

明 細 書

発明の名称：タンク設備

技術分野

[0001] 本開示は、低温の液化ガスを貯蔵するタンク設備に関する。

背景技術

[0002] 液化水素及びLNG（Liquefied Natural Gas）等の低温液化ガスは、船などの液化ガス輸送手段によって受入基地へ輸送され、受入基地のタンク設備にて一時的に貯蔵される。特許文献1には、この種のタンク設備が例示されている。

[0003] 特許文献1に開示されたタンク設備は、タンクと、輸送手段からタンクへ液化ガスを供給する受入配管と、タンクから外部へ液化ガスを払い出す払出配管と、タンク内で生じたボイルオフガスをタンク外へ排出するボイルオフガス配管と、ボイルオフガス配管に設置されるボイルオフガス圧縮機と、ボイルオフガスの一部を輸送手段へ戻すリターンガス配管とを備える。

[0004] 液化ガスの受入時には、液化ガスの気化を防ぐために、受入配管を冷却しておく必要がある。そこで、特許文献1には、タンク設備が受入配管とリターンガス配管とを接続するバイパス配管を更に備え、液化ガスを受け入れていないときに、タンクから、受入配管、バイパス配管、リターンガス配管、及びボイルオフガス配管の順にボイルオフガスを流して、ボイルオフガスで受入配管を冷却することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-64022号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] タンクで気化して生じたボイルオフガスは、受入配管を通じて当該受入配管を冷却することによって温められる。ボイルオフガス圧縮機は、タンクで

気化して生じた低温のボイルオフガスの圧縮を目的として、当該低温のボイルオフガスに相当する吸込ガス温度のものが選定されている。つまり、受入配管を冷却したあとの温まったボイルオフガスでは密度が低くなることから、ボイルオフガス圧縮機を用いて目的の圧力へ圧縮することが難しい。

[0007] 本開示は以上の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、タンク設備において、受入配管の冷却に使われたボイルオフガスをボイルオフガス配管に設置されたボイルオフガス圧縮機で圧縮可能とすることにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係るタンク設備は、液体入口、液体出口、及び気体出口を有し、液化ガスを貯蔵するタンクと、前記タンクの前記液体入口と接続されて、前記タンクへ受け入れる前記液化ガスが流れる受入配管と、前記タンクの前記液体出口と接続されて、前記タンクから払い出す前記液化ガスが流れる払出配管と、前記タンクの前記気体出口と接続されて、前記タンクで前記液化ガスの気化により生じたボイルオフガスが流入するB O G配管と、前記B O G配管に配置されたB O G圧縮機と、前記受入配管の上流部分と接続されて、前記受入配管に前記液化ガスが流れていないときに前記ボイルオフガスを冷却ガスとして前記受入配管へ供給する冷却ガス供給配管と、前記受入配管の下流部分及び前記B O G配管の前記B O G圧縮機の上流側と接続されて、前記受入配管を流れた後の前記冷却ガスを前記B O G配管へ搬送する冷却ガス搬出配管と、前記冷却ガス搬出配管に配置されて、前記冷却ガスと前記液化ガスとを熱交換させる熱交換器と、を備えるものである。

発明の効果

[0009] 上記した本開示の一態様によれば、タンク設備において、受入配管の冷却に使われたボイルオフガスをボイルオフガス配管に設置されたボイルオフガ

ス圧縮機で圧縮可能とすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本開示の第1実施形態に係るタンク設備の概略構成を示す模式図である。

[図2]図2は、受入配管の予冷時の冷却ガスの流れを示す図である。

[図3]図3は、変形例1に係るタンク設備の概略構成を示す模式図である。

[図4]図4は、変形例2に係るタンク設備の概略構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 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タンク設備1の概略構成を示す模式図である。この図に示すように、本開示に係るタンク設備1は、例えば、沿岸地域にある液化ガス受入基地11に設置される。液化ガス受入基地11には、アンローディングアーム5及びリターンガスアーム16と、タンク設備1とが設置されている。アンローディングアーム5及びリターンガスアーム16は、液化ガス輸送船などの液化ガス輸送手段10が着岸する岸壁に配置される。タンク設備1は、液化ガス輸送手段10が輸送してきた液化ガス100を受け入れて貯蔵し、貯蔵している液化ガス100を気化して外部へ送出する設備である。本実施形態に係るタンク設備1で貯蔵される液化ガス100は液化水素であるが、本開示に係るタンク設備1に貯蔵される液化ガス100はこれに限定されず、LNG（Liquefied Natural Gas）や冷却方式のLPG（Liquefied Petroleum Gas）等の低温又は極低温の液化ガスであればよい。また、タンク設備1は、液化ガス輸送手段10に応じて、沿岸地域に限定されず、陸上や海上に設置されてもよい。

[0012] タンク設備1は、タンク2と、受入配管3と、払出配管7と、気化器8と、送ガス配管9と、リターンガス配管15と、BOG配管12と、BOG圧縮機14と、バイパス配管17と、冷却ガス搬出配管31とを備える。

[0013] タンク2は、液化ガス100を低温の液体状で貯蔵する容器である。タンク2内の液化ガス100は概ね沸点で貯蔵されるため、タンク2内では液化

ガス１００が自然気化してボイルオフガス３００が生じ、ボイルオフガス３００がタンク２の上部及び頂部に滞留している。タンク２は、液体入口２４、液体出口２５、及び気体出口２６を有する。気体出口２６は、タンク２の上部又は頂部に開口している。

[0014] 受入配管３は、アンローディングアーム５とタンク２とを接続している。受入配管３の上流端部はアンローディングアーム５と接続されており、下流端部はタンク２の液体入口２４と接続されている。受入配管３の途中であって、下流部分には、当該受入配管３の流路を開閉する受入弁４が設けられている。液化ガス１００の受入時には、受入弁４が開放され、液化ガス輸送手段１０で輸送されてきた低温の液化ガス１００は、アンローディングアーム５を通じて受入配管３へ供給され、受入配管３を通じてタンク２へ流入し、タンク２に収容される。

[0015] 払出配管７は、タンク２の液体出口２５と気化器８の入口と接続している。送ガス配管９は、タンク設備１の外部へ気化ガス２００を送る配管である。払出配管７には払出ポンプ６が設けられている。但し、払出ポンプ６はタンク２に設けられていてもよい。タンク２に収容されている液化ガス１００の払出時には、払出配管７へ流出した液化ガス１００は、払出ポンプ６の稼働によって送出上必要な圧力に加圧され、気化器８に送られる。

[0016] 気化器８は、例えば外部から供給される水と、払出配管７を通じて供給される液化ガス１００とを熱交換させることにより、液化ガス１００を強制的に気化して気化ガス２００とする。気化器８の出口には送ガス配管９が接続されており、気化ガス２００は送ガス配管９を通じて外部へ送り出される。

[0017] ＢＯＧ配管１２は、タンク２と送ガス配管９とを接続している。ＢＯＧ配管１２の上流端部はタンク２の気体出口２６と接続され、タンク２内の上部に滞留しているボイルオフガス３００がＢＯＧ配管１２へ流出する。ＢＯＧ配管１２の下流端部は送ガス配管９に配置された接続部Ｐ１と接続されている。タンク２のボイルオフガス３００は、ＢＯＧ配管１２を通じて送ガス配管９へ送られ、気化ガス２００と合流して送ガス配管９を通じて外部へ送出

される。

[0018] B O G配管 1 2 の途中には、B O G配管 1 2 の流路を開閉するB O G弁 1 3 が設けられている。B O G弁 1 3 は、後述する受入配管 3 の予冷時を除いて開放されていてよい。更に、B O G配管 1 2 のB O G弁 1 3 よりも下流側には、B O G圧縮機 1 4 が設けられている。B O G圧縮機 1 4 は、例えば、低温のボイルオフガス 3 0 0 を吸入するシリンダと、吸入したボイルオフガス 3 0 0 を圧縮するピストンとを備えるレシプロ式であってよい。B O G圧縮機 1 4 は、B O G配管 1 2 を流れるボイルオフガス 3 0 0 を、気化器 8 から送り出される気化ガス 2 0 0 と同程度の圧力となるように圧縮する。

[0019] リターンガス配管 1 5 は、タンク 2 とリターンガスアーム 1 6 とを接続している。本実施形態に係るタンク設備 1 では、リターンガス流路の上流部分とB O G流路の上流部分とが共用されており、リターンガス配管 1 5 はB O G配管 1 2 の上流部分を介してタンク 2 の気体出口 2 6 と接続されている。より詳細には、リターンガス配管 1 5 の上流端部は、B O G配管 1 2 のB O G弁 1 3 よりも上流側の接続部 P 2 と接続されている。但し、リターンガス配管 1 5 の上流端部は、直接にタンク 2 の気体出口 2 6 と接続されていてもよい。リターンガス配管 1 5 の下流端部はリターンガスアーム 1 6 と接続されている。リターンガス配管 1 5 の途中には、リターンガスブロワ 2 1 が設けられている。リターンガスブロワ 2 1 は、例えば、後述する受入配管 3 の予冷時や液化ガス 1 0 0 の受入時に稼働される。液化ガス 1 0 0 の受入時は、リターンガスブロワ 2 1 の稼働によって、タンク 2 のボイルオフガス 3 0 0 の一部が、リターンガス配管 1 5 及びリターンガスアーム 1 6 を通じて液化ガス輸送手段 1 0 の荷役タンクへ戻され、荷役に伴う荷役タンク圧力の低下が補われる。なお、ボイルオフガス 3 0 0 の圧力が十分に高い場合には、リターンガスブロワ 2 1 は省略されてもよい。

[0020] バイパス配管 1 7 は、リターンガス配管 1 5 と受入配管 3 とを接続している。バイパス配管 1 7 の上流端部は、リターンガス配管 1 5 に配置された接続部 P 3 と接続されている。バイパス配管 1 7 の下流端部は、受入配管 3 の

上流部分に配置された接続部 P 4 と接続されている。接続部 P 4 は、受入配管 3 のうちアンローディングアーム 5 により近い位置に配置されていることが望ましい。バイパス配管 1 7 の途中には、バイパス配管 1 7 の流路を開閉するバイパス弁 1 8 が設けられている。バイパス弁 1 8 は、後述する受入配管 3 の予冷時に開放され、他は閉止されている。

[0021] 冷却ガス搬出配管 3 1 は、受入配管 3 と B O G 配管 1 2 とを接続している。冷却ガス搬出配管 3 1 の上流端部は、受入配管 3 の下流部分であって、受入弁 4 よりも上流側に配置された接続部 P 5 と接続されている。冷却ガス搬出配管 3 1 の下流端部は、B O G 配管 1 2 の B O G 圧縮機 1 4 よりも上流側、且つ、B O G 弁 1 3 よりも下流側に配置された接続部 P 6 と接続されている。冷却ガス搬出配管 3 1 の上流部分には、冷却ガス搬出配管 3 1 の流路の開閉する排出弁 3 2 が設けられている。排出弁 3 2 は、後述する受入配管 3 の予冷時に開放され、他は閉止されている。また、冷却ガス搬出配管 3 1 の途中には、熱交換器 3 3 が設けられている。熱交換器 3 3 は、冷却ガス搬出配管 3 1 を通る冷却ガス 3 0 1 を、払出配管 7 を通る液化ガス 1 0 0 と熱交換させることにより冷却する。

[0022] [受入配管 3 の予冷]

ここで、図 2 を用いて、受入配管 3 の予冷について説明する。上記構成のタンク設備 1 において、液化ガス輸送手段 1 0 から液化ガス 1 0 0 を受け入れる前に、受入配管 3 の予冷が行われる。図 2 では、受入配管 3 の予冷中のタンク設備 1 における冷却ガス 3 0 1 の流れが太線で示されている。予冷中は、受入弁 4 及び B O G 弁 1 3 は閉止され、バイパス弁 1 8 及び排出弁 3 2 は開放され、払出ポンプ 6、リターンガスブロウ 2 1、及び B O G 圧縮機 1 4 は稼働している。なお、払出ポンプ 6 及び B O G 圧縮機 1 4 は、基本的に常時稼働している。

[0023] 受入配管 3 を冷却するために冷却ガス 3 0 1 が受入配管 3 に流され、冷却ガス 3 0 1 としてタンク 2 内のボイルオフガス 3 0 0 が利用される。予冷中、タンク 2 から流出したボイルオフガス 3 0 0 は、冷却ガス 3 0 1 として、

B O G 配管 1 2 の上流端部から接続部 P 2 までの間、リターンガス配管 1 5 の上流端部から接続部 P 3 までの間、バイパス配管 1 7、受入配管 3 の接続部 P 4 から接続部 P 5 までの間、冷却ガス搬出配管 3 1、B O G 配管 1 2 の接続部 P 6 から下流端部、及び、送ガス配管 9 の接続部 P 1 より下流側を、この順に流れる。本実施形態において、リターンガス配管 1 5 及びバイパス配管 1 7 は、受入配管 3 へ低温の冷却ガス 3 0 1 を供給する冷却ガス供給配管 3 0 として機能する。受入配管 3 は、低温の冷却ガス 3 0 1 が流れることによって冷却される。

[0024] 受入配管 3 を冷却することにより温まった冷却ガス 3 0 1 は、冷却ガス搬出配管 3 1 へ流入して、熱交換器 3 3 で液化ガス 1 0 0 と熱交換することにより冷却されて B O G 圧縮機 1 4 の入口に到達する。ここで、B O G 圧縮機 1 4 の入口に到達した冷却ガス 3 0 1 は、タンク 2 から出て B O G 配管 1 2 を流れるボイルオフガス 3 0 0 と同程度の低温に冷却されていることが望ましい。このように、受入配管 3 の冷却に利用された冷却ガス 3 0 1 は、B O G 圧縮機 1 4 で圧縮可能な程度に十分に低温となっている。よって、タンク設備 1 は、受入配管 3 の冷却に利用された冷却ガス 3 0 1 の圧縮のために、B O G 圧縮機 1 4 と比較して高温気体圧縮用の追加の圧縮機を備えなくてよい。

[0025] 受入配管 3 が所定の温度まで冷却されると予冷を終了して、液化ガス 1 0 0 の受入が開始される。予冷終了時には、バイパス弁 1 8 及び排出弁 3 2 が閉止され、受入弁 4 及び B O G 弁 1 3 は開放される。

[0026] 〔変形例 1〕

ここで、上記実施形態の変形例 1 を説明する。図 3 は、変形例 1 に係るタンク設備 1 の概略構成を示す模式図である。この図では、受入配管 3 の予冷中のタンク設備 1 における冷却ガス 3 0 1 の流れが太線で示されている。なお、本変形例の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する。

[0027] 図 3 に示すように、変形例 1 に係るタンク設備 1 では、払出配管 7 に抽液

配管 7 1 が接続されている。抽液配管 7 1 は、払出配管 7 を流れる液化ガス 1 0 0 の一部を取り出してから、再び払出配管 7 の本流へ戻すための配管である。抽液配管 7 1 の上流端部は、払出配管 7 の払出ポンプ 6 よりも下流側に配置された接続部 P 7 と接続されている。抽液配管 7 1 の下流端部は、払出配管 7 の接続部 P 7 よりも下流側に配置された接続部 P 8 と接続されている。抽液配管 7 1 には、抽液配管 7 1 の流路を開閉する開閉弁 7 2 と、開閉弁 7 2 よりも下流側に配置された熱交換器 3 3 とが設けられている。開閉弁 7 2 は、受入配管 3 の予冷時に開放され、他は閉止されている。

[0028] 変形例 1 に係るタンク設備 1 では、受入配管 3 の予冷時に、受入配管 3 を通じて温められた冷却ガス 3 0 1 は、熱交換器 3 3 で抽液配管 7 1 を流れる液化ガス 1 0 0 と熱交換することにより冷却される。つまり、払出配管 7 を流れる液化ガス 1 0 0 の一部が冷却ガス 3 0 1 の冷却に利用され、払出配管 7 を流れる液化ガス 1 0 0 の本流は冷却ガス 3 0 1 の冷却には利用されない。これにより、払出配管 7 を流れる液化ガス 1 0 0 の温度上昇を抑えることができる。

[0029] 〔変形例 2〕

続いて、上記実施形態の変形例 2 を説明する。図 4 は、変形例 2 に係るタンク設備 1 の概略構成を示す模式図である。この図では、受入配管 3 の予冷中のタンク設備 1 における冷却ガス 3 0 1 の流れが太線で示されている。なお、本変形例の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する。

[0030] 図 4 に示すように、変形例 2 に係るタンク設備 1 では、払出配管 7 に循環配管 7 3 が接続されている。循環配管 7 3 は、払出配管 7 を流れる液化ガス 1 0 0 の一部を取り出してから、タンク 2 へ戻すための配管である。循環配管 7 3 の上流端部は、払出配管 7 の払出ポンプ 6 よりも上流側に配置された接続部 P 9 と接続されている。抽液配管 7 1 の下流端部は、タンク 2 と接続されている。循環配管 7 3 には、循環配管 7 3 の流路を開閉する開閉弁 7 4 と、開閉弁 7 4 よりも下流側に配置された熱交換器 3 3 とが設けられている。

。開閉弁 74 は、受入配管 3 の予冷時に開放され、他は閉止されている。

[0031] 変形例 2 に係るタンク設備 1 では、受入配管 3 の予冷時に、受入配管 3 を通じて温められた冷却ガス 301 は、熱交換器 33 で循環配管 73 を流れる液化ガス 100 と熱交換することにより冷却される。つまり、払出配管 7 を流れる液化ガス 100 の一部が冷却ガス 301 の冷却に利用され、払出配管 7 を流れる液化ガス 100 の本流は冷却ガス 301 の冷却には利用されない。これにより、払出配管 7 を流れる液化ガス 100 の温度上昇を抑えることができる。

[0032] 〔総括〕

以上に説明した通り、本開示に係るタンク設備 1 は、
液体入口 24、液体出口 25、及び気体出口 26 を有し、液化ガス 100 を貯蔵するタンク 2 と、
タンク 2 の液体入口 24 と接続されて、タンク 2 へ受け入れる液化ガス 100 が流れる受入配管 3 と、
タンク 2 の液体出口 25 と接続されて、タンク 2 から払い出す液化ガス 100 が流れる払出配管 7 と、
タンク 2 の気体出口 26 と接続されて、タンク 2 で液化ガス 100 の気化により生じたボイルオフガス 300 が流入する BOG 配管 12 と、
BOG 配管 12 に配置された BOG 圧縮機 14 と、
受入配管 3 の上流部分と接続されて、受入配管 3 に液化ガス 100 が流れていないときにボイルオフガス 300 を冷却ガス 301 として受入配管 3 へ供給する冷却ガス供給配管 30 と、
受入配管 3 の下流部分及び BOG 配管 12 の BOG 圧縮機 14 の上流側と接続されて、受入配管 3 を流れた後の冷却ガス 301 を BOG 配管 12 へ搬送する冷却ガス搬出配管 31 と、
冷却ガス搬出配管 31 に配置されて、冷却ガス 301 と液化ガス 100 とを熱交換させる熱交換器 33 と、を備えることを特徴としている。

[0033] 上記構成のタンク設備 1 によれば、受入配管 3 を冷却することによって温

められた冷却ガス301が、熱交換器33で冷却されてから、BOG配管12のBOG圧縮機14の上流へ送られる。これにより、BOG圧縮機14では、タンク2で発生した低温のボイルオフガス300と同様に冷却ガス301を圧縮することができ、冷却ガス301の圧縮のために特別な圧縮機を要しない。また、受入配管3の冷却に使用された冷却ガス301を、ボイルオフガス300と同様に送ガスに供することができる。

[0034] また、上記構成のタンク設備1において、熱交換器33は、払出配管7を流れる液化ガス100の一部又は全部と冷却ガス301とを熱交換させるように構成されていてよい。或いは、払出配管7を流れる液化ガス100の一部をタンク2へ戻す循環配管73が払出配管7に接続されており、熱交換器33は、循環配管73を流れる液化ガス100と冷却ガス301とを熱交換させるように構成されていてよい。

[0035] このように、熱交換器33が払出配管7を流れる液化ガス100を冷熱源として利用することで、冷却ガス301を十分に冷却することができる。また、冷却ガス301の冷却のために特別な冷媒を要しない。

[0036] また、上記構成のタンク設備1において、冷却ガス供給配管30が、タンク2の気体出口26に接続されたリターンガス配管15と、リターンガス配管15と受入配管3の上流部分とを接続するバイパス配管17とにより構成されていてよい。

[0037] 但し、冷却ガス供給配管30は上記に限定されず、受入配管3へボイルオフガス300を冷却ガス301として供給できる構成であればよい。冷却ガス供給配管30は、例えば、BOG配管12と受入配管3とを接続する配管、タンク2の気体出口26と受入配管3とを接続する配管、などとして構成されてもよい。

[0038] 本開示の前述の議論は、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1つの実施形態にまとめられている。但し、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ることができる。

請求の範囲

- [請求項1] 液体入口、液体出口、及び気体出口を有し、液化ガスを貯蔵するタンクと、
- 前記タンクの前記液体入口と接続されて、前記タンクへ受け入れる前記液化ガスが流れる受入配管と、
- 前記タンクの前記液体出口と接続されて、前記タンクから払い出す前記液化ガスが流れる払出配管と、
- 前記タンクの前記気体出口と接続されて、前記タンクで前記液化ガスの気化により生じたボイルオフガスが流入するB O G配管と、
- 前記B O G配管に配置されたB O G圧縮機と、
- 前記受入配管の上流部分と接続されて、前記受入配管に前記液化ガスが流れていないときに前記ボイルオフガスを冷却ガスとして前記受入配管へ供給する冷却ガス供給配管と、
- 前記受入配管の下流部分及び前記B O G配管の前記B O G圧縮機の上流側と接続されて、前記受入配管を流れた後の前記冷却ガスを前記B O G配管へ搬送する冷却ガス搬出配管と、
- 前記冷却ガス搬出配管に配置されて、前記冷却ガスと前記液化ガスとを熱交換させる熱交換器と、を備える、
- タンク設備。
- [請求項2] 前記熱交換器は、前記払出配管を流れる前記液化ガスの一部又は全部と前記冷却ガスとを熱交換させる、
- 請求項1に記載のタンク設備。
- [請求項3] 前記払出配管を流れる前記液化ガスの一部を前記タンクへ戻す循環配管が前記払出配管に接続されており、
- 前記熱交換器は、前記循環配管を流れる前記液化ガスと前記冷却ガスとを熱交換させる、
- 請求項1に記載のタンク設備。
- [請求項4] 前記冷却ガス供給配管が、前記タンクの前記気体出口に接続された

リターンガス配管と、前記リターンガス配管と前記受入配管の上流部分とを接続するバイパス配管とを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のタンク設備。