傾斜している。各受止部 7 1 は、第 1 貯留タンク 6 0 A の堰 6 4 a に接続されており、堰 6 4 a を乗り越えた凝縮水を受け止めて、合流部 7 2 へと凝縮水を導く。合流部 7 2 に集められた凝縮水は、傾斜部 7 3 からガス配管 5 0 の第 1 加温部 5 0 a へと流下する。

[0030] 図 4 に示すように、合流部 7 2 と傾斜部 7 3 との境界には堰 7 4 が立設されており、この堰 7 4 を乗り越えた凝縮水が傾斜部 7 3 を流下する。堰 7 4 を設けることで、受止部 7 1 および合流部 7 2 での凝縮水の滞留時間を長くすることができる。また、ガス配管 5 0 の外周面には、つば状の止水部 5 1 が 2 つ設けられる。2 つの止水部 5 1 は、上面視で傾斜部 7 3 の左右両端よりも少しだけ外側の位置に形成されている。このような止水部 5 1 を設けることで、傾斜部 7 3 からガス配管 5 0 に流下した凝縮水が、ガス配管 5 0 の軸方向において止水部 5 1 の外側に流れてしまうことを防止でき、第 2 貯留タンク 6 0 B による凝縮水の再回収が容易となる。なお、ガス配管 5 0 が軸方向に傾斜配置されている場合には、下側にだけ止水部 5 1 を設ければよい。

。

[0031] 図5は、樋部材70の好適な配置を説明するための断面図であり、具体的には、ガス配管50の軸方向に直交する断面における、傾斜部73とガス配管50との位置関係を示す図である。傾斜部73の先端から鉛直下方におろした直線とガス配管50との交点Pが、ガス配管50の頂点Qから傾斜部73の基端側（図中左側）へ周方向に45度の範囲R内に位置すると好適である。こうすることで、傾斜部73を流下してきた凝縮水が、ガス配管50の左右両側に概ね均等に流れるため、ガス配管50内の天然ガスNGを均一に加温することができるからである。特に、図5に示すように、傾斜部73の水平面からの傾斜角度を45度とし、交点Pの位置が頂点Qから45度の位置（範囲Rの左端）となるように樋部材70を配置すれば、より確実に凝縮水を左右両側に均等に流れさせることができる。

[0032] 以上説明してきた樋部材70を第1貯留タンク60Aに対して設けることで、複数の第1貯留タンク60Aから流出した凝縮水を集めてガス配管50の第1加温部50aに流下させることができる。しかしながら、このような樋部材70を設けることは必須ではなく、各第1貯留タンク60Aから個々にガス配管50へと凝縮水を流下させるようにしてもよい。

[0033] （貯留部の必要底面積の導出）

貯留タンク60に貯留されている凝縮水は、貯留部61での滞留時間を十分に確保することで、大気との熱交換だけで外気温とほぼ同じ温度まで昇温させることができる。ただし、貯留部61の底面63の面積（以下、単に「底面積」と称する）が小さすぎると、流入してくる凝縮水が、十分に加温されないまま堰64aから流出してしまう。そこで、凝縮水が貯留部61に滞留している間に、外気温と同じ温度まで昇温させることが可能な貯留部61の底面積を導出する。

[0034] 本出願人は、0℃の水を大気との熱交換により加温する実験を、計6通りの条件下で実施した。この計6通りの条件は、外気温の3条件（25℃、20℃、15℃）、平均液膜厚さの2条件（0.1m、0.25m）の組み合

わせである。その結果を図6に示す。図6の結果から明らかなように、0℃の水が外気温と同じ温度になるまでに要する時間は、外気温の影響をほとんど受けないが、液膜の厚さの影響を大きく受けることが分かった。

[0035] そこで、この実験結果をもとに、0℃の水が外気温と同じ温度になるまでに必要な滞留時間を、平均液膜厚さの関数として近似的に表すことを試みた。この際、平均液膜厚さが0.15m、0.2mの場合についても、追加的に実験データを取得した。その結果、図7に示す4データに適合する近似式として、図中に示す式が得られた。この近似式の相関係数は $R^2=1.0$ であり、近似式が実験データによく適合していることを示している。

[0036] ここで、貯留部61内の凝縮水の平均液膜厚さを t [m]、単位時間あたりに発生する凝縮水の量を Q [m³/min]、貯留部61の底面積を S [m²]とすると、必要滞留時間 T [min]は、図7に示した近似式より、

$$T \geq 2044t - 16.2$$

である。

$S t / Q$ [min]だけ時間が経過すると、貯留部61内の凝縮水は新しく発生した凝縮水と入れ替わるため、

$$S t / Q \geq 2044t - 16.2$$

を満たす必要がある。

この式を変形することで、貯留部61の必要底面積を規定する次式(1)が得られる。

$$S \geq (2044 - 16.2 / t) Q \cdots \text{式(1)}$$

式(1)を満たす底面積を有する貯留部61であれば、貯留部61内の凝縮水を外気温とほぼ同じ温度まで上昇させることができる。なお、貯留タンク60の実設計にあたっては、平均液膜厚さ t として堰64aの高さを用いればよい。

[0037] (気化ガス加温器のフィードバック制御)

気化ガス加温器30のフィードバック制御について、図1に戻って説明する。液化ガス気化装置1には、気化ガス加温器30よりも下流側のガス配管

50内の天然ガスNGの温度を測定する温度計80、および、温度計80による測定値に基づいて気化ガス加温器30の動作を制御する制御手段90がさらに設けられている。

[0038] 詳細には、温度計80はガス配管50の第3加温部50cよりもさらに下流側に設けられており、温度計80による測定値は、天然ガスNGの目標温度5℃で一定であることが好ましい。そこで、制御手段90は温度計80による測定値が5℃で一定となるように、気化ガス加温器30のモーター33をフィードバック制御する。こうすることで、天然ガスNGを確実に目標温度の5℃に維持することができる。

[0039] 特に、本実施形態では、凝縮水による天然ガスNGの加温が行われる第1加温部50a、第2加温部50b、第3加温部50cのうち、最も下流側にある第3加温部50cよりもさらに下流側に温度計80を設けている。つまり、外気温の変動等により、第1加温部50a、第2加温部50b、第3加温部50cにおける天然ガスNGの加温の程度に変動が生じた場合であっても、それをすべて考慮したフィードバック制御が実行されることになる。このため、天然ガスNGの温度を確実に目標温度で一定に維持することができる。ただし、温度計80の位置は、これに限定されるものではない。

[0040] (貯留タンクの変形例)

図8A、8B、9A、9Bを参照しつつ、貯留タンク60の変形例について説明する。なお、これらの図では、凝縮水の流れを矢印で示している。

[0041] 図8A、8Bに示す貯留タンク60は、貯留部61に設けられる仕切体68の形状を変更したものである。具体的には、仕切体68を、凝縮水の流路を複数回折り返した形状とすることで、貯留部61内に蛇行状の流路を形成している。このため、凝縮水が貯留部61への流入位置から堰64aに至るまでの流路がより長くなり、凝縮水の滞留時間を増加させることができる。

[0042] 凝縮水の滞留時間を増加させるさらなる工夫として、図9A、9Bに示すように、仕切体68によって形成される凝縮水の流路上に、壁体64、65、66や仕切体68よりも高さが低い中間堰69を設けることが考えられる

。なお、図 9 A、9 B では、仕切体 6 8 と中間堰 6 9 との区別を明確にするため、仕切体 6 8 を太線で示している。このような中間堰 6 9 を設けると、凝縮水が貯留部 6 1 への流入位置から堰 6 4 a に至るには、各中間堰 6 9 を乗り越えることができる高さまで凝縮水が溜まる必要がある。これにより、貯留部 6 1 における凝縮水の滞留時間を一層増加させることが可能となる。なお、中間堰 6 9 の高さは、基本的に堰 6 4 a の高さと同じにすればよいが、異なってもよい。

[0043] (効果)

以上のように、本実施形態の液化ガス気化装置 1 によれば、中間媒体加温器 1 0 の伝熱管 1 1 の表面に発生した凝縮水を利用することで、天然ガス N G を加温する気化ガス加温器 3 0 の消費電力を低減することができる。さらに、凝縮水による加温だけで天然ガス N G を目標温度まで昇温させることができるのであれば、気化ガス加温器 3 0 をなくすことも可能である。しかも、凝縮水を重力のみでガス配管 5 0 に流下させているので、追加的な電力を要しない。また、凝縮水の加温には、大気の熱を利用しているため、これにも追加的な電力を要しない。つまり、液化ガス気化装置 1 によれば、伝熱管 1 1 の表面に発生する凝縮水を有効活用し、消費電力を効果的に低減することが可能となる。なお、このような液化ガス気化装置 1 は、大気の熱を利用して消費電力の低減を図るものであり、特に温暖な地域での使用に適している。

[0044] また、本実施形態では、貯留タンク 6 0 として、伝熱管 1 1 の表面で発生した凝縮水をガス配管 5 0 へ流下させる前に回収する第 1 貯留タンク 6 0 A に加えて、ガス配管 5 0 へ流下させた凝縮水を再び回収する第 2 貯留タンク 6 0 B、6 0 C がさらに設けられている。このため、凝縮水を利用した天然ガス N G の加温を複数回行うことができ、消費電力を一層効果的に低減することが可能である。

[0045] (液化ガス気化システムの全体構成)

次に、上述の液化ガス気化装置 1 をバイナリー発電装置と組み合わせた液

化ガス気化システムの実施形態について説明する。図10は、液化ガス気化システムの全体構成を示す模式図である。この液化ガス気化システム100は、バイナリー発電で利用された作動流体の蒸気を、液化ガス気化装置1の第1貯留タンク60Aに貯留されている凝縮水の冷熱を利用して凝縮させるものである。なお、図10は、液化ガス気化システム100を概ね横から見た図であるが、便宜上、蒸発部102および凝縮部105に関しては上から見た配管形状を示している。

[0046] 液化ガス気化システム100は、液化ガス気化装置1に設けられた第1貯留タンク60Aと地中との間にわたって配設された循環配管101を有しており、循環配管101内を作動流体としてのアンモニアが流れている。循環配管101内を循環するアンモニアは、例えば、温度が10℃で圧力が0.8MPaのアンモニアガスと、温度が10℃で圧力が0.1MPaの液化アンモニアとの間で、相変化する。なお、作動流体はアンモニアに限定されず、常温で気相と液相との間で相変化する流体であれば、他のものを用いてもよい。

[0047] 液化ガス気化システム100は、さらに、液化アンモニアを蒸発させてアンモニアガスを生成する蒸発部102、蒸発部102で生成されたアンモニアガスにより回転駆動されるタービン103、およびタービン103の回転軸に連結された発電機104を有している。液化ガス気化システム100は、さらに、タービン103から排出されたアンモニアガスを凝縮させて液化アンモニアを生成する凝縮部105、および液化アンモニアを圧送するためのポンプ106を有している。

[0048] 蒸発部102は、地下20m付近において、循環配管101を複数回折り返すことによって構成されている。地中では、年間を通じて温度が概ね一定に維持されているため、地中に蒸発部102を設けることで、一年中安定した発電量を得ることができる。液化ガス気化システム100の設置面積を抑えるため、蒸発部102を設ける範囲は、複数の第1貯留タンク60Aの設置範囲の直下領域内とすることが好ましい。また、熱交換の効率を高めるた

めに、蒸発部102における循環配管101のパス数を8～10パス程度とし、各パスの間隔は5m程度以上とするのが好ましい。なお、蒸発部102の設置深さは、地下20m付近に限定されず、地下10～30m程度の範囲であればよい。

[0049] 凝縮部105は、複数設けられた第1貯留タンク60Aのすべてを循環配管101が複数回通過するように、循環配管101を複数回折り返すことによって構成されている。具体的には、凝縮部105における循環配管101は、互いに隣り合う2つの直管部101aの端部が曲管部101bによって接続されることで構成されており、直管部101aが第1貯留タンク60Aの貯留部61内の凝縮水中を通過するようになっている。こうすることで、第1貯留タンク60Aの貯留部61内の凝縮水と、循環配管101内を流れるアンモニアガスとの熱交換を促進することができる。なお、熱交換の観点からは、循環配管101が凝縮水に完全に浸漬していることが好ましいが、循環配管101が凝縮水の水面から一部出てもよい。

[0050] 図11は、凝縮部105の一部を示す斜視図であり、図10において左下に位置する第1貯留タンク60Aに関わる部分を示している。なお、第1貯留タンク60Aの構成は、基本的に図2Aに示したものと同一であるので、ここでは、主要な点についてのみ説明を行う。

[0051] 循環配管101のうち、第1貯留タンク60Aの貯留部61に貯留されている凝縮水の中を通過する部分では、上述のようにアンモニアガスと凝縮水との間で熱交換が行われる。その結果、アンモニアガスが凝縮して液化アンモニアが生成されるとともに、凝縮水の温度が例えば0℃から5℃に上昇する。

[0052] このように、第1貯留タンク60A内の凝縮水の冷熱でアンモニアガスを凝縮させる場合、凝縮水が大気との熱交換で温度上昇すると、凝縮部105の機能が低下する。このため、少なくとも第1貯留タンク60Aの貯留部61に対して断熱施工がされており、より好ましくは、回収部62を含む第1貯留タンク60A全体に対して断熱施工がされている。ここでの断熱施工と

は、第1貯留タンク60Aを熱伝導率の比較的低いステンレスや樹脂等で構成することや、第1貯留タンク60Aに断熱材を設けることなどが含まれる。なお、第1貯留タンク60Aの下流側に接続される樋部材70（図3参照）は、凝縮水と大気との熱交換を促進し、凝縮水を昇温させるため、熱伝導率の比較的高いアルミニウムや銅等で構成されることが好ましい。

[0053] また、第1貯留タンク60Aにおいては、新しい凝縮水が順次供給されるほど、循環配管101内のアンモニアガスとの熱交換の効率が向上する。したがって、第1貯留タンク60Aの貯留部61における凝縮水の滞留時間を短縮するため、図2Aに示すような仕切体68をなくし、貯留部61の容積を小さくするとよい。

[0054] 一方、循環配管101については、第1貯留タンク60Aの貯留部61外に位置する部分の熱伝導率を、貯留部61内に位置する部分の熱伝導率よりも小さくすればよい。こうすることで、貯留部61に貯留された凝縮水と循環配管101内のアンモニアガスとの熱交換を促進できるとともに、一旦凝縮した液化アンモニアが大気との熱交換により再度気化してしまうことを抑制できる。

[0055] このように構成された液化ガス気化システム100によれば、液化ガス気化装置1で発生する凝縮水の冷熱および地中熱（または地熱）を利用することで、発電を行うことができる。ここで、「地中熱」とは、太陽エネルギーを熱源とする比較的深度の浅い地中部分の蓄熱を指す。これに対して、「地熱」とは、一般的に火山活動に由来する地球内部（一般的に地中熱の対象領域よりも深い部分）の蓄熱を指す。こうして得られた電力を、中間媒体加温器10のファン12や気化ガス加温器30のファン32（図1参照）の駆動電力として利用することで、液化ガス気化装置1における消費電力を一層効果的に低減することができる。

[0056] 次に、循環配管101の諸元について検討する。図12は、循環配管101の径（以下、「単に配管径」という）と圧力損失との関係を示すグラフである。凝縮水が0℃から5℃まで昇温するのに必要な交換熱量を求めた後、

この交換熱量をアンモニア側と凝縮水側でバランスさせると、必要アンモニア流量が 800 kg/h と求まる。このアンモニア流量に基づいて、上記交換熱量をアンモニア側で捻出するのに必要な伝熱面積を求めた。

ここで、

アンモニアの交換熱量 = アンモニア流量 $\times$ 伝熱面積

伝熱面積 = 配管径 $\times$ 配管長さ

である。

[0057] 図12から明らかなように、配管径が大きくなるほど、圧力損失は低下する。一般的に圧力損失は 10 kPa 以下程度に抑えることが望ましいため、配管径は約 0.05 m 以上であることが好ましい。一方、配管径が第1貯留タンク60Aの堰64aの高さよりも大きいと、循環配管101が貯留部61内の凝縮水の水面から出てしまうため、配管径は堰64aの高さ（例えば 0.2 m ）以下であることが好ましい。

[0058] 図13は、アンモニア流量と圧力損失またはパス数との関係を示すグラフである。凝縮水が 0°C から 5°C まで昇温するのに必要な交換熱量を求めた後、交換熱量および配管径（ 0.15 m ）を一定とした条件下で、アンモニア流量と圧力損失またはパス数との関係を求めた。図13から明らかなように、アンモニア流量が多いほど熱伝達率が大きくなるため、必要な配管長さが短くなり、パス数も減少する。また、アンモニア流量が多くなると圧力損失が大きくなる傾向にあるが、圧力損失の値は 10 kPa を大きく下回っているため、影響は小さいと考えられる。

[0059] 図14は、アンモニア流量と圧力損失または交換熱量との関係を示すグラフである。凝縮水が 0°C から 5°C まで昇温するのに必要な交換熱量を求めた後、配管径が 0.15 m で一定かつパス数が9で一定の条件下で、アンモニア流量を変えた場合のアンモニア側の交換熱量を計算した。アンモニア側の交換熱量が、凝縮水の昇温に必要な交換熱量以上にならないと、凝縮水が 5°C まで昇温しない。そこで、アンモニア側の交換熱量が凝縮水の昇温に必要な交換熱量以上となるアンモニア流量を求めた。

[0060] 図14から明らかなように、アンモニア流量が多くなるほど、圧力損失は増加する傾向にある。また、凝縮水の発生量から凝縮水が熱交換可能な最大熱量を、図中の凝縮水最大交換熱量として求めた。アンモニア側の交換熱量が、凝縮水最大交換熱量未満であると、凝縮水の冷熱が一部無駄になる。このため、アンモニアの交換熱量が凝縮水最大交換熱量以上となるように、アンモニア流量は800kg/h程度以上であることが好ましい。

[0061] 図15は、アンモニア流量と圧力損失または交換熱量との関係を示すグラフである。計算条件は図14の場合とほぼ同じであるが、配管径が0.05mである点で異なる。配管径が0.05mの場合には、圧力損失を10kPa以下に抑えつつ、アンモニア側の交換熱量を凝縮水最大交換熱量以上とすることができないため、パス数を増加させる必要がある。

[0062] (その他の実施形態)

本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上記実施形態の要素を適宜組み合わせ、または種々の変更を加えることが可能である。特に、今回開示された実施形態において、明示的に開示されていない事項、例えば、動作条件や測定条件、各種パラメータ、構成物の寸法、重量、体積などは、当業者が通常実施する範囲を逸脱するものではなく、通常の当業者であれば、容易に想定することが可能な値を採用している。

[0063] 例えば、上記実施形態では、貯留タンク60として、伝熱管11の表面で発生した凝縮水をガス配管50へ流下させる前に回収する第1貯留タンク60Aに加えて、ガス配管50へ流下させた凝縮水を再び回収する第2貯留タンク60B、60Cをさらに設ける構成とした。しかしながら、貯留タンク60として、第1貯留タンクおよび第2貯留タンクのうちいずれか一方のみを設けることとしてもよいし、第2貯留タンクの数に2つに限定されず、1つでも3つ以上であってもよい。なお、第1貯留タンクを設けずに第2貯留タンクのみを設ける形態としては、例えば、中間媒体加温器10の伝熱管11の鉛直下方にガス配管50を配置し、伝熱管11から直接ガス配管50に

滴下した凝縮水を第2貯留タンクで回収することが考えられる。

[0064] また、上記実施形態では、ガス配管50内の天然ガスNGを加温する気化ガス加温器30を設けたが、凝縮水による加温のみでガス配管50内の天然ガスNGが目標温度に達するのであれば、気化ガス加温器30を省略してもよい。また、気化ガス加温器30は空温式のものに限定されず、空気以外の熱媒体を用いたものやヒーターを採用することもできる。さらに、気化ガス加温器30の配設位置は、図1に示した位置に限定されず、ガス配管50の適宜の位置とすることが可能である。

[0065] また、凝縮水を回収し、ガス配管50へ流下させる具体構成は適宜変更が可能である。例えば、貯留タンク60に回収部62を設けず、全体を貯留部61としてもよいし、貯留タンク60に凝縮水を導くための案内部材を別途設けてもよい。また、樋部材70のような別部材により、凝縮水を貯留タンク60からガス配管50へ流下させるのみならず、傾斜部73のような部材を貯留タンク60に一体形成してもよい。さらに、貯留タンク60の堰64aの鉛直下方にガス配管50を配置し、貯留タンク60から流出した凝縮水が滴下することでガス配管50に至る形態も、本発明における「ガス配管へ流下させる」という概念に含まれる。

[0066] また、上記実施形態においては、中間媒体加温器10は液状の中間媒体を気化させるものとしたが、中間媒体加温器10で液状の中間媒体を気化させることは必須ではない。例えば、ブライン等の不凍液を中間媒体として用いた場合には、中間媒体加温器10は液状の中間媒体を相変化させずに、単に昇温させるだけでもよい。

[0067] また、上記実施形態においては、中間媒体加温器10で発生した凝縮水を利用することについてのみ説明してきたが、気化ガス加温器30で発生した凝縮水を同様に有効活用してもよい。

[0068] 本出願は2014年7月2日出願の日本特許出願（特願2014-136598）および2015年2月2日出願の日本特許出願（特願2015-018182）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれ

る。

符号の説明

- [0069] 1 液化ガス気化装置
- 1 0 中間媒体加温器
- 1 1 伝熱管
- 2 0 液化ガス蒸発器
- 3 0 気化ガス加温器
- 5 0 ガス配管
- 6 0 貯留タンク
- 6 0 A 第1貯留タンク
- 6 0 B 第2貯留タンク
- 6 1 貯留部
- 6 4 壁体
- 6 4 a 堰
- 6 5 壁体
- 6 6 壁体
- 6 8 仕切体
- 6 9 中間堰
- 7 0 樋部材
- 7 3 傾斜部
- 8 0 温度計
- 9 0 制御手段
- 1 0 0 液化ガス気化システム
- 1 0 1 循環配管
- 1 0 2 蒸発部
- 1 0 3 タービン
- 1 0 4 発電機
- 1 0 5 凝縮部

請求の範囲

- [請求項1] 加温用気体との熱交換によって、伝熱管内を流れる中間媒体を加温する中間媒体加温器と、
- 前記中間媒体加温器で加温された前記中間媒体との熱交換によって、液化ガスを気化させて気化ガスを生成する液化ガス蒸発器と、
- 前記液化ガス蒸発器で生成された前記気化ガスが流れるガス配管と、
- を備え、
- 前記加温用気体が水蒸気を含み、前記伝熱管の表面温度が前記加温用気体の露点よりも低くなっていることで、前記伝熱管の表面で凝縮水が発生しており、
- 前記凝縮水を、前記伝熱管よりも低い位置に配置された貯留タンクの貯留部に貯留した状態で、前記凝縮水よりも高温の大気との熱交換によって加温した後、前記貯留タンクよりも低い位置にある前記ガス配管へ自重により流下させることで、前記ガス配管内の前記気化ガスを加温することを特徴とする液化ガス気化装置。
- [請求項2] 前記貯留タンクとして、前記伝熱管の表面で発生した前記凝縮水を、前記ガス配管へ流下させる前に回収する第1貯留タンクが設けられている請求項1に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項3] 前記貯留タンクとして、前記ガス配管へ流下させた前記凝縮水を再び回収する第2貯留タンクがさらに少なくとも1つ設けられている請求項2に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項4] 前記貯留部を形成する壁体の一部は他の部分よりも高さが低い堰となっており、
- 前記貯留部内の前記凝縮水は、前記堰を乗り越えることで前記ガス配管へ至る請求項1に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項5] 前記堰を乗り越えた前記凝縮水を前記ガス配管に案内する樋部材をさらに備える請求項4に記載の液化ガス気化装置。

- [請求項6] 前記ガス配管が円管であるとともに、前記樋部材は前記ガス配管へ向けて前記凝縮水を流下させる傾斜部を有しており、
- 前記ガス配管の軸方向と直交する断面において、前記傾斜部の先端から鉛直下方におろした直線と前記ガス配管との交点が、前記ガス配管の頂点から前記傾斜部の基端側へ周方向に45度の範囲内に位置する請求項5に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項7] 前記貯留部には、前記凝縮水が前記貯留部への流入位置から前記堰に至る流路に、前記凝縮水が乗り越える必要のある中間堰が設けられている請求項4に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項8] 前記貯留部には、前記凝縮水が前記貯留部への流入位置から前記堰に直接流れる場合と比べて、前記凝縮水が前記流入位置から前記堰に至るまでの流路を長くさせる仕切体が設けられている請求項4に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項9] 前記ガス配管内の前記気化ガスを加温する気化ガス加温器をさらに備えた請求項1に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項10] 前記気化ガス加温器よりも下流側の前記ガス配管内の前記気化ガスの温度を測定する温度計と、
- 前記温度計による前記気化ガスの測定値が一定となるように、前記気化ガス加温器の動作を制御する制御手段と、
- をさらに備えた請求項9に記載の液化ガス気化装置。
- [請求項11] 前記貯留部内の前記凝縮水の平均液膜厚さ t [m]、単位時間あたりに発生する前記凝縮水の量 Q [m³/min]、前記貯留部の底面積 S [m²] が、次式(1)を満たす請求項1～10のいずれか1項に記載の液化ガス気化装置。
- $$S \geq (2044 - 16.2/t) Q \cdots \text{式(1)}$$
- [請求項12] 請求項2に記載の液化ガス気化装置と、
- 前記第1貯留タンクと地中との間にわたって配設され、内部を作動媒体が流れる循環配管と、

地熱または地中熱により気化した前記作動媒体の蒸気により稼働する発電機と、

を備えた液化ガス気化システムであって、

前記循環配管は、前記第1貯留タンクに貯留されている前記凝縮水の中を通過する凝縮部を有しており、前記作動媒体の蒸気は前記凝縮部で凝縮されることを特徴とする液化ガス気化システム。

[請求項13] 前記第1貯留タンクのうち少なくとも前記貯留部に対して、断熱施工がなされている請求項12に記載の液化ガス気化システム。

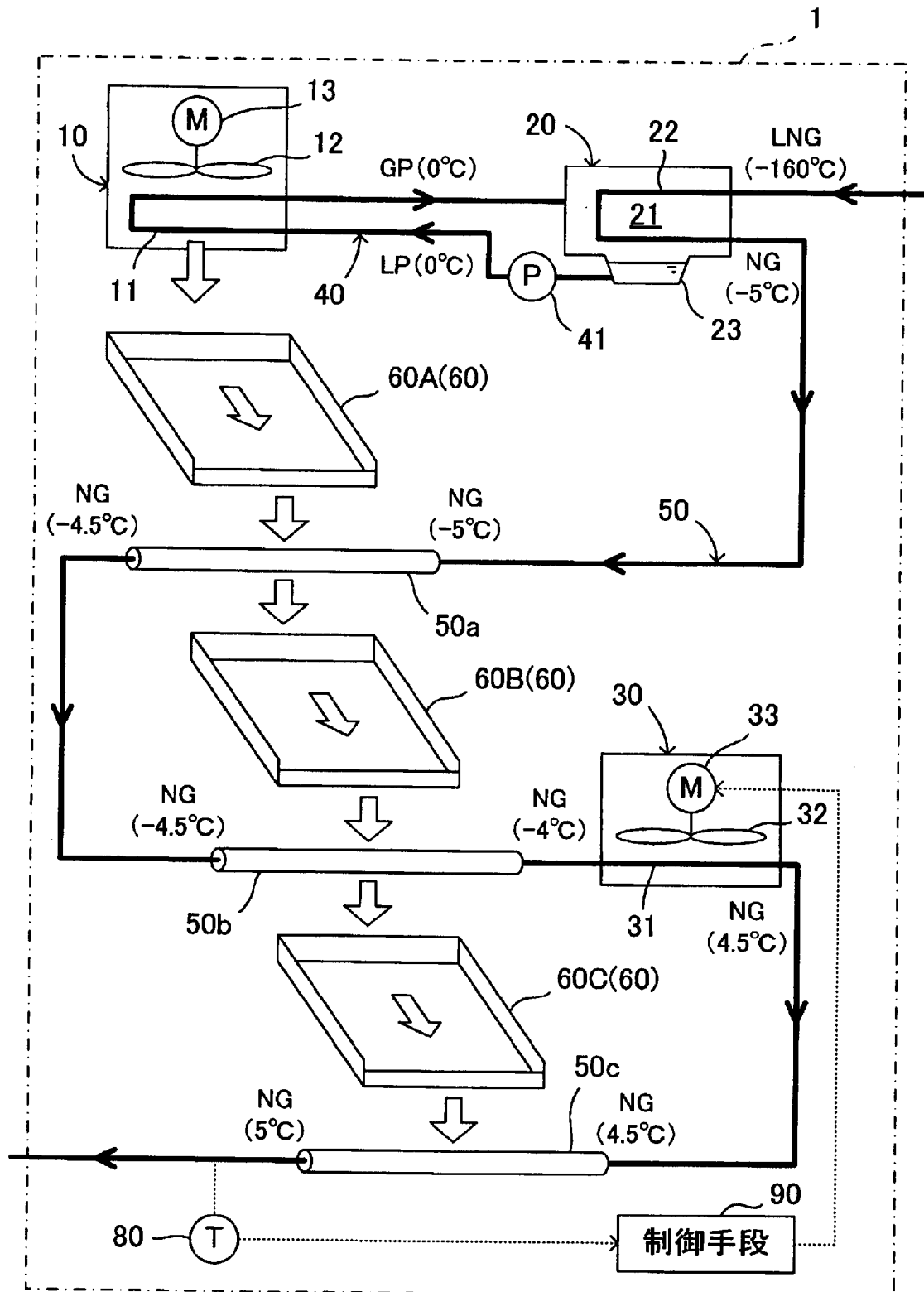
[請求項14] 前記凝縮部のうち前記貯留部外に位置する部分の熱伝導率は、前記凝縮部のうち前記貯留部内に位置する部分の熱伝導率よりも小さい請求項12に記載の液化ガス気化システム。

[請求項15] 前記第1貯留タンクが複数設けられており、
前記凝縮部は、前記複数の第1貯留タンクのすべてを複数回通過する請求項12に記載の液化ガス気化システム。

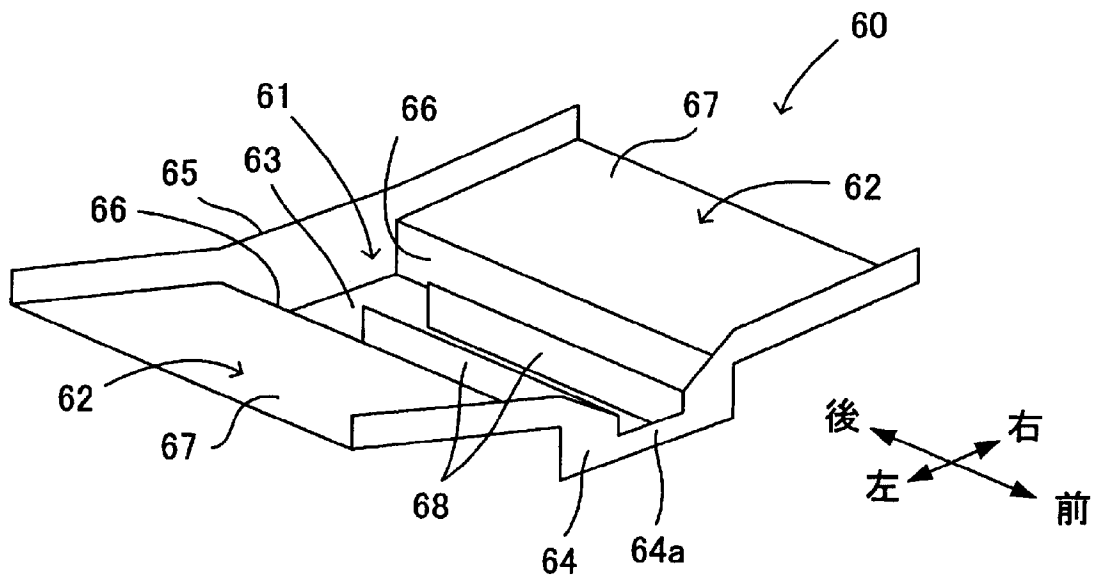
[請求項16] 前記貯留部を形成する壁体の一部に、他の部分よりも高さが低い堰が設けられており、

前記凝縮部の配管径は、0.05 m以上かつ前記堰の高さ以下である請求項12～15のいずれか1項に記載の液化ガス気化システム。

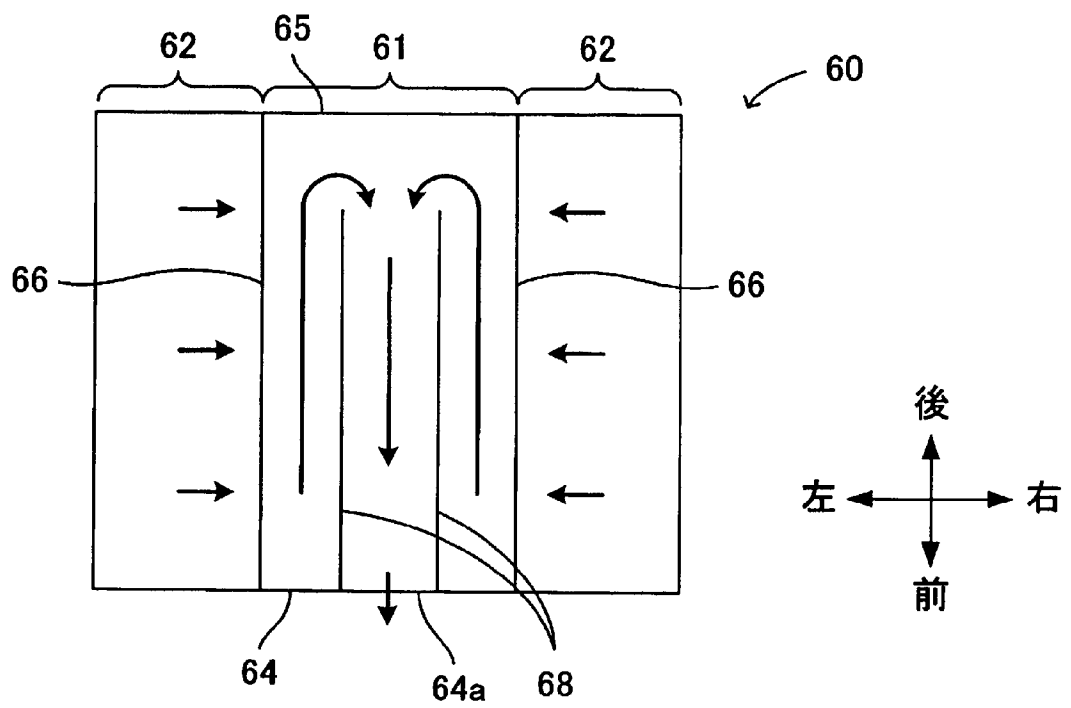
[図1]



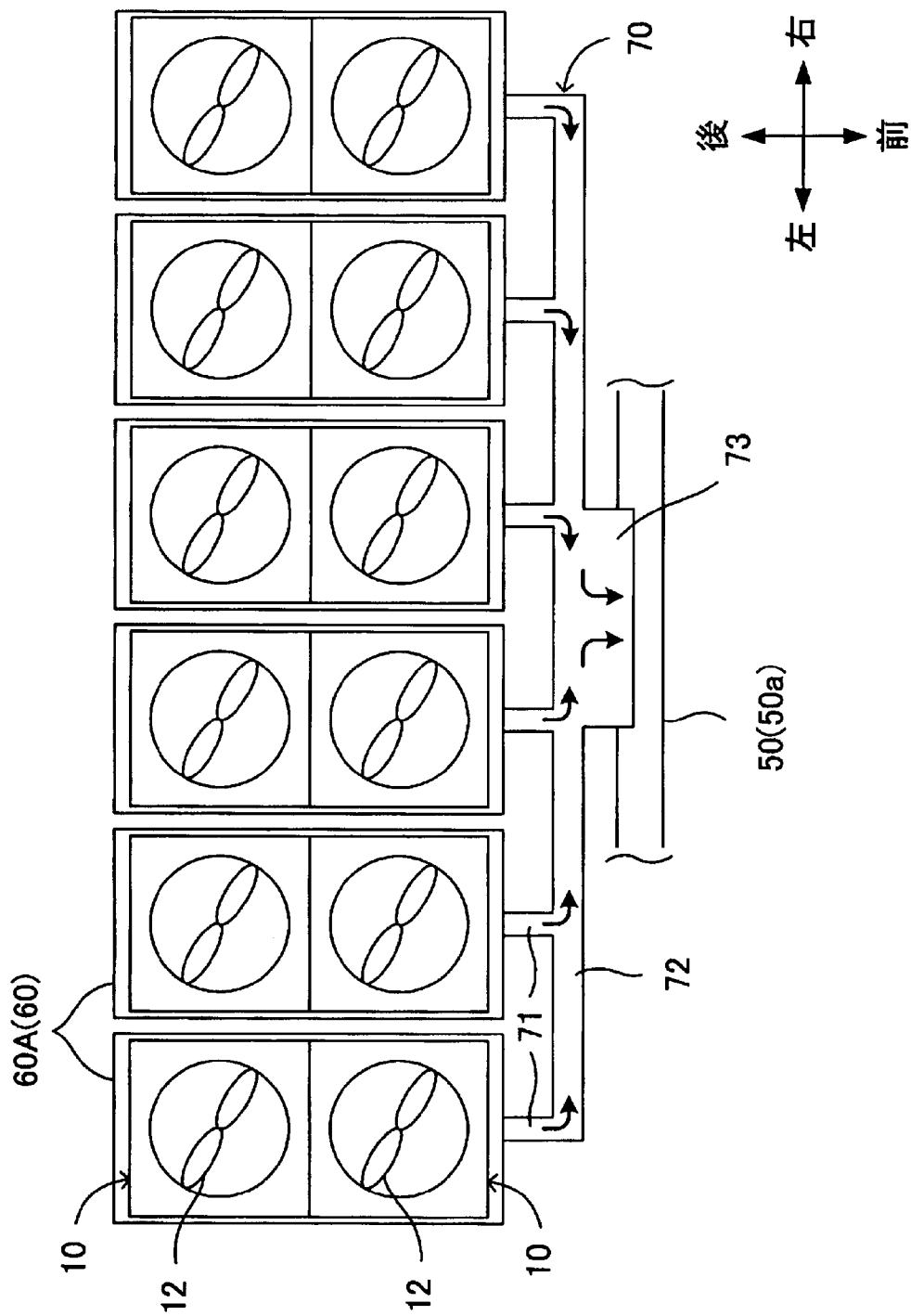
[図2A]



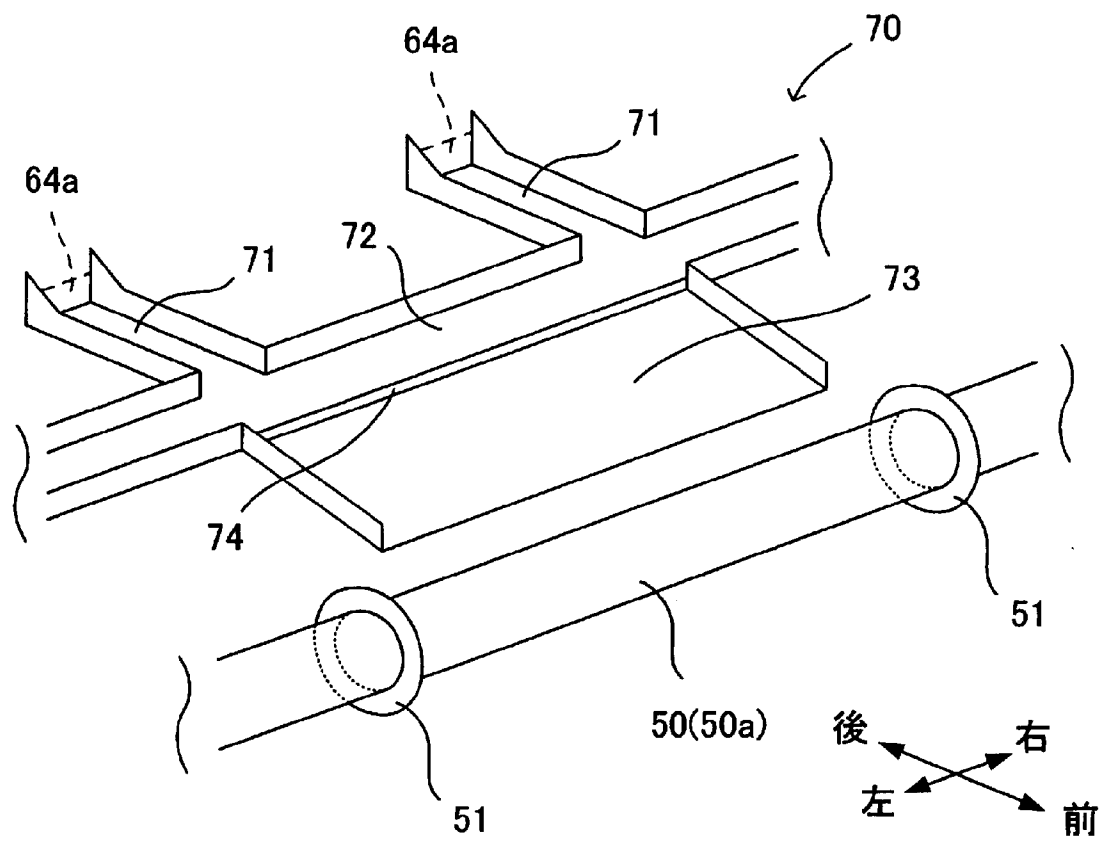
[図2B]



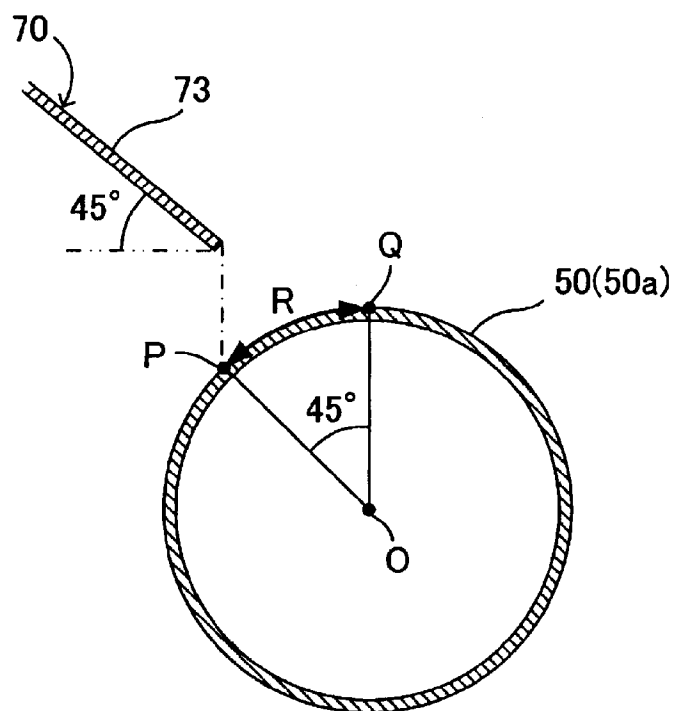
[図3]



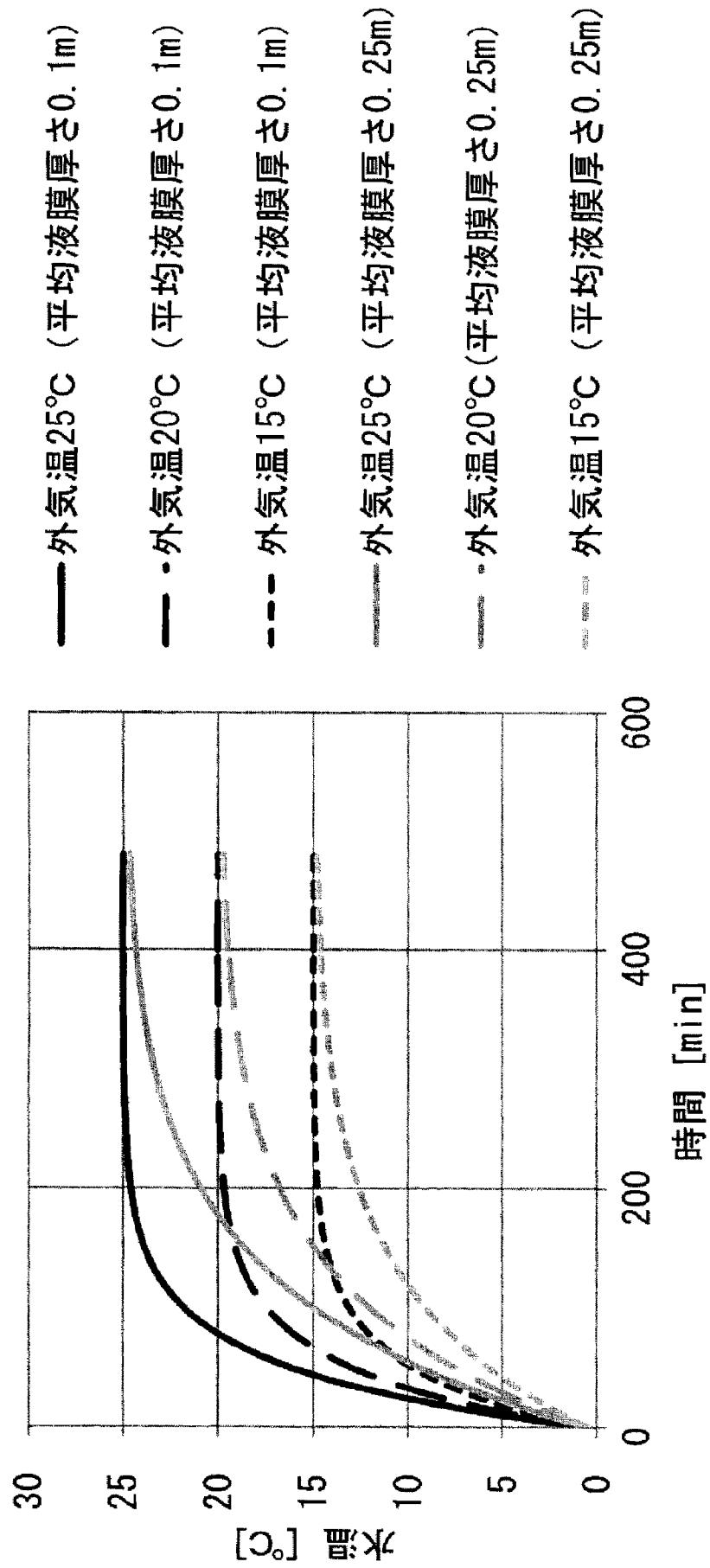
[図4]



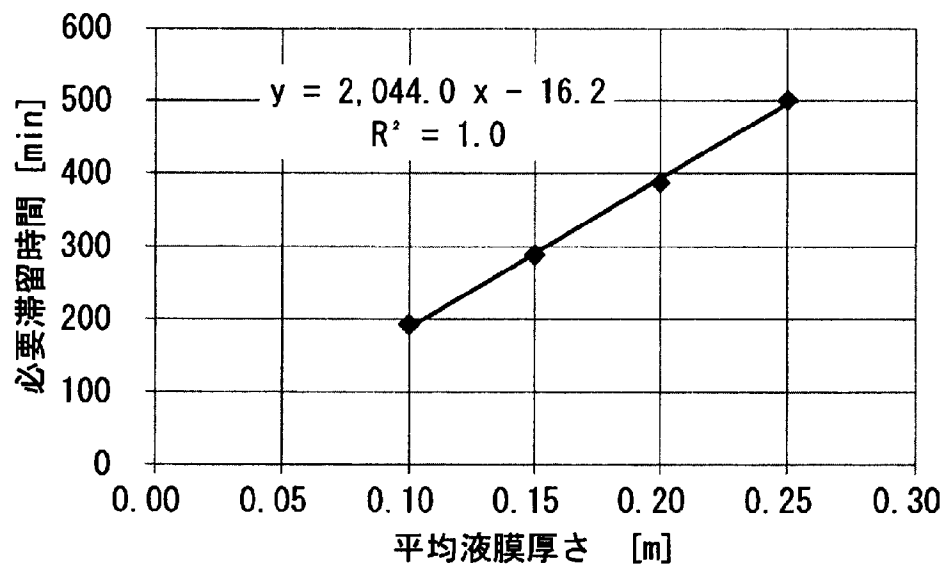
[図5]



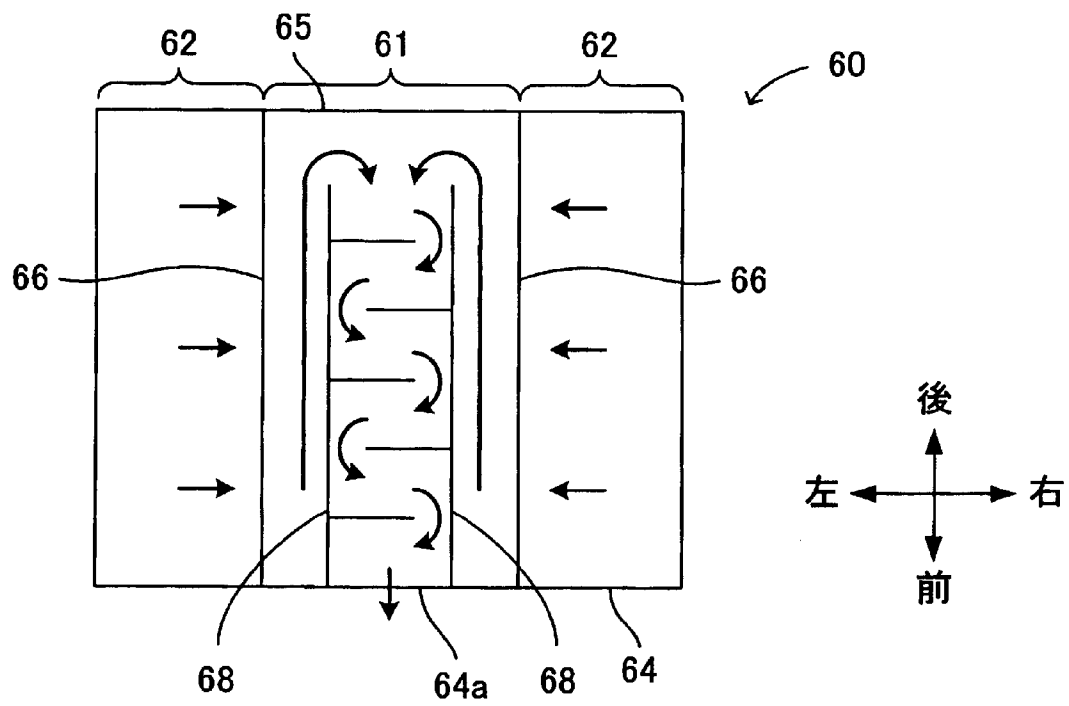
[図6]



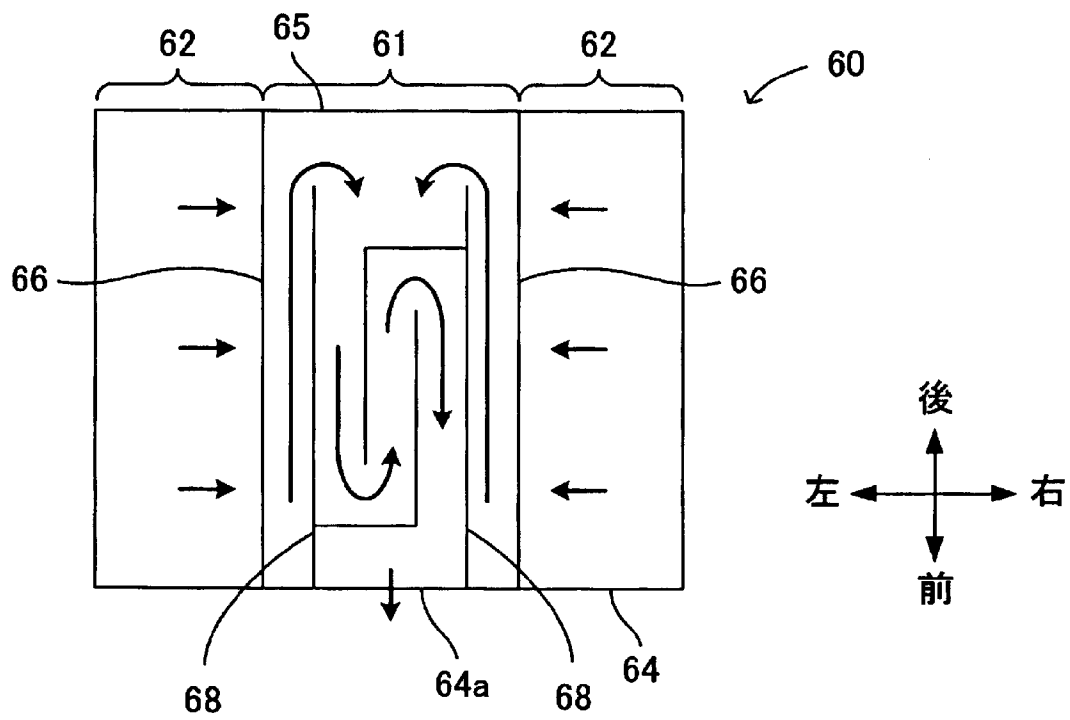
[図7]



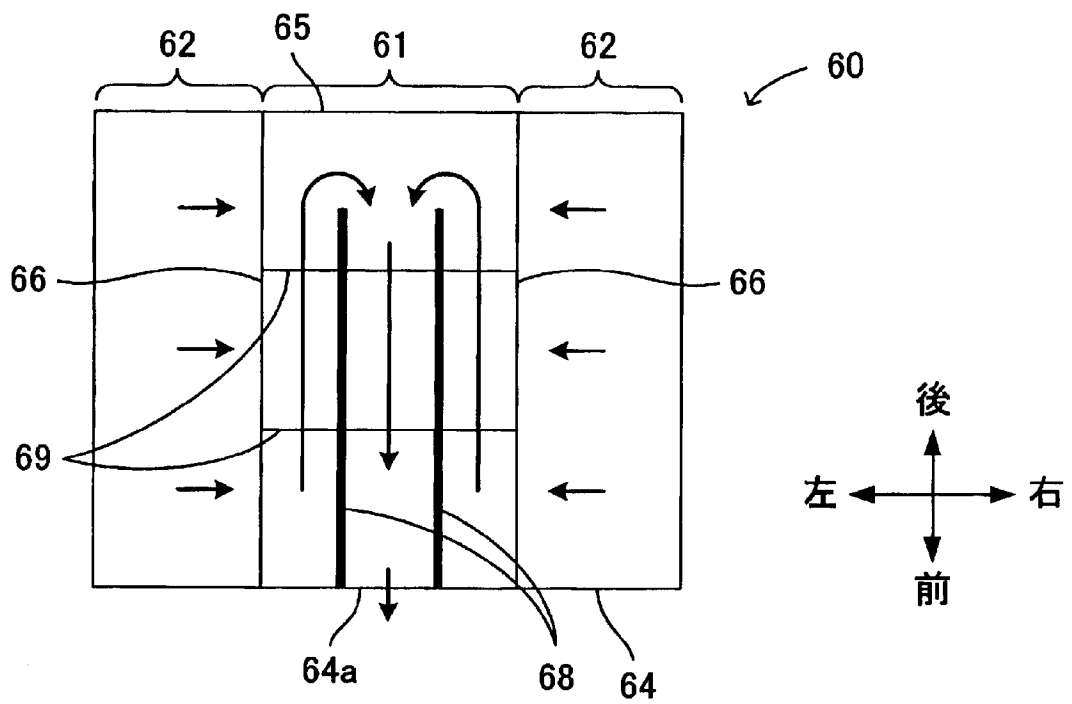
[図8A]



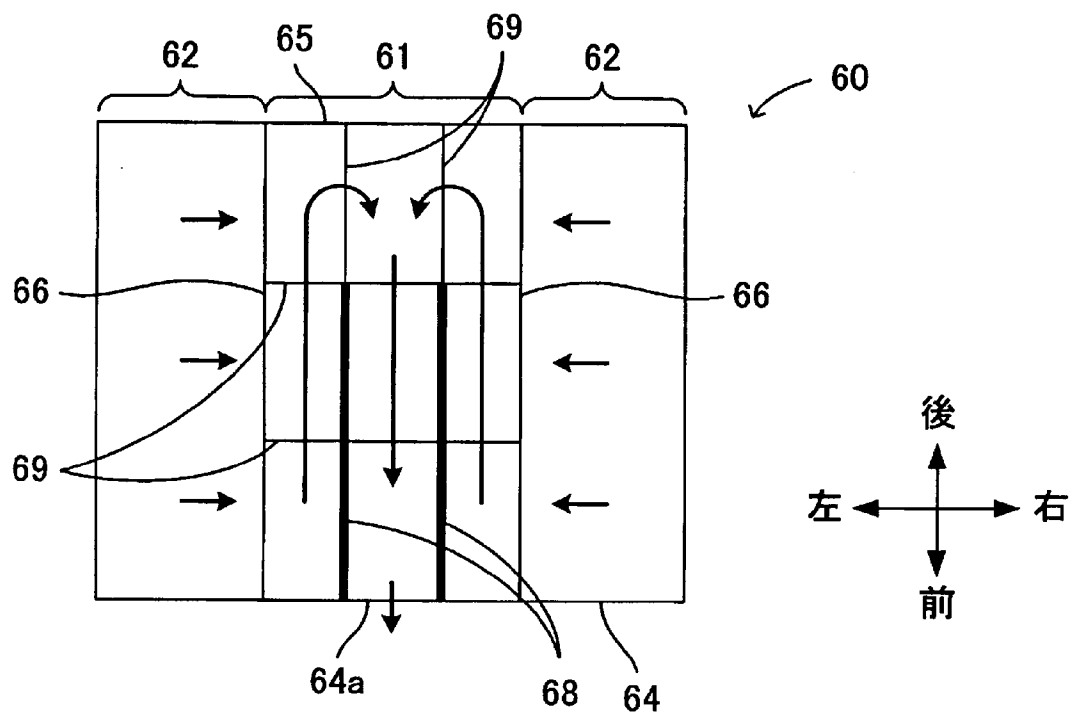
[図8B]



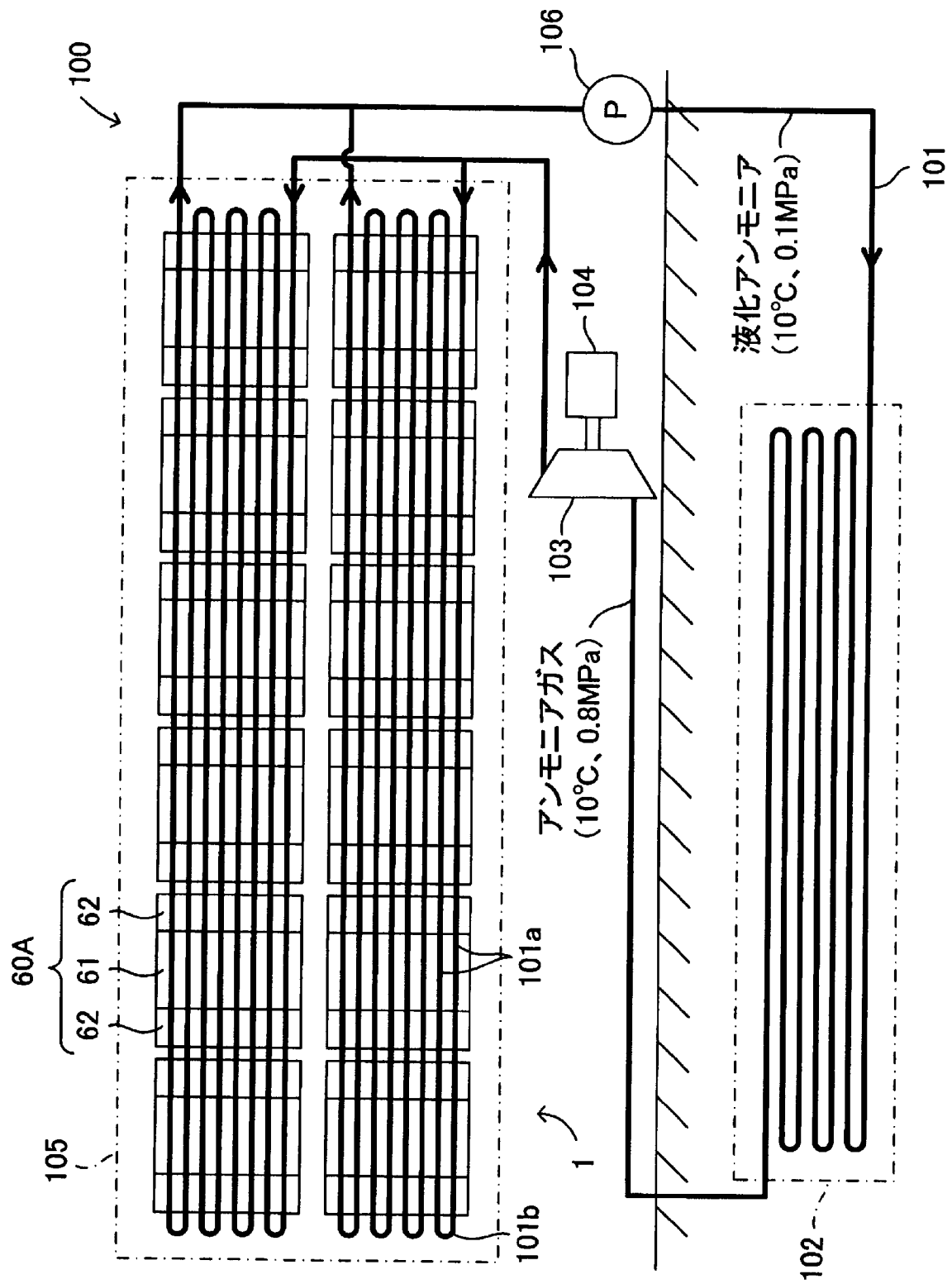
[図9A]



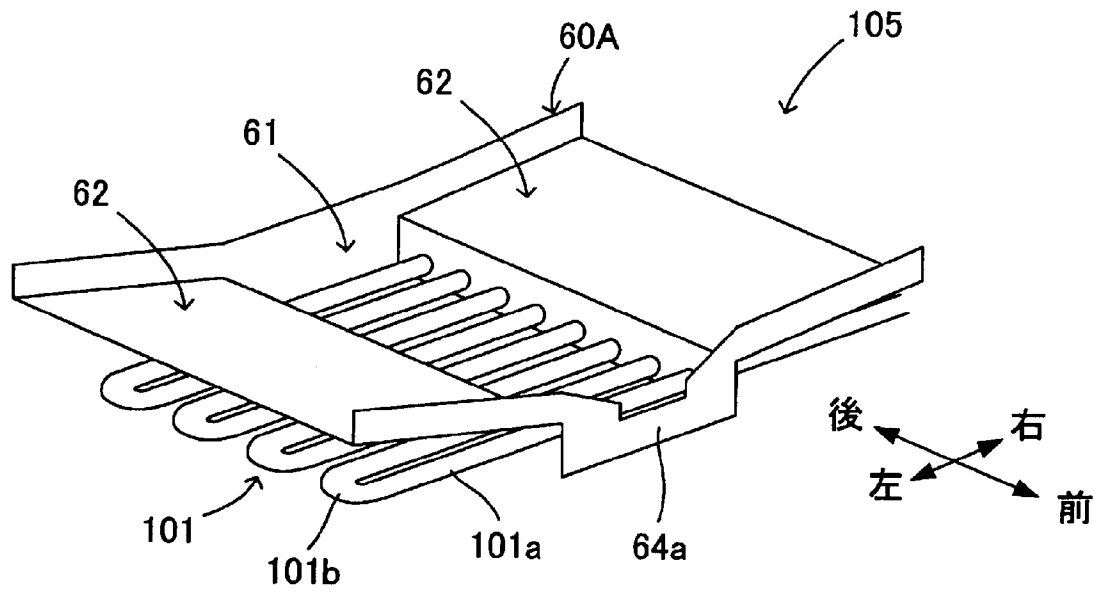
[図9B]



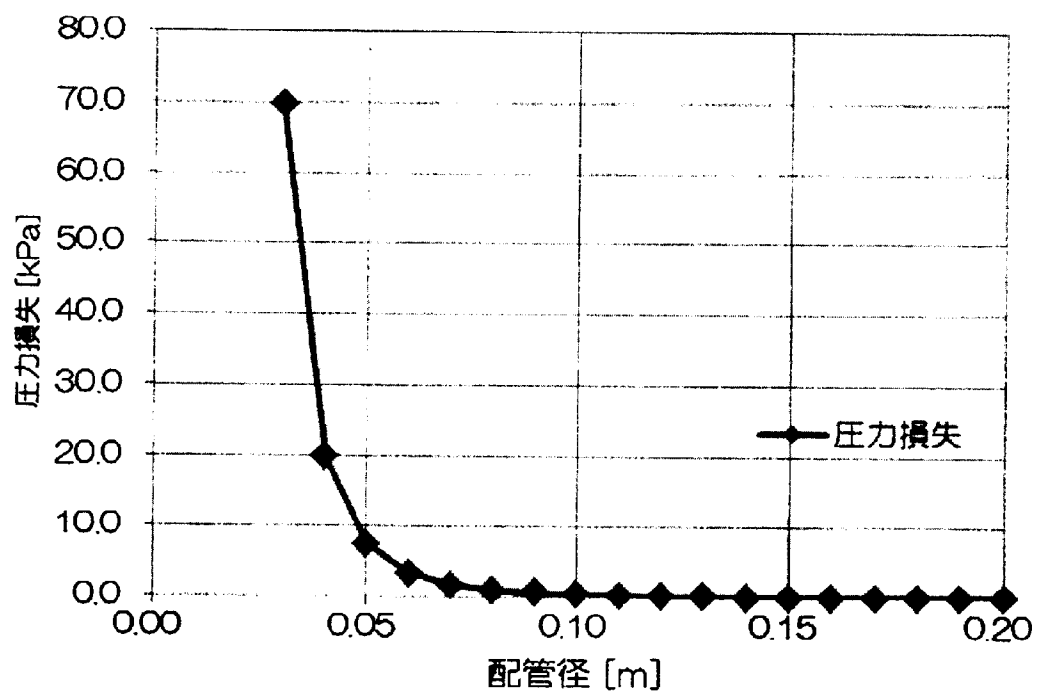
[図10]



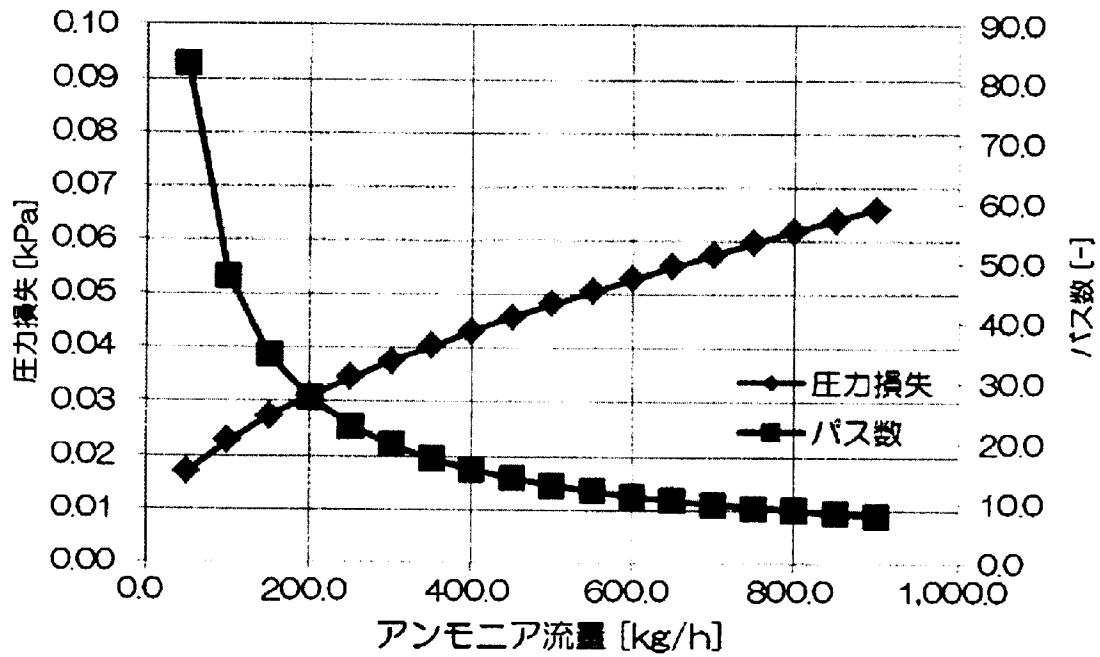
[図11]



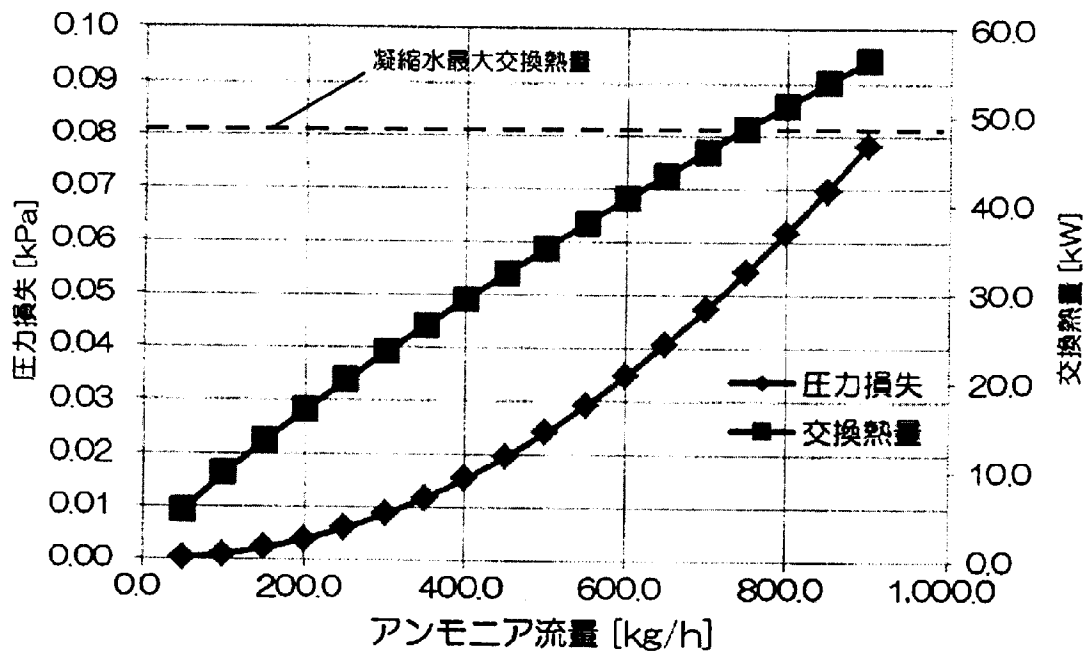
[図12]



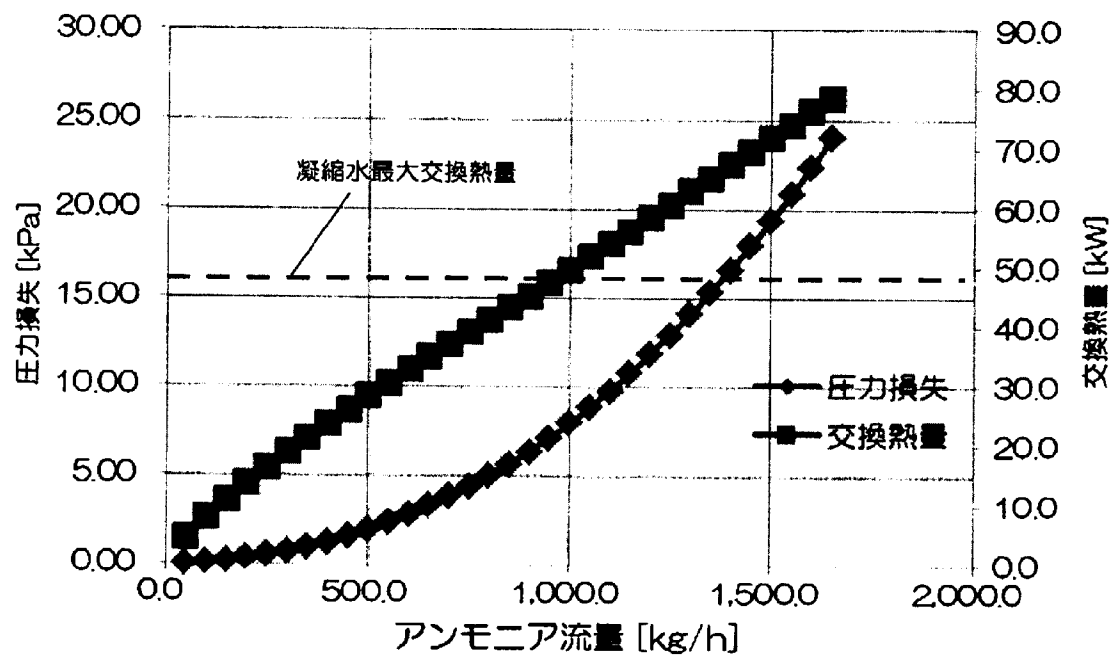
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068108

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F17C9/02(2006.01)i, F17D1/04(2006.01)i, F25B39/02(2006.01)i, F28D1/053(2006.01)i, F28F1/32(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)

F17C9/02, F17D1/04, F25B39/02, F28D1/053, F28F1/32

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 6-185696 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 08 July 1994 (08.07.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 4-95699 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 27 March 1992 (27.03.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 61-17799 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 25 January 1986 (25.01.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

☒ 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
17 September 2015 (17.09.15)

Date of mailing of the international search report
06 October 2015 (06.10.15)

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/JP2015/068108

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 53-80846 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 17 July 1978 (17.07.1978), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F17C9/02(2006.01)i, F17D1/04(2006.01)i, F25B39/02(2006.01)i, F28D1/053(2006.01)i, F28F1/32(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（I P C））

Int.Cl. F17C9/02, F17D1/04, F25B39/02, F28D1/053, F28F1/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 6-185696 A（東京瓦斯株式会社） 1994.07.08, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-16
A	JP 4-95699 A（東京瓦斯株式会社） 1992.03.27, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-16
A	JP 61-17799 A（川崎重工業株式会社） 1986.01.25, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-16
A	JP 53-80846 A（三井造船株式会社） 1978.07.17, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-16

☐ 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

1 7 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

佐野 健治

3 N

7 7 2 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 1