

明 細 書

発明の名称：冷熱回収機能付きガス気化装置及び冷熱回収装置 技術分野

[0001] 本発明は、冷熱回収機能付きガス気化装置及び冷熱回収装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、下記特許文献１～４に開示されているように、中間媒体を利用して液化天然ガス（ＬＮＧ）等の低温液化ガスを気化させる中間媒体式ガス気化装置が知られている。この種のガス気化装置では、熱源媒体と中間媒体とを熱交換させることによって中間媒体を蒸発させる中間媒体蒸発器と、中間媒体蒸発器で蒸発した中間媒体によって低温の液化ガスを気化させる低温液化ガス蒸発器とが設けられている。低温液化ガス蒸発器で気化された天然ガス（ＮＧ）等の低温ガスは、需要側に供給される。

[0003] 特許文献４に開示された中間媒体式ガス気化装置は、ＬＮＧの冷熱を利用した冷却器としても機能している。このガス気化装置には、図３及び４に示すように、中間媒体蒸発器と低温液化ガス蒸発器とが同じケーシング内に配置された気化設備８１が設けられている。そして、気化設備８１内の中間媒体蒸発器と冷凍庫８２に設けられた利用側熱交換器８３との間で熱源媒体が循環する循環回路８４が形成されている。気化設備８１の中間媒体蒸発器で冷却された熱源媒体は、循環回路８４を循環して利用側熱交換器８３に冷熱を供給する。また、このガス気化装置には、バックアップ蒸発器８６が設けられている。すなわち、気化設備８１内の低温液化ガス蒸発器において、利用側熱交換器８３による冷凍負荷に応じて天然ガスを気化させるだけでは、需要側からの要求量に応じた量の天然ガスを確保できない場合がある。そこで、気化設備８１を迂回する迂回路８７が設けられるとともに、迂回路８７に液化天然ガスを蒸発させるバックアップ蒸発器８６が設けられている。

[0004] 特許文献４に開示された中間媒体式ガス気化装置では、バックアップ蒸発器８６が設けられているので、ＬＮＧ気化負荷が冷凍負荷を上回った場合で

あっても、NG需要量に応じた量の天然ガスを生成して需要側に供給することができる。しかしながら、バックアップ蒸発器86は、気化設備81内の低温液化ガス蒸発器と同様、極低温に耐えられる構造とする必要があり、非常に高価で、且つ大型化してしまう。このため、特許文献4に開示された中間媒体式ガス気化装置は、高価で大型であるという問題がある。一方で、中間媒体式ガス気化装置においては、中間媒体が低温液化ガスの冷熱を受け取るため、中間媒体が低温液化ガスから受け取る冷熱を回収することは、中間媒体式ガス気化装置の効率を向上させる上で重要である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭53-5207号公報

特許文献2：特許第3946398号公報

特許文献3：特開2000-227200号公報

特許文献4：特開2011-179534号公報

発明の概要

[0006] 本発明の目的は、装置コストの上昇を抑制しつつ、中間媒体が低温液化ガスから受け取る冷熱を回収できるようにすることである。

[0007] 本発明の一局面に従う冷熱回収機能付きガス気化装置は、熱源媒体と中間媒体との熱交換によって前記中間媒体の少なくとも一部を蒸発させる中間媒体蒸発器と、前記中間媒体蒸発器で蒸発した中間媒体によって低温の液化ガスを気化させる低温液化ガス蒸発器と、前記低温液化ガス蒸発器で液化した中間媒体を外部に取り出し、該中間媒体を前記中間媒体蒸発器又は前記低温液化ガス蒸発器に戻す中間媒体流路と、冷媒が循環する冷媒循環回路と、前記中間媒体流路を流れる中間媒体と前記冷媒循環回路を循環する冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、要求される冷熱負荷に応じて、中間媒体から前記冷媒循環回路の冷媒に供給される冷熱量を調整する調整手段と、を備える。

[0008] 本発明の他の一局面に従う冷熱回収装置は、熱源媒体と中間媒体との熱交

換によって前記中間媒体の少なくとも一部を蒸発させる中間媒体蒸発器と、前記中間媒体蒸発器で蒸発した中間媒体によって低温の液化ガスを気化させる低温液化ガス蒸発器と、を備えた中間媒体式ガス気化装置に接続されて使用される冷熱回収装置であって、一端部が前記低温液化ガス蒸発器に接続可能に構成されるとともに、他端部が前記中間媒体蒸発器に接続可能に構成される中間媒体流路と、利用側に冷熱を供給する冷媒が循環する冷媒循環回路と、前記中間媒体流路を流れる中間媒体と前記冷媒循環回路を循環する冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、利用側で要求される冷熱負荷に応じて、中間媒体から冷媒に供給される冷熱量を調整する調整手段と、を備える。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態に係る冷熱回収機能付きガス気化装置の全体構成を示す概略図である。

[図2]本発明のその他の実施形態に係る冷熱回収機能付きガス気化装置の全体構成を示す概略図である。

[図3]従来の中間媒体式ガス気化装置の構成を示す概略図である。

[図4]バックアップ蒸発器が設けられた構成を示す従来のガス気化装置の要部を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0011] 図1に示すように、本実施形態に係る冷熱回収機能付きガス気化装置（以下、単に冷熱回収ガス気化装置と称する）10は、低温ガスを生成する中間媒体式ガス気化装置（以下、単に気化装置と称する）12と、該気化装置12から冷熱を回収する冷熱回収装置14とを備えている。

[0012] 気化装置12は、低温液化ガスである液化天然ガス（LNG）を気化させて天然ガスを得るための装置である。なお、気化装置12は、LNGを気化させる装置に限られるものではなく、例えば、エチレン、液化酸素、液化窒素等の低温液化ガスを気化させる装置として適用することもできる。

- [0013] 気化装置 12 は、中間媒体式のガス気化装置 12 である。気化装置 12 は、蒸発器 E1 と気化器 E2 とを備えている。蒸発器 E1 は、液状の中間媒体 4 と熱源媒体とを熱交換させて中間媒体 4 の少なくとも一部を蒸発させる中間媒体蒸発器である。気化器 E2 は、液化天然ガスとガス状の中間媒体 4 とを熱交換させて液化天然ガスを気化させる低温液化ガス気化器である。
- [0014] 本実施形態では、中間媒体 4 としてプロパンが用いられている。なお、中間媒体 4 は、プロパンに限られるものではない。例えば、中間媒体 4 は、プロピレン、代替フロン等の常温で蒸発し、且つ常用の温度（低温）で固化しないもの（大気の温度よりも沸点の低い媒体）であれば、プロパン以外の媒体を使用することも可能である。また、本実施形態では、熱源媒体として海水が用いられているが、これに限られるものではない。例えば、熱源媒体として、蒸気、温水等が用いられていてもよい。
- [0015] 蒸発器 E1 及び気化器 E2 のケーシング 18 は、共通のケーシング 18 によって構成されている。すなわち、内部が空洞になっているケーシング 18 が設けられていて、ケーシング 18 内の下部は、蒸発器 E1 として構成されている。また、ケーシング 18 における蒸発器 E1 の上方は、気化器 E2 として構成されている。
- [0016] 蒸発器 E1 は、ケーシング 18 内に貯留された液状の中間媒体 4 に浸漬される位置に配置された伝熱管 19 を有している。伝熱管 19 の一端（流入端）は、熱源媒体を取り入れるための取り入れ配管 20 に接続されている。取り入れ配管 20 には、熱源ポンプ 21 が設けられている。この熱源ポンプ 21 は、一定回転数で駆動され、定量の熱源媒体を吐出するポンプである。なお、熱源ポンプ 21 は、インバーターによって回転数制御可能なポンプによって構成されていてもよい。
- [0017] 伝熱管 19 の他端（流出端）には、熱源媒体を排出するための排出管 22 が接続されている。伝熱管 19 内で中間媒体 4 によって冷却された熱源媒体は、排出管 22 を通して排出される。すなわち、気化装置 12 では、取り入れ配管 20、蒸発器 E1 の伝熱管 19 及び排出管 22 により、熱源媒体が流

れる熱源媒体系統 23 が形成されている。

[0018] 気化器 E2 は、蒸発器 E1 の伝熱管 19 よりも上側に配置された伝熱管 25 を有している。気化器 E2 では、ケーシング 18 内のガス状中間媒体 4 の凝縮潜熱を熱源として、伝熱管 25 内の液化天然ガスを蒸発させる。

[0019] 伝熱管 25 の一端部（入口側端部）は、液化天然ガスを導入するための導入配管 28 に接続されている。導入配管 28 には流量調整弁 29 が設けられている。流量調整弁 29 は、弁制御部 30 によって制御され、弁制御部 30 からの信号に応じて弁開度を調整する。弁制御部 30 は、流量検出器 30a によって検出された検出結果に応じた信号を出力する。流量調整弁 29 によって流量が調整された液化天然ガスは、気化器 E2 に導入される。

[0020] 伝熱管 25 の他端部（出口側端部）は、供給配管 32 に接続されている。伝熱管 25 内で蒸発した天然ガスは、供給配管 32 を通して需要側に供給される。すなわち、気化装置 12 では、導入配管 28、気化器 E2 の伝熱管 25 及び供給配管 32 により、液化天然ガス又は天然ガスが流れるガス系統 35 が形成されている。

[0021] 供給配管 32 には、加温器 E3 が設けられている。加温器 E3 では、排出管 22 を流れる熱源媒体によって、供給配管 32 内の天然ガスを加温する。なお、加温器 E3 は出口ガス温度によっては省略することができる。加温器 E3 は、取り入れ配管 20 を流れる熱源媒体によって、供給配管 32 内の天然ガスを加温するように設けられていてもよい。

[0022] ケーシング 18 には、状態検出手段としての圧力検出部 38a と、状態コントローラ 38 とが設けられている。圧力検出部 38a は、ケーシング 18 内（蒸発器 E1 内及び気化器 E2 内）の圧力を検出する。状態コントローラ 38 は、圧力検出部 38a から検出値に応じた信号を受信する。状態コントローラ 38 は、圧力検出部 38a による検出値に応じた信号を出力する。状態コントローラ 38 は、排出管 22 に設けられた流量調整弁 39 と電気信号を授受可能に接続されている。流量調整弁 39 は、状態コントローラ 38 から送られてきた信号に応じて、ケーシング 18 内（蒸発器 E1 内又は気化器

E 2 内) の圧力が所定範囲内に維持されるように弁開度を調整する。すなわち、流量調整弁 3 9 の弁開度を調整することにより、熱源媒体系統 2 3 を流れる熱源媒体の流量が変わる。このため、ケーシング 1 8 内の圧力が変化した場合には、弁開度を調整することにより、ケーシング 1 8 内 (蒸発器 E 1 内又は気化器 E 2 内) の圧力が略一定の圧力に維持されるようにしている。状態コントローラ 3 8 及び流量調整弁 3 9 は、圧力検出部 3 8 a の検出値に応じて熱源媒体の流量を調整する熱源媒体流量調整部として機能する。

[0023] なお、本実施形態では、圧力検出部 3 8 a が設けられる構成とされているが、これに限られない。例えば、圧力検出部 3 8 a に代え、ケーシング 1 8 内 (蒸発器 E 1 内又は気化器 E 2 内) の温度を検出する温度検出部 (図示省略) が設けられる構成とされていてもよい。温度検出部は、検出された温度に応じた信号を出力する。この場合、流量調整弁 3 9 は、状態コントローラ 3 8 から送られてきた信号に応じて、ケーシング 1 8 内 (蒸発器 E 1 内又は気化器 E 2 内) の温度が所定範囲内に維持されるように弁開度を調整する。

[0024] 取り入れ配管 2 0 に設けられた熱源ポンプ 2 1 が回転数制御可能なポンプによって構成されている場合には、状態コントローラ 3 8 は、熱源ポンプ 2 1 と電気信号の授受可能に接続されていてもよい。これにより、流量調整弁 3 9 の弁開度及び熱源ポンプ 2 1 の回転数によって、熱源媒体の流量を調整することができる。この場合、流量調整弁 3 9 及び熱源ポンプ 2 1 が熱媒体流量調整部として機能する。また、熱源ポンプ 2 1 の回転数のみによって熱源媒体の流量を調整してもよい。この場合は、熱源ポンプ 2 1 が熱媒体流量調整部として機能する。

[0025] 冷熱回収装置 1 4 は、気化装置 1 2 から冷熱を回収するための装置である。冷熱回収装置 1 4 は、気化装置 1 2 に接続可能に構成された中間媒体流路 4 0 と、冷媒が封入された冷媒循環回路 4 2 と、中間媒体と冷媒とを熱交換させる熱交換器 4 4 と、冷熱供給量を調整するための調整手段 4 6 と、を備えている。

[0026] 中間媒体流路 4 0 は、ケーシング 1 8 に接続可能に構成されている。すな

わち、気化装置 12 のケーシング 18 には、中間媒体 4 が流れる中間媒体流路 40 の両端部をそれぞれ接続可能な第 1 接続部 18a 及び第 2 接続部 18b が形成されている。第 1 接続部 18a は、ケーシング 18 における蒸発器 E1 を構成する部位に設けられている。第 2 接続部 18b は、第 1 接続部 18a よりも上方に位置しており、第 2 接続部 18b は、ケーシング 18 における気化器 E2 を構成する部位に設けられている。そして、中間媒体流路 40 の一端部である第 1 端部 40a は、ケーシング 18 の底部に形成された第 1 接続部 18a に接続される。また、中間媒体流路 40 の他端部である第 2 端部 40b は、ケーシング 18 の上部に形成された第 2 接続部 18b に接続される。すなわち、中間媒体流路 40 は、蒸発器 E1 内の中間媒体 4 を外部に取り出し、この中間媒体 4 を気化器 E2 に戻すように構成されている。

[0027] 中間媒体流路 40 には、循環ポンプ 48 が設けられている。この循環ポンプ 48 は送出量が一定のポンプによって構成されている。循環ポンプ 48 が駆動されると、ケーシング 18 内（蒸発器 E1 内）の底に溜まっている液状の中間媒体 4 が、中間媒体流路 40 に吸入される。中間媒体流路 40 を流れた中間媒体 4 は、第 2 接続部 18b を通してケーシング 18 内（気化器 E2 内）に戻される。中間媒体流路 40 を流れる中間媒体 4 は、気化器 E2 で液化天然ガスに冷却されて凝縮するとともに蒸発器 E1 内に溜まった液状の中間媒体である。

[0028] 熱交換器 44 は、中間媒体流路 40 を流れる中間媒体 4 と、冷媒循環回路 42 を流れる冷媒との間で熱交換を行うように構成されている。この熱交換器 44 において、中間媒体によって冷媒が冷却される。すなわち、熱交換器 44 を介して、中間媒体 4 の冷熱が冷媒に供給される。

[0029] 冷媒循環回路 42 には、利用側熱交換器 50 と冷媒ポンプ 52 とが設けられている。利用側熱交換器 50 は、例えば、冷凍庫等に配置され、庫内の空気を冷却するように構成されている。冷媒ポンプ 52 が駆動されることにより、冷媒が熱交換器 44 と利用側熱交換器 50 との間で冷媒循環回路 42 内を循環する。熱交換器 44 において中間媒体から受けた冷熱は、利用側熱交

換器 50 において、庫内空気に供給される。これにより、庫内空気を冷却することができる。なお、熱交換器 44 及び利用側熱交換器 50 においては、熱交換時に冷媒の潜熱が利用されてもよく、あるいは顕熱が利用されてもよい。

[0030] 調整手段 46 には、冷媒流量調整部 55 と温度調整部 58 とが含まれている。冷媒流量調整部 55 は、冷媒循環回路 42 内の冷媒の循環量を調整するための制御を行う。温度調整部 58 は、熱交換器 44 において冷却された冷媒の温度が所定範囲内に収まるように、冷媒の温度を調整するための制御を行う。

[0031] 冷媒流量調整部 55 は、流量調整弁 54 と、弁コントローラ 56 とを備えている。また、冷媒流量調整部 55 は、例えば庫内空気の温度を検出可能な温度センサ 62 と信号授受可能に接続されるコネクタ 60 を備えている。弁コントローラ 56 は、温度センサ 62 と接続された状態において、温度センサ 62 から入力された信号に基づいて、冷媒循環回路 42 に設けられた流量調整弁 54 の弁開度を制御する信号を出力するように構成されている。なお、冷媒流量調整部 55 は、冷媒循環回路 42 に設けられた流量検出器 56a からの信号を受け取っており、検出値に応じて流量調整弁 54 の弁開度を微調整する。

[0032] 冷媒循環回路 42 の流量調整弁 54 の弁開度が調整されると、冷媒循環回路 42 内の冷媒循環量が調整される。流量調整弁 54 の弁開度を調整することにより、熱交換器 44 において、冷媒が中間媒体 4 から受ける冷熱量を調整することができる。この結果、利用側熱交換器 50 において、庫内空気に供給する冷熱量を調整することができる。

[0033] 温度調整部 58 には、冷媒の温度を検出する温度検出部 58a と、中間媒体流路 40 における中間媒体の流量を調整する調整弁 58b と、温度検出部 58a の検出結果に応じて調整弁 58b を制御する弁制御部 58c とが含まれている。

[0034] 温度検出部 58a は、冷媒循環回路 42 内において、熱交換器 44 で中間

媒体によって冷却された冷媒の温度を検出するように構成されている。すなわち、温度検出部 58 a は、冷媒循環回路 42 における利用側熱交換器 50 よりも上流側における冷媒温度を検出するものであり、熱交換器 44 から利用側熱交換器 50 に向かう冷媒の温度を検出する。

[0035] 弁制御部 58 c は、温度検出部 58 a での検出値に応じた信号を出力するように構成されている。調整弁 58 b は、弁制御部 58 c から送られてきた信号に基づいて、弁開度を調整する。調整弁 58 b の弁開度が調整されると、ケーシング 18 内から中間媒体流路 40 に流れ込む中間媒体 4 の流量が調整される。この結果、熱交換器 44 において、中間媒体 4 から冷媒に供給される冷熱量も調整される。その結果として、熱交換器 44 を通過した冷媒の温度は、所定範囲内に収まるように調整される。すなわち、温度調整部 58 は、中間媒体流路 40 に設けられた調整弁 58 b の弁開度を調整することにより、冷媒温度を所定範囲内に収めるための制御が可能となっている。

[0036] ここで、本実施形態の冷熱回収ガス気化装置 10 の運転動作について説明する。

[0037] 導入配管 28 を通して気化器 E 2 の伝熱管 25 に導入された液化天然ガスは、ケーシング 18 内（気化器 E 2 内）のガス状の中間媒体 4 と熱交換する。これにより、液化天然ガスは蒸発し、中間媒体 4 は凝縮する。気化した天然ガスは、供給配管 32 に流入して、加温器 E 3 において熱源媒体によってさらに加熱される。この天然ガスは、加熱された後、供給配管 32 を通してガス需要側に供給される。

[0038] ケーシング 18 内では、中間媒体 4 は飽和状態で存在している。気化器 E 2 において凝縮した中間媒体 4 は、ケーシング 18 内における底部に貯留される。ケーシング 18 内（蒸発器 E 1 内）に溜まっている液状の中間媒体 4 は、取り入れ配管 20 を通して蒸発器 E 1 の伝熱管 19 内に流入した熱源媒体と熱交換する。この熱交換により、液状の中間媒体 4 の少なくとも一部は蒸発する。一方、熱源媒体は、中間媒体 4 によって冷却され（冷熱を受ける）、排出管 22 に流入る。熱源媒体は、加温器 E 3 において天然ガスによ

てさらに冷却され、排出管 22 から排出される。なお、取り入れ配管 20 の熱源ポンプ 21 は、定量の熱源媒体を送出する。

[0039] ケーシング 18 内においては、ケーシング 18 内の圧力が一定の圧力に維持されるように制御が行われている。例えば、導入配管 28 を通して気化器 E2 に導入される液化天然ガスの流量が増大した場合には、ケーシング 18 内の温度及び圧力が低下する。状態コントローラ 38 は、ケーシング 18 内の圧力低下を検知すると、排出管 22 の流量調整弁 39 の弁開度を大きくする制御を実行する。これにより、蒸発器 E1 に供給される熱源媒体の流量が増大し、ケーシング 18 内の圧力低下を抑制することができる。これにより、ケーシング 18 内の圧力は一定の圧力に維持される。

[0040] ケーシング 18 内（蒸発器 E1 内）の底部に溜まっている中間媒体 4 の一部は、循環ポンプ 48 の駆動によって、中間媒体流路 40 を流れる。中間媒体流路 40 を流れる中間媒体 4 は熱交換器 44 において、冷媒循環回路 42 の冷媒と熱交換する。熱交換器 44 において冷却された中間媒体 4 は、ケーシング 18 の第 2 接続部 18b を通して、ケーシング 18 内に戻る。このとき、中間媒体 4 は、フラッシュすることによりガス状になり、ケーシング 18 内（気化器 E2 内）に導入される。なお、熱交換器 44 において、中間媒体 4 が冷媒と熱交換することによって気化する設定となってもよい。この場合、ガス状又は気液混合状態の中間媒体 4 がケーシング 18 内（気化器 E2 内）に導入される。

[0041] 熱交換器 44 において中間媒体 4 によって冷却された冷媒は、利用側熱交換器 50 において庫内空気を冷却し、その後熱交換器 44 に戻る。冷媒循環回路 42 では、冷媒のこの循環が繰り返されている。

[0042] 冷媒循環回路 42 では、気化負荷の範囲内で冷熱負荷に応じて冷媒循環量が調整される一方、冷媒の温度が略一定に維持されるように調整されている。この調整動作について、以下、具体的に説明する。

[0043] 利用側熱交換器 50 に設けられた温度センサ 62 は、庫内空気の温度を検出している。温度センサ 62 によって検出された庫内空気の温度が例えば設

定温度よりも高くなった場合、冷媒流量調整部 55 は、温度センサ 62 から受信した信号に基づいて、冷媒循環回路 42 の流量調整弁 54 の弁開度を大きくする制御を行う。これにより、冷媒循環回路 42 を循環する冷媒量が増大する。冷媒の循環量が増大すると、それに伴い、冷媒の温度は上昇する。熱交換器 44 から受け取る冷熱量に対して、冷媒量が増加するからである。

[0044] 冷媒の温度が上昇すると、温度検出部 58a がこれを検知する。弁制御部 58c は、温度検出値に応じた信号を出力し、中間媒体流路 40 の調整弁 58b は、この信号を受信して弁開度を大きくするように動作する。これにより、中間媒体流路 40 を流れる中間媒体 4 の流量が増大し、熱交換器 44 において、中間媒体 4 から冷媒に供給される冷熱量が増大する。この結果、熱交換器 44 から利用側熱交換器 50 に向かって流れる冷媒の温度が低下し、冷媒温度が所定温度の範囲内に維持されることとなる。

[0045] このとき、冷媒循環量が増大することによって中間媒体 4 から冷媒に供給される冷熱が増大するので、中間媒体流路 40 を通してケーシング 18 に戻る中間媒体 4 の温度が上がり、ケーシング 18 内の圧力も上がる。ケーシング 18 に設けられた状態コントローラ 38 は、圧力検出部 38a において圧力上昇を検知すると、流量調整弁 39 の弁開度を小さくするための信号を出力する。これにより、排出管 22 を流れる熱源媒体の流量が低減するので、中間媒体 4 から熱源媒体に供給される冷熱量が低減するとともに、ケーシング 18 内の圧力を降下させることができる。その結果、ケーシング 18 内の圧力を一定の圧力に維持することができる。すなわち、冷媒に供給される冷熱量が増大した場合には、その分、熱源媒体に供給される冷熱量（間接的 L N G 気化補完熱量）が低減される。トータルとしては気化負荷の範囲内で、冷媒による冷熱の回収及び熱媒体の供給がなされる。

[0046] 一方、温度センサ 62 によって検出された庫内空気の温度が例えば設定温度よりも低くなった場合には、弁コントローラ 56 は、冷媒循環回路 42 の流量調整弁 54 の弁開度を小さくする。これにより冷媒循環量が減る。このとき、冷媒温度が低下するため、弁制御部 58c は、中間媒体流路 40 の調

弁 58b の弁開度を小さくする。これにより、ケーシング 18 内の圧力が低くなるため、状態コントローラ 38 は、排出管 22 の流量調整弁 39 の弁開度を大きくする。これにより、中間媒体 4 から熱源媒体に供給される冷熱量を増大させることができるとともに、ケーシング 18 内の圧力の上昇を抑制することができる。

[0047] 以上説明したように、本実施形態では、気化器 E2 において、低温ガスの需要に応じた量の低温液化ガスを気化させる。このとき、液化天然ガスによって中間媒体 4 に冷熱が供給されて中間媒体 4 を液化させる。したがって、液化天然ガスの気化負荷の範囲内で、液化天然ガスから中間媒体 4 に冷熱を供給することができる。そして、熱交換器 44 を介して中間媒体 4 から冷媒循環回路 42 の冷媒に冷熱が供給され、この冷熱は利用側熱交換器 50 に供給される。したがって、中間媒体 4 が液化天然ガスから受けた冷熱を回収することができる。このとき、利用側熱交換器 50 を介して利用側に供給される冷熱量は液化天然ガスの気化負荷の範囲内の熱量である。しかも、中間媒体 4 と冷媒との間で熱交換を行う熱交換器 44 においては、調整手段 46 が、要求される冷熱負荷に応じて冷熱供給量を調整する。このため、要求される冷熱負荷が小さい場合には、冷媒循環回路 42 から取り出される冷熱量を減らすことができる。換言すれば、需要側から要求される液化天然ガスの気化負荷の範囲内で、冷熱負荷に応じた量の冷熱を冷媒循環回路 42 から取り出して、利用側に供給することができる。このため、冷熱回収ガス気化装置 10 を補助冷却装置として使用することができる。本実施形態は、冷凍倉庫等に用いられる従来の液化天然ガス気化装置ように、要求される冷熱負荷を全てまかなうことを前提としていないため、気化器 E2 に加えてバックアップ蒸発器を備える必要がない。したがって、ガス気化装置 10 としての装置コストを抑制することができる。

[0048] また本実施形態では、冷媒流量調整部 55 が、利用側の冷熱負荷に応じて、冷媒循環回路 42 の冷媒循環量を調整する。これにより、利用側に供給される冷熱量が調整される。このとき、利用側熱交換器 50 において利用側に

冷熱が供給され、庫内空気によって加温された冷媒の温度が変化する。そして、温度調整部 58 は、熱交換器 44 において冷却された冷媒の温度が所定範囲内に収まるように、冷媒の温度を調整するための制御を行う。これにより、熱交換器 44 において中間媒体によって冷却されて、利用側に冷熱を供給する冷媒の温度を所定範囲内に収めることができる。この結果、利用側へ供給される冷熱量の制御を精度良く行うことができる。

[0049] また本実施形態では、中間媒体流路 40 の中間媒体 4 から冷媒循環回路 42 の冷媒に供給される冷熱量が調整されると、気化器 E2 に導入された中間媒体 4 の温度及び圧力が変動する。そして、状態コントローラ 38 が気化器 E2 内の温度又は圧力を検出している。また流量調整弁 39 は、それが所定範囲内になるように、状態コントローラ 38 の圧力検出部 38a による検出結果に応じて熱源媒体の流量を調整する。したがって、気化器 E2 内の中間媒体 4 の温度又は圧力が所定範囲に収まるように維持される。したがって、気化器 E2 で気化した低温ガスの温度を所定範囲内に維持することができる。

[0050] また、冷媒流量調整部 55 が設けられているため、中間媒体 4 を通して冷媒に供給される冷熱量が調整されることになる。この場合、中間媒体 4 から冷媒に供給される冷熱量に応じて、液化天然ガスから中間媒体 4 を介して冷媒に供給される冷熱量が変化することになる。このとき、熱源媒体の流量を調整することにより、中間媒体 4 への供給熱量が調整されることになる。このため、中間媒体から冷媒に供給される冷熱量の変化を、熱源媒体による供給熱量の調整によって吸収することができる。この結果、気化器 E2 で気化した低温ガスの流量及び温度を所定範囲内に維持することができる。

[0051] なお、本発明は、前記実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変更、改良等が可能である。例えば、前記実施形態では、中間媒体流路 40 に循環ポンプ 48 が設けられていて、循環ポンプ 48 を駆動することによって、中間媒体流路 40 に強制的に中間媒体が流れる構成となっている。この構成に代え、中間媒体流路 40 において、サーモサイフォ

ン方式で中間媒体4が流れるように構成されていてもよい。この場合、図2に示すように、中間媒体流路40の循環ポンプ48を省略することができる。そしてこの場合、中間媒体流路40を流れる中間媒体が、熱交換器44において蒸発する設定となる。すなわち、ケーシング18内から液状の中間媒体が流入し、中間媒体流路40において中間媒体が気化することにより、ケーシング18内に戻される。一方、熱交換器44において冷媒が冷却されるとともに、利用側熱交換器50において冷媒が加熱され昇温する設定となる。

[0052] 前記実施形態では、蒸発器E1及び気化器E2が共通のケーシング18内に設けられる構成としたが、この構成に限られるものではない。すなわち、蒸発器E1と気化器E2とは、別個独立に形成されていて、これら別個に形成された蒸発器E1と気化器E2とが配管で接続された構成であってもよい。

[0053] 前記実施形態では、第2接続部18bが、ケーシング18における気化器E2を構成する部位に設けられているが、これに限られない。第2接続部18bは、ケーシング18における蒸発器E1を構成する部位に設けられていてもよい。つまり、中間媒体流路40を流れた中間媒体が蒸発器E1に戻される構成であってもよい。

[0054] ここで、前記実施形態について概説する。

[0055] (1) 本実施形態では、低温液化ガス蒸発器において、低温ガスの需要に応じた量の低温液化ガスが気化する。このとき、低温液化ガスによって中間媒体に冷熱が供給されて中間媒体が液化する。したがって、低温液化ガスの気化負荷の範囲内で、低温液化ガスから中間媒体に冷熱を供給することができる。また、熱交換器を介して中間媒体から冷媒循環回路の冷媒に冷熱が供給される。冷媒循環回路の冷媒に供給された冷熱は、利用側に供給することが可能である。したがって、中間媒体が低温液化ガスから受けた冷熱を回収することが可能である。このとき、供給される冷熱量は低温液化ガスの気化負荷の範囲内の熱量である。しかも、中間媒体と冷媒との間で熱交換を行う

熱交換器においては、調整手段が、要求される冷熱負荷に応じて冷熱供給量を調整する。このため、要求される冷熱負荷が小さい場合には、冷媒循環回路から取り出される冷熱量を減らすことができる。換言すれば、要求される気化負荷の範囲内で、冷熱負荷に応じた量の冷熱を冷媒循環回路から取り出すことができる。このため、低温液化ガス気化装置を補助冷却装置として使用することができる。本実施形態では、冷凍倉庫等に用いられる従来の低温液化ガス気化装置ように、要求される冷熱負荷を全てまかなうことを前提としていないため、低温液化ガス蒸発器に加えてバックアップ蒸発器を備える必要がない。したがって、中間媒体式ガス気化装置としての装置コストを抑制することができる。

[0056] すなわち、冷凍倉庫等に用いられる低温液化ガス気化装置等のように、低温液化ガスから気化した低温ガスを需要側に供給する一方で、低温液化ガスの冷熱を回収することによって倉庫内の冷熱負荷をまかなう従来の気化装置においては、低温ガス要求量に応じた低温液化ガスを気化させるために必要な量の熱源媒体が供給される。このため、需要側から要求される気化負荷が倉庫内の冷熱負荷を上回る場合が生ずる。このような場合に、低温液化ガスを全量気化させると、倉庫内に過剰に冷熱を供給することになってしまう。これに対処すべく、従来の装置では、倉庫内に冷熱を供給する気化設備を迂回する低温液化ガスを気化させるためのバックアップ蒸発器が必要となっている。これに対し、本実施形態では、要求される気化負荷に応じて低温液化ガスを気化させる一方、その範囲内で冷媒循環回路から冷熱を取り出すだけとなっている。したがって、冷熱要求量に応じた冷熱量を常時供給できるわけではないが、バックアップ蒸発器を設ける必要はない。そして、要求される冷熱負荷が小さい場合には、調整手段が冷媒循環回路での冷媒循環量を調整することにより、冷媒循環回路から取り出される冷熱量を減らすことができる。このため、必要な分だけ冷熱を取り出すことができる。なお、冷熱負荷を上回った分の気化負荷は、熱源媒体流路を流れる熱源媒体で調整することができる。

[0057] (2) 前記調整手段には、前記冷媒循環回路内の冷媒の循環量を調整する冷媒流量調整部と、前記熱交換器において冷却された冷媒の温度が所定範囲内に収まるように、冷媒の温度を調整するための制御を行う温度調整部と、が含まれているのが好ましい。

[0058] この態様では、利用側の冷熱負荷に応じて、冷媒循環回路の冷媒循環量を調整することにより、利用側に供給される冷熱量が調整される。このとき、利用側に冷熱を供給した冷媒の温度が変化する。そして、温度調整部は、熱交換器において冷却された冷媒の温度が所定範囲内に収まるように、冷媒の温度を調整するための制御を行う。これにより、熱交換器において中間媒体によって冷却されて、利用側に冷熱を供給する冷媒の温度を所定範囲内に収めることができる。この結果、利用側へ供給される冷熱量の制御を精度良く行うことができる。

[0059] (3) 前記冷熱回収機能付きガス気化装置は、前記低温液化ガス蒸発器で低温液化ガスを気化させるための中間媒体の温度又は圧力を検出する状態検出手段と、前記状態検出手段で検出された温度又は圧力が所定範囲に収まるように、前記状態検出手段の検出結果に応じて熱源媒体の流量を調整する熱源媒体流量調整部と、を備えていてもよい。

[0060] この態様では、中間媒体流路の中間媒体から冷媒循環回路に供給される冷熱量が調整されると、低温液化ガス蒸発器に導入された中間媒体の温度及び圧力が変動する。そして、状態検出手段が低温液化ガス蒸発器内の温度又は圧力を検出しており、熱源媒体流量調整部は、それが所定範囲内になるように、状態検出手段による検出結果に応じて熱源媒体の流量を調整する。したがって、低温液化ガス蒸発器内の中間媒体の温度又は圧力が所定範囲に収まるように維持される。したがって、低温液化ガス蒸発器で気化した低温ガスの温度を所定範囲内に維持することができる。

[0061] また、冷媒流量調整部が設けられる場合には、中間媒体を通して冷媒に供給される冷熱量が調整されることになる。この場合、中間媒体から冷媒に供給される冷熱量に応じて、低温液化ガスから中間媒体を介して冷媒に供給さ

れる冷熱量が変化することになる。このとき、熱源媒体の流量を調整することにより、熱源媒体が中間媒体から吸収する冷熱量（間接的低温液化ガス気化補完熱量）が調整されることになる。このため、冷媒に供給される冷熱量の変化を熱源媒体の流量調整により吸収することができる。この結果、低温液化ガス蒸発器で気化した低温ガスの流量及び温度を所定範囲内に維持することができる。

[0062] （４）本実施形態の冷熱回収装置は、熱源媒体と中間媒体との熱交換によって前記中間媒体の少なくとも一部を蒸発させる中間媒体蒸発器と、前記中間媒体蒸発器で蒸発した中間媒体によって低温の液化ガスを気化させる低温液化ガス蒸発器と、を備えた中間媒体式ガス気化装置に接続されて使用される冷熱回収装置であって、一端部が前記低温液化ガス蒸発器に接続可能に構成されるとともに、他端部が前記中間媒体蒸発器に接続可能に構成される中間媒体流路と、利用側に冷熱を供給する冷媒が循環する冷媒循環回路と、前記中間媒体流路を流れる中間媒体と前記冷媒循環回路を循環する冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、利用側で要求される冷熱負荷に応じて、中間媒体から冷媒に供給される冷熱量を調整する調整手段と、を備える。

[0063] この冷熱回収装置では、中間媒体流路を低温液化ガス蒸発器及び中間媒体蒸発器に接続することにより、中間媒体式ガス気化装置から冷熱を回収することができる。

[0064] 以上説明したように、本実施形態によれば、装置コストの上昇を抑制できる一方、中間媒体が低温液化ガスから受け取る冷熱を回収することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 熱源媒体と中間媒体との熱交換によって前記中間媒体の少なくとも一部を蒸発させる中間媒体蒸発器と、
前記中間媒体蒸発器で蒸発した中間媒体によって低温の液化ガスを気化させる低温液化ガス蒸発器と、
前記低温液化ガス蒸発器で液化した中間媒体を外部に取り出し、該中間媒体を前記中間媒体蒸発器又は前記低温液化ガス蒸発器に戻す中間媒体流路と、
冷媒が循環する冷媒循環回路と、
前記中間媒体流路を流れる中間媒体と前記冷媒循環回路を循環する冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、
要求される冷熱負荷に応じて、中間媒体から前記冷媒循環回路の冷媒に供給される冷熱量を調整する調整手段と、を備える冷熱回収機能付きガス気化装置。
- [請求項2] 前記調整手段には、前記冷媒循環回路内の冷媒の循環量を調整する冷媒流量調整部と、前記熱交換器において冷却された冷媒の温度が所定範囲内に収まるように、冷媒の温度を調整するための制御を行う温度調整部と、が含まれている請求項1に記載の冷熱回収機能付きガス気化装置。
- [請求項3] 前記低温液化ガス蒸発器で低温液化ガスを気化させるための中間媒体の温度又は圧力を検出する状態検出手段と、
前記状態検出手段で検出された温度又は圧力が所定範囲に収まるように、前記状態検出手段の検出結果に応じて熱源媒体の流量を調整する熱源媒体流量調整部と、を備えている請求項1又は2に記載の冷熱回収機能付きガス気化装置。
- [請求項4] 熱源媒体と中間媒体との熱交換によって前記中間媒体の少なくとも一部を蒸発させる中間媒体蒸発器と、前記中間媒体蒸発器で蒸発した中間媒体によって低温の液化ガスを気化させる低温液化ガス蒸発器と

、を備えた中間媒体式ガス気化装置に接続されて使用される冷熱回収装置であって、

一端部が前記低温液化ガス蒸発器に接続可能に構成されるとともに、他端部が前記中間媒体蒸発器に接続可能に構成される中間媒体流路と、

利用側に冷熱を供給する冷媒が循環する冷媒循環回路と、

前記中間媒体流路を流れる中間媒体と前記冷媒循環回路を循環する冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、

要求される冷熱負荷に応じて、中間媒体から冷媒に供給される冷熱量を調整する調整手段と、を備える冷熱回収装置。