

明 細 書

発明の名称：

気化ガス液化設備、ガス燃料供給システム、及び、気化ガスの液化方法
技術分野

[0001] 本開示は、気化ガス液化設備、ガス燃料供給システム、及び、気化ガスの液化方法に関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献1には、エゼクタから排出された残留水素蒸気を、熱交換器で冷却し、受槽の液体水素中に放出する装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特公昭63-5322号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 液化ガスタンクに貯蔵されている液化ガス中に気化ガスを放出すると、気化ガスは液化ガスに冷却されて一部が液化する。液化ガスタンク内で気化ガスを効率よく液化できれば、液化ガスタンクの内部圧力の上昇が抑えられるため好ましい。

[0005] 本開示は、液化ガスタンク内で気化ガスを効率よく液化できる気化ガス液化設備を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る気化ガス液化設備は、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、気化ガスを微細化し、気泡として前記液化ガスタンクに貯蔵されている液化ガス中に放出する微細化ノズルと、を備えている。

発明の効果

[0007] 本開示の一態様に係る気化ガス液化設備によれば、液化ガスタンク内で気

化ガスを効率よく液化できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、ガス燃料供給システムのブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施形態について説明する。図1は、ガス燃料供給システム100のブロック図である。図1に示すように、ガス燃料供給システム100は、液化ガスタンク11と、供給ライン12と、加圧ポンプ13と、加熱器14と、戻りライン15と、エゼクタ16と、気液分離器17と、微細化ノズル18と、を備えている。また、本実施形態に係る気化ガス液化設備10は、上記の構成要素のうち、液化ガスタンク11、エゼクタ16、気液分離器17、及び、微細化ノズル18を含んでいる。以下、各構成要素について順に説明する。

[0010] 液化ガスタンク11は、液化ガスを貯蔵するタンクである。液化ガスは、例えば液化水素、液化天然ガス（LNG）、液化石油ガス（LPG）などである。液化ガスタンク11は、液化ガスで満たされた液相部21と、液化ガスが気化した気化ガスで満たされた気相部22とを含んでいる。液化ガスタンク11では、内部圧力が上昇して許容値を超えると、気相部22から気化ガスの一部が排出される。通常、液化ガスタンク11から排出された気化ガスは大気に放出されたり焼却されたりするなどして処分される。したがって、ガス燃料を無駄に消費しないためにも、液化ガスタンク11の内部圧力を抑えることが望ましい。

[0011] 供給ライン12は、液化ガスタンク11とガス燃料機関101をつなぐラインである。ガス燃料機関101は、気化ガスを燃料とする設備であり、例えばガスエンジン及びボイラなどである。供給ライン12は、液化ガスタンク11の液相部21から液化ガスを取得し、取得した液化ガスを気化ガスに変化させ、ガス燃料としてガス燃料機関101に供給する。

[0012] 加圧ポンプ13は、供給ライン12に位置し、液化ガスタンク11から取得した液化ガスを加圧するポンプである。加圧ポンプ13は、複数のポンプ

で構成されていてもよく、1つのポンプのみで構成されていてもよい。例えば、加圧ポンプ13は、低圧ポンプと、低圧ポンプで加圧した液化ガスをさらに加圧する高圧ポンプを含んでいてもよい。

[0013] 加熱器14は、供給ライン12に位置し、液化ガスを加熱する機器である。本実施形態の加熱器14は、供給ライン12の加圧ポンプ13よりも下流の部分に位置している。したがって、加熱器14は、加圧ポンプ13で加圧された液化ガスを加熱する。加熱器14で加熱された液化ガスは気化ガスに変化し、ガス燃料機関101に供給される。

[0014] 戻りライン15は、供給ライン12に接続するラインである。本実施形態の戻りライン15は、供給ライン12の加圧ポンプ13よりも下流で加熱器14よりも上流の部分に接続している。戻りライン15には、加圧ポンプ13によって加圧された液化ガスのうちガス燃料機関101に供給されない余剰の液化ガスが戻りライン15に流入する。戻りライン15にはリリーフ弁23が位置しており、戻りライン15に流入した液化ガスはリリーフ弁23を通過することで気化ガスに変化する。戻りライン15で発生した気化ガスのほとんどを液化して液化ガスタンク11に戻すことができれば、液化ガスタンク11の内部圧力を抑えることができ、ひいてはガス燃料の無駄な消費を抑制することができる。

[0015] エゼクタ16は、異なる2つのラインから取り込んだ気化ガスを混合する機器である。本実施形態のエゼクタ16は、戻りライン15で発生した気化ガス（以下、「戻り気化ガス」と称する）を取り込むとともに、液化ガスタンク11内の気化ガス（以下、「タンク気化ガス」と称する）を取り込み、これらを混合する。エゼクタ16の内部では内部ノズルから戻り気化ガスを噴射することにより、ベンチュリ効果を利用して減圧部分を形成する。エゼクタ16の減圧部分には、液化ガスタンク11から延びるタンクライン24が接続されており、タンクライン24を介してタンク気化ガスがエゼクタ16内に吸引される。これにより、戻り気化ガスとタンク気化ガスがエゼクタ16に取り込まれて混合される。

[0016] エゼクタ 16 内で混合された戻り気化ガスとタンク気化ガスは、さらにエゼクタ 16 内の内部ディフューザを通過することで膨張し、一部が液化する。そのため、エゼクタ 16 は、気化ガスと液化ガスを含む流体、つまり気液二相流体を排出する。エゼクタ 16 から排出された気化ガス及び液化ガスは、エゼクタ 16 と気液分離器 17 をつなぐ気液ライン 25 を介して気液分離器 17 に供給される。なお、ガス燃料供給システム 100 は、エゼクタ 16 に代えて、戻りライン 15 で発生した気化ガスを減圧して液化する減圧膨張弁を備えていてもよい。この場合、戻り気化ガスとタンク気化ガスは混合されない。

[0017] 気液分離器 17 は、気化ガスと液化ガスを分離させる機器である。本実施形態の気液分離器 17 は、エゼクタ 16 から排出された気化ガスと液化ガスを、比重の違いを利用して分離する。ただし、気液分離器 17 は上記のような構造でなくてもよく、気液分離器 17 の形式は限定されない。液化ガスと分離した気化ガスは、気体ライン 26 を介して微細化ノズルに供給される。一方、気化ガスと分離した液化ガスは、液体ライン 27 を介して液化ガスタンク 11 に供給される。なお、気化ガスと分離した液化ガスは、液化ガスタンク 11 の液相部 21 に供給してもよく、気相部 22 に供給してもよい。

[0018] 微細化ノズル 18 は、液化ガスタンク 11 の液相部 21 に位置し、液化ガスタンク 11 に貯蔵されている液化ガス中に気化ガスを放出するノズルである。液化ガス中に気化ガスを放出することで、放出された気化ガスは周囲の液化ガスに冷却されて液化する。この際、液化ガスタンク 11 内で気化ガスを効率よく液化できれば、液化ガスタンク 11 の内部圧力を抑えることができ、ガス燃料の無駄な消費も抑制できる。

[0019] そこで、本実施形態の微細化ノズル 18 は、気化ガスを微細化し気泡として液化ガス中に放出している。気化ガスを微細な気泡とすることで、気化ガスは液化ガスに触れる表面積が増えて液化しやすくなる。また、本実施形態では、液化ガス中に放出する気泡は直径が 100 μm 未満の気泡を含む。液化ガス中に放出する気泡の直径は、ザウター平均で 100 μm 未満であってもよ

い。直径が100 μm 未満の気泡は、液中で浮上しにくいという特徴を有している。そのため、直径が100 μm 未満の気泡として液化ガスに放出された気化ガスは、液化ガス中に長時間滞在することとなる結果、液化しやすくなる。なお、液化ガス中に放出する気泡は、直径が1 μm 以上100 μm 未満のマイクロバブルを含んでいてもよく、直径1 μm 未満のウルトラファインバブルを含んでいてもよい。

[0020] また、本実施形態の微細化ノズル18は、気化ガスの流路上に位置する多孔質材28を含んでいる。気化ガスは多孔質材28を通過することで微細化する。多孔質材28には、例えば、内部に多数の空孔を有する材料、繊維を重ね合わせた材料、微細な金属粒を焼結して一体化した材料などが含まれる。なお、微細化ノズル18は、高速で噴射する液化ガスに気化ガスを投入することにより、気化ガスを微細化する方式であってもよい。ただし、本実施形態の微細化ノズル18は、多孔質材28を利用して液化ガスを微細化するため、微細化ノズル18から放出される気化ガスの速度を抑えることができる。その結果、液化ガスタンク11内の液化ガスが攪拌されにくく、気化ガスをより効率よく液化することができる。

[0021] また、前述のとおり、本実施形態の微細化ノズル18に供給される気化ガスは、気液分離器17によって液化ガスから分離した気化ガスである。そのため、微細化ノズル18の多孔質材28に液化ガスが流入するのを抑制することができ、液化ガスによる多孔質材28の目詰まりを抑えることができる。さらに、気液分離器17を介して微細化ノズル18に気化ガスを供給することにより、微細化ノズル18に供給される気化ガスの速度を抑制することができ、液化ガスタンク11内の液化ガスが攪拌されるのを防ぐことができる。

[0022] <まとめ>

本明細書で開示する第1の項目は、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、気化ガスを微細化し、気泡として前記液化ガスタンクに貯蔵されている液化ガス中に放出する微細化ノズルと、を備えている、気化ガス液化設備であ

る。

- [0023] この構成によれば、液化ガスに触れる気化ガスの表面積が増えるため、冷却液化ガスタンク内で気化ガスを効率よく液化できる。
- [0024] 本明細書で開示する第2の項目は、前記気泡は直径が100 μm 未満の気泡を含む、第1の項目に記載の気化ガス液化設備である。
- [0025] この構成によれば、気化ガスは液化ガス中に長時間滞在するため、液化ガスタンク内で気化ガスをより効率よく液化できる。
- [0026] 本明細書で開示する第3の項目は、前記微細化ノズルは、気化ガスを通過させることで微細化する多孔質材を含んでいる、第1又は2の項目に記載の気化ガス液化設備である。
- [0027] この構成によれば、液化ガスタンク内の液化ガスが攪拌されにくいため、気化ガスをより効率よく液化できる。
- [0028] 本明細書で開示する第4の項目は、気化ガスと液化ガスを分離させる気液分離器をさらに備え、前記微細化ノズルは前記気液分離器で液化ガスと分離した気化ガスを微細化する、第3の項目に記載の気化ガス液化設備である。
- [0029] この構成によれば、多孔質材の目詰まりを抑えることができる。
- [0030] 本明細書で開示する第5の項目は、気化ガスを膨張させて液化するエゼクタをさらに備え、前記気液分離器は、前記エゼクタから排出された気化ガスと液化ガスを分離させる、第4の項目に記載の気化ガス液化設備である。
- [0031] この構成によれば、液化ガスタンク内における気化ガスの液化に加え、エゼクタによる気化ガスの液化も併せて行うことができる。
- [0032] 本明細書で開示する第6の項目は、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、前記液化ガスタンクとガス燃料機関をつなぐ供給ラインと、前記供給ラインに位置し、液化ガスを加圧する加圧ポンプと、前記供給ラインの前記加圧ポンプよりも下流の部分に接続する戻りラインと、前記戻りラインで発生した気化ガスを膨張させて一部を液化するエゼクタと、前記エゼクタから排出された気化ガスと液化ガスを分離させる気液分離器と、前記気液分離器で液化ガスと分離した気化ガスを微細化し、気泡として前記液化ガスタンクに貯

蔵されている液化ガス中に放出する微細化ノズルと、を備えている、ガス燃料供給システムである。

[0033] この構成によれば、液化ガスタンク内で液化ガスに触れる気化ガスの表面積が増えるため、気化ガスを効率よく液化できる。

[0034] 本明細書で開示する第7の項目は、気化ガスを微細化し、気泡として液化ガスタンクに貯蔵されている液化ガス中に放出する、気化ガスの液化方法である。

[0035] この方法によれば、液化ガスに触れる気化ガスの表面積が増えるため、液化ガスタンク内で気化ガスを効率よく液化できる。

符号の説明

- [0036] 10 気化ガス液化設備
 - 11 液化ガスタンク
 - 12 供給ライン
 - 13 加圧ポンプ
 - 14 加熱器
 - 15 戻りライン
 - 16 エゼクタ
 - 17 気液分離器
 - 18 微細化ノズル
- 28 多孔質材
- 100 ガス燃料供給システム
- 101 ガス燃料機関

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と、
 気化ガスを微細化し、気泡として前記液化ガスタンクに貯蔵されて
 いる液化ガス中に放出する微細化ノズルと、を備えている、気化ガス
 液化設備。
- [請求項2] 前記気泡は直径が100 μm 未満の気泡を含む、請求項1に記載の
 気化ガス液化設備。
- [請求項3] 前記微細化ノズルは、気化ガスを通過させることで微細化する多孔
 質材を含んでいる、請求項1又は2に記載の気化ガス液化設備。
- [請求項4] 気化ガスと液化ガスを分離させる気液分離器をさらに備え、
 前記微細化ノズルは前記気液分離器で液化ガスと分離した気化ガス
 を微細化する、請求項3に記載の気化ガス液化設備。
- [請求項5] 気化ガスを膨張させて液化するエゼクタをさらに備え、
 前記気液分離器は、前記エゼクタから排出された気化ガスと液化ガ
 スを分離させる、請求項4に記載の気化ガス液化設備。
- [請求項6] 液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、
 前記液化ガスタンクとガス燃料機関をつなぐ供給ラインと、
 前記供給ラインに位置し、液化ガスを加圧する加圧ポンプと、
 前記供給ラインの前記加圧ポンプよりも下流の部分に接続する戻り
 ラインと、
 前記戻りラインで発生した気化ガスを膨張させて一部を液化するエ
 ゼクタと、
 前記エゼクタから排出された気化ガスと液化ガスを分離させる気液
 分離器と、
 前記気液分離器で液化ガスと分離した気化ガスを微細化し、気泡と
 して前記液化ガスタンクに貯蔵されている液化ガス中に放出する微細
 化ノズルと、を備えている、ガス燃料供給システム。
- [請求項7] 気化ガスを微細化し、気泡として液化ガスタンクに貯蔵されている

液化ガス中に放出する、気化ガスの液化方法。