明　細　書

発明の名称 ：

アンモニアガスの漏洩抑制方法及び液化アンモニア貯蔵装置

技術分野

[0001]　本発明は、アンモニアガスの漏洩抑制方法及び液化アンモニア貯蔵装置に関する。

背景技術

[0002]　近年、環境負荷の低減のため、カーボンニュートラル燃料としてアンモニア燃料が注目されており、将来、可燃性ガスかつ毒性ガスであるアンモニアを大量に取り扱うアンモニア液化基地及びアンモニア受入基地が建設されると見込まれる。

[0003]　大容量の液化アンモニアが貯蔵される貯蔵タンクの形式としては、大容量の液化天然ガスや液化石油ガス等の液化ガスを貯蔵する地上タンクでも数多く採用されている、プレストレスト・コンクリート（以下、ＰＣと表記）を用いた「ＰＣ製防液堤外槽一体型・平底球面屋根付円筒竪型貯槽」の採用が、安全性の観点から有力であると考えられる。

[0004]　貯蔵タンク内の液化ガスは、ガスの飽和温度に近い温度で貯蔵されている。そのため、貯蔵タンクの内部では、外部からの自然入熱等によって温められることで、ボイルオフガス（ＢＯＧ）と呼ばれる気化ガスが発生している。

[0005]　これに関連して、液化天然ガスや液化石油ガス等の液化ガスを低温で貯蔵する貯蔵タンクについて、発生したボイルオフガスを再液化する処理方法（特許文献１参照）が知られている。

[0006]　しかしながら、不測の事故により貯蔵タンクの屋根部が破損した場合や、貯蔵タンクのメンテナンスを行う場合等、貯蔵タンクが開放された状態となった場合には、自然入熱に加えて、開放箇所からの入熱が増加すること、また、貯蔵タンク気相部の圧力が低下することから、ボイルオフガスの発生量

は、増大する。

そして、開放時の除害及び安全のための措置として、貯蔵タンクの開放箇所からの可燃性ガスかつ毒性ガスであるアンモニアガスの漏洩を抑制することが重要となってくる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平１０－１９１９９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明の目的は、液化アンモニアを貯蔵する貯蔵タンクが開放された状態において、貯蔵タンク外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制できるアンモニアガスの漏洩抑制方法を提供すること、また、貯蔵液化アンモニアが貯蔵された貯蔵タンクが開放された状態において、貯蔵タンク外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制できる液化アンモニア貯蔵装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] このような目的は、下記（１）～（１２）に記載の本発明により達成される。

（１） 液化アンモニアを貯蔵する貯蔵タンクが開放された状態において、前記貯蔵タンクに貯蔵されている貯蔵液化アンモニアよりも温度の低い液体である低温液体を、前記貯蔵タンク内に供給することを特徴とする、アンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0010] （２） 前記低温液体の温度が－１９６℃以上－３５℃以下である、上記（１）に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0011] （３） 前記低温液体が、液体窒素又はサブクール状態の液化アンモニアである、上記（１）又は（２）に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0012] （４） 前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の液相中に供給する、上記（１）ないし（３）のいずれかに記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0013] （５） 前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の気相中に供給する、上記（１）ないし（４）のいずれかに記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0014] （６） 前記貯蔵タンク内部の気相中に不活性ガスをさらに供給する、上記（１）ないし（５）のいずれかに記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0015] （７） 前記不活性ガスは、窒素ガス又は二酸化炭素ガスである、上記（６）に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[0016] （８） 液化アンモニアが貯蔵される貯蔵タンクと、

前記貯蔵タンクに貯蔵されている貯蔵液化アンモニアよりも温度の低い液体である低温液体を前記貯蔵タンク内に供給する低温液体供給手段と、を備え、

前記貯蔵液化アンモニアが貯蔵された前記貯蔵タンクが開放された状態となった際に、前記低温液体供給手段は、前記貯蔵タンク内に前記低温液体を供給することを特徴とする、液化アンモニア貯蔵装置。

[0017] （９） 前記低温液体供給手段は、前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の液相中に供給するように配されている、上記（８）に記載の液化アンモニア貯蔵装置。

[0018] （１０） 前記低温液体供給手段は、前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の気相中に供給するように配されている、上記（８）又は（９）に記載の液化アンモニア貯蔵装置。

[0019] （１１） 前記貯蔵タンク内部の気相中に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段をさらに備えている、上記（８）ないし（１０）のいずれかに記載の液化アンモニア貯蔵装置。

[0020] （１２） 前記アンモニア貯蔵装置は、複数の前記不活性ガス供給手段を有している、上記（１１）に記載の液化アンモニア貯蔵装置。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、液化アンモニアを貯蔵する貯蔵タンクが開放された状態において、貯蔵タンク外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制できるアンモニアガスの漏洩抑制方法を提供すること、また、貯蔵液化アンモニアが貯蔵さ

れた貯蔵タンクが開放された状態において、貯蔵タンク外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制できる液化アンモニア貯蔵装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図１は、本発明の液化アンモニア貯蔵装置の第１実施形態を模式的に示す図である。

[図2]図２は、図１に示した液化アンモニア貯蔵装置において、貯蔵タンクの一構成例を示す一部破断断面図である。

[図3]図３は、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法の第１実施形態を説明するための図である。

[図4]図４は、サブクール状態を説明するための図であって、状態図を示す図である。

[図5]図５は、本発明の液化アンモニア貯蔵装置の第２実施形態を模式的に示す図である。

[図6]図６は、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法の第２実施形態を説明するための図である。

[図7]図７は、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法の一例を説明するための図である。

[図8]図８は、気体状汚染物質が拡散する様子を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0024] ＜第１実施形態＞

［１］液化アンモニア貯蔵装置

まず、本発明の液化アンモニア貯蔵装置について説明する。

図１は、本発明の液化アンモニア貯蔵装置の第１実施形態を模式的に示す図である。図２は、図１に示した液化アンモニア貯蔵装置において、貯蔵タンクの一構成例を示す一部破断断面図である。

なお、図面において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0025] 本発明の液化アンモニア貯蔵装置１は、液化アンモニアが貯蔵される貯蔵タンク１０と、貯蔵タンク１０に貯蔵されている貯蔵液化アンモニア２よりも温度の低い液体である低温液体３を貯蔵タンク１０内に供給する低温液体供給手段３０と、を備える。なお、以下の説明では、貯蔵タンク１０の内部に貯蔵された液化アンモニアを、貯蔵液化アンモニア２と記す。

そして、この液化アンモニア貯蔵装置１は、貯蔵液化アンモニア２が貯蔵された貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、低温液体供給手段３０は、貯蔵タンク１０内に低温液体３を供給して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制する。

[0026] このような液化アンモニア貯蔵装置１において、貯蔵タンク１０の内部に、液化アンモニアが貯蔵されている。

貯蔵タンク１０の内部は、大気圧に近い圧力とされており、貯蔵液化アンモニア２は、大気圧でのアンモニアの飽和温度である－３３℃前後の温度に維持されている。

[0027] 貯蔵タンク１０の内部において、気相中には、自然入熱により発生したボイルオフガス、言い換えると、アンモニアガスが存在しており、このボイルオフガスを図示しない再液化手段により回収して再液化した後、貯蔵タンク１０の液相中に戻している。

[0028] ボイルオフガスを再液化する方法としては、例えば、ボイルオフガスを含む気体を圧縮機で昇圧した後、熱交換器等で冷却して液化する方法や、送出される貯蔵液化アンモニア２にボイルオフガスを注入して液化し、その後、ポンプで圧送する方法等が挙げられる。

[0029] 一般に、貯蔵タンクが開放された状態では、自然入熱に加えて、貯蔵タンクの開放に伴う外部からの入熱が増加すること、また、貯蔵タンク気相部の圧力が低下することから、ボイルオフガスの発生量は、増大する。そして、何ら対策を施さないと、貯蔵タンクの開放箇所から、ボイルオフガスであるアンモニアガスが漏洩してしまうという問題があった。

[0030] なお、本明細書において、「貯蔵タンク１０が開放された状態」とは、貯

蔵タンク１０の内部空間と外部空間である大気とが連通した状態のことを指し、具体的には、例えば、飛来物が衝突するといった不慮の事故により、貯蔵タンク１０の屋根部が破損し、屋根部を貫通する穴Ｈが開いた場合や、通常時は閉じられている管理用蓋を開いて、貯蔵タンク１０のメンテナンスを行う場合等が挙げられる。

管理用蓋は、例えば、後述するポンプバレル２０の図示しないヘッドプレートである。

[0031] 以下の説明では、「貯蔵タンク１０が開放された状態」として、不測の事故により貯蔵タンク１０の屋根部が破損した場合について、中心的に説明する。

[0032] 後述するように、貯蔵タンク１０の屋根部の破損は、図２に示す外槽１２の屋根１５と内槽１１の天井部分とを貫通する穴が開くような破損のことを示し、外槽１２の屋根１５は破損したが、内槽１１の天井部分を貫通する穴Ｈが開いていない場合は、「貯蔵タンク１０が開放された状態」には、含まれない。

[0033] そして、本発明の液化アンモニア貯蔵装置１では、貯蔵液化アンモニア２が貯蔵された貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、低温液体供給手段３０は、貯蔵タンク１０内に低温液体３を供給することにより、貯蔵タンク１０内の温度を低下させて、ボイルオフガスの発生を抑制することができる。

その結果、液化アンモニア貯蔵装置１では、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制することができる。

[0034] ［１－１］貯蔵タンク

貯蔵タンク１０は、その内部に液化アンモニアを貯蔵する。

[0035] 図２に示すように、貯蔵タンク１０は、液化アンモニアを貯蔵する内槽１１と、内槽１１を覆うように配された外槽１２と、内槽１１と外槽１２との間に配された断熱材１６と、を備える。

[0036] 内槽１１の内部は、大気圧に近い圧力となっている。

内槽１１は、液化アンモニアを、大気圧に近い低圧で、かつ、アンモニアの飽和温度で貯蔵するためのタンクである。

内槽１１は、例えば、アンモニアの大気圧下での飽和温度である－３３℃以下程度までの低温域において靭性を有する低温用鋼を用いて、有底円筒形状に構成されている。内槽１１の天井部分は、ドーム形状に構成されている。

[0037] なお、本明細書において、「貯蔵タンク１０の内部」とは、「内槽１１の内部」のことを指す。

[0038] 外槽１２は、底板１３と、側壁１４と、屋根１５とを備えた構造物であり、内槽１１の外側を覆うように設けられている。特に、底板１３及び側壁１４は、内槽１１が破損し貯蔵液化アンモニア２が漏洩した際に、外部への貯蔵液の漏洩を防止する防液堤となる。

[0039] 側壁１４は、例えば、コンクリート内にシース管が埋め込まれ、このシース管に挿入された緊張材によってプレストレスが導入された、プレストレスト・コンクリート（ＰＣ）を用いて構成されている。

[0040] 底板１３は、円板状に構成されている。この底板１３は、地面に埋め込まれた、図示しない複数の基礎杭によって、地面から所定の高さに支持されている。

側壁１４は、底板１３の上に略円筒形状に構成されている。

[0041] 屋根１５は、鍛造鋼又は鉄筋コンクリートを用いて、ドーム形状に構成されている。

また、防液提としての側壁１４は、ライナープレート(薄鉄板)が外槽１２の側壁１４に貼り付けられた構成となっている。

[0042] 内槽１１と外槽１２との間には、断熱材１６が配されており、この断熱材１６により、内槽１１に貯蔵された貯蔵液化アンモニア２が保冷される。

また、液化アンモニアの貯蔵タンク１０からの払い出しを行うためのポンプバレル２０が、屋根１５及び内槽１１の天井部分を貫通して貯蔵タンク１０内の底部まで鉛直に伸びて設けられている。

なお、ポンプバレル２０については、後に詳述する。

[0043] また、本明細書において、「鉛直」とは、数学的な意味での厳密な「鉛直」ではなく、若干のずれを許容するものである。

また、図１、並びに後掲する図３、図５及び図６では、ポンプバレル２０の図示を省略している。

[0044] ［１－２］低温液体供給手段

低温液体供給手段３０は、貯蔵液化アンモニア２が貯蔵された貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、貯蔵タンク１０に貯蔵されている貯蔵液化アンモニア２よりも温度の低い液体である低温液体３を貯蔵タンク１０内に供給する。

これにより、貯蔵タンク１０内の温度を低下させて、ボイルオフガスの発生を抑制することができ、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制することができる。

[0045] 低温液体供給手段３０は、低温液体３が貯留される貯留部３１と、低温液体３を貯蔵タンク１０に送液するための配管３２と、配管３２の途中に配され、貯留部３１から送液された低温液体３を貯蔵タンク１０へ供給する量を調節する調整弁３３と、を備えている。

[0046] 本実施形態では、低温液体供給手段３０は、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の液相中に供給するように配されている。

これにより、低温液体供給手段３０により供給される低温液体３により、貯蔵タンク１０内部の液相自体の温度を直接的に低下させることができ、ボイルオフガスの発生をより効率よく抑制することができ、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をより効率よく抑制することができる。

[0047] また、液相中に、低温液体３からの冷熱を蓄えることが可能であり、ボイルオフガスの発生を、より長期間にわたって抑制できる。

例えば、貯蔵タンク１０の屋根部が破損し穴Ｈが開く事故が発生した場合、アンモニアガスが大量に漏出するまでの時間を稼ぐことができるので、その間に、事故が発生した貯蔵タンク１０内の貯蔵液化アンモニア２を、別の

貯蔵タンクに移送して、事故が発生した貯蔵タンク１０を空にすることで事故処理を完了させることができる。

[0048] 低温液体供給手段３０は、低温液体３を、平面視で貯蔵タンク１０の中央部に供給するように、配されていることが好ましい。

これにより、貯蔵液化アンモニア２の温度をさらに効率よく低下させて、ボイルオフガスの発生をさらに効率よく抑制することができ、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をさらに効率よく抑制することができる。

[0049] なお、本明細書において、「貯蔵タンク１０の中央部」とは、貯蔵タンク１０を平面視した際の、内槽１１の平面視形状と、幾何中心及び向きを共通とする面積比３０％の相似形状の領域内のことを指す。

[0050] 低温液体３を液相中に供給する場合、低温液体供給用の配管３２は、図１では、貯蔵タンク１０の天井部分から鉛直方向に延びて配されている場合を示しているが、これに限定されず、低温液体供給用の配管３２は、例えば、貯蔵タンク１０の底面に沿って水平方向に配されたものであってもよい。

[0051] なお、本明細書において、「水平」は、数学的な意味での厳密な「水平」ではなく、若干のずれを許容するものである。

[0052] ［１－３］不活性ガス供給手段

図１に示す構成では、液化アンモニア貯蔵装置１は、不活性ガス供給手段４０を、さらに好ましい形態として備えている。

不活性ガス供給手段４０は、貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、貯蔵タンク１０内部の気相中に不活性ガス４を供給する。

[0053] このような不活性ガス供給手段４０を備えることにより、後述するように、貯蔵タンク１０内部の気相中に存在するアンモニアガスと、開放箇所から貯蔵タンク１０内部の気相中に入り込んだ大気との混合ガスを、不活性ガス４により希釈することができ、これにより、燃焼範囲となる可燃性の混合ガスの発生を効果的に抑止することができる。

[0054] 不活性ガス供給手段４０は、不活性ガス４が貯留される貯留部４１と、不活性ガス４を貯蔵タンク１０に移送するための配管４２と、配管４２の途中

に配され、貯留部４１から送られた不活性ガス４を貯蔵タンク１０へ供給する量を調節する調整弁４３と、を備える。

[0055] 液化アンモニア貯蔵装置１は、低温液体供給手段３０及び不活性ガス供給手段４０において、低温液体３及び不活性ガス４の供給量等を制御する、図示しない制御部をさらに有している。制御部は、調整弁３３及び調整弁４３の開閉を制御する。制御部は、例えば、ＣＰＵ（中央演算処理装置）である。

[0056] 液化アンモニア貯蔵装置１は、複数の不活性ガス供給手段４０（すなわち、貯蔵タンク１０内部への不活性ガス４の供給部）を有していることが好ましい。

これにより、例えば、短時間で比較的多量の不活性ガス４を供給することができ、可燃性の混合ガスの発生をより効果的に抑止することができる。

また、複数の不活性ガス供給手段４０のうち、適切な不活性ガス供給手段４０を選択して、当該不活性ガス供給手段４０から不活性ガス４を供給することもできる。より具体的には、例えば、貯蔵タンク１０の屋根部が破損して穴が開いた場合、穴により近い箇所に配された不活性ガス供給手段４０から選択的に不活性ガス４を供給することで、不活性ガス４の使用量を抑制しつつ、大気の流入をより効果的に抑制することができ、可燃性の混合ガスの発生をより効果的に確実に抑止することができる。

[0057] また、不活性ガス供給手段４０を複数配していることで、屋根部の破損時に、一部の不活性ガス供給手段４０が屋根部と共に破損した場合であっても、破損していない他の不活性ガス供給手段４０から不活性ガス４を供給することができる。

[0058] なお、液化アンモニア貯蔵装置１が、複数の不活性ガス供給手段４０を有している場合、複数の不活性ガス供給手段４０で、構成の一部（例えば、貯留部４１等）を共有していてもよい。言い換えると、貯留部４１から貯蔵タンク１０に不活性ガス４を送る配管４２は、分岐しており、貯蔵タンク１０の異なる複数の箇所に、不活性ガス４を供給可能に構成されていてもよい。

[0059] ［２］アンモニアガスの漏洩抑制方法

次に、図３及び図４を参照して、本実施形態に係る液化アンモニア貯蔵装置１において、貯蔵タンク１０が開放された状態となった際の、アンモニアガスの漏洩抑制方法について説明する。

[0060] 図３は、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法の第１実施形態を説明するための図である。図４は、サブクール状態を説明するための図であって、状態図を示す図である。

[0061] 本実施形態に係るアンモニアガスの漏洩抑制方法は、液化アンモニアを貯蔵する貯蔵タンク１０が開放された状態において、貯蔵タンク１０に貯蔵されている貯蔵液化アンモニア２よりも温度の低い液体である低温液体３を、貯蔵タンク１０内に供給して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制する。

[0062] このように、液化アンモニア貯蔵装置１において、貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、低温液体供給手段３０から、貯蔵タンク１０内に低温液体３を供給することにより、貯蔵タンク１０内の温度を低下させて、ボイルオフガスの発生を抑制することができる。

その結果、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法では、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制することができる。

[0063] 貯蔵タンク１０に貯蔵されている貯蔵液化アンモニア２の温度は、大気圧におけるアンモニアの飽和温度である－３３℃前後に維持されている。

そのため、低温液体３としては、－３３℃よりも低い温度の液体が用いられる。

[0064] 低温液体３の温度は、貯蔵液化アンモニア２よりも低温であれば特に限定されないが、－１９６℃以上－３５℃以下であるのが好ましく、－６０℃以上－３５℃以下であるのがより好ましく、－４５℃以上－３５℃以下であるのがさらに好ましい。

[0065] これにより、貯蔵タンク１０内の温度をより効率よく低下させて、ボイルオフガスの発生をより効果的に抑制して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニ

アガスの漏洩をより効果的に抑制することができる。また、低温液体３の温度が－６０℃以上であると、内槽１１の構成材料として、入手が容易で比較的安価な低温用鋼を用いることができる。

[0066] 低温液体３は、貯蔵液化アンモニア２よりも低温の液体であれば、特に限定されないが、液体窒素又はサブクール状態の液化アンモニアであることが好ましく、サブクール状態の液化アンモニアであることがより好ましい。

これにより、貯蔵タンク１０内の温度をより好適に低下させることができるとともに、コストの観点からも有利である。

[0067] ここで、図４の状態図を参照して、サブクール状態について説明する。

貯蔵タンク１０内の液化アンモニアは、通常、図４中の黒丸で示す状態、すなわち、貯蔵タンク１０内の圧力での飽和温度の状態にあり、この場合、貯蔵タンク１０内の気相は、気化ガスで飽和している。このような状態にある液化アンモニアは、さらに冷却されることによって、黒丸の箇所から左側の白丸の箇所に移動して、サブクール状態となる。このようなサブクール状態にある液化アンモニアは、ボイルオフガスの発生が抑制された状態である。

[0068] 貯蔵液化アンモニア２のサブクール度、すなわち、貯蔵タンク１０内の圧力でのアンモニアの飽和温度と貯蔵液化アンモニア２の温度との差は、－２℃以上－１２℃以下であることが好ましい。言い換えると、サブクール状態の液化アンモニアの温度は、－４５℃以上－３５℃以下であることが好ましい。

これにより、上述した効果をより顕著なものとすることができる。

[0069] また、大気圧の飽和温度における液化アンモニアの蒸発潜熱は、１３７２ｋJ/ｋｇであり、液体窒素の蒸発潜熱は、２０４ｋJ/ｋｇである。

大気圧におけるアンモニアの飽和温度は、窒素の飽和温度である－１９６℃よりも高いが、一方で、液化アンモニアの蒸発潜熱は、液体窒素に比べて非常に大きい。言い換えると、液化アンモニアは、同じ質量の液体窒素を用いた場合に比べて、所定の熱量を吸収した際の温度上昇幅が非常に小さい。

そのため、低温液体３としてサブクール状態の液化アンモニアを用いることで、液体窒素を用いる場合よりも使用量を少なく抑えることが可能である。

[0070] 低温液体３としてサブクール状態の液化アンモニアを用いる場合、サブクール状態の液化アンモニアは、貯蔵タンク１０内部の貯蔵液化アンモニア２を一度取り出して冷却したものであってもよいし、別の貯蔵タンクから供給された液化アンモニアを冷却したものであってもよい。

[0071] 液化アンモニアを冷却する方法としては、液化アンモニアをサブクール状態まで冷却することのできる方法であれば特に限定されないが、例えば、ノンフロン冷媒の逆ブレイトンサイクルの冷凍機を用いた方法等が挙げられる。冷凍機は、例えば、－３３℃にある飽和状態の液化アンモニアを冷却することによって、－４５℃以上－３５℃以下とすることができる。

[0072] 低温液体３として、貯蔵タンク１０内の貯蔵液化アンモニア２を取り出して冷却してサブクール状態とした液化アンモニアを用いる場合、低温液体供給手段３０は、低温液体３の貯留部３１の代わりに、貯蔵タンク１０内の貯蔵液化アンモニア２を取り出すためのポンプと、取り出された液化アンモニアを冷却してサブクール状態とする冷凍機とを備えるものであってもよい。

[0073] 貯蔵タンク１０内において、低温液体３はいかなる部位に供給されるものであってもよいが、本実施形態では、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の液相中に供給している。

これにより、貯蔵タンク１０内部の液相自体の温度を直接的に低下させることができ、ボイルオフガスの発生をより効率よく抑制することができ、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をより効率よく抑制することができる。

[0074] また、液相中に、低温液体３からの冷熱を蓄えることが可能であり、ボイルオフガスの発生を、より長期間にわたって抑制できる。

例えば、貯蔵タンク１０の屋根部が破損し穴Ｈが開く事故が発生した場合、アンモニアガスが大量に漏出するまでの時間を稼ぐことができるので、その間に、事故が発生した貯蔵タンク１０内の貯蔵液化アンモニア２を、別の

貯蔵タンクに移送して、事故が発生した貯蔵タンク１０を空にすることで事故処理を完了させることができる。

[0075] 図３に示すように、低温液体３を貯蔵液化アンモニア２中に供給する場合、平面視で貯蔵タンク１０の中央部に供給することが好ましい。貯蔵液化アンモニア２は、矢印Ｃで示すように内部で対流が起きている。具体的には、貯蔵液化アンモニア２は、貯蔵タンク１０の周辺部で上昇して、周辺部から中央部に向かい、中央部で下降する、一連の流れが発生している。

[0076] そのため、低温液体３を、平面視で貯蔵タンク１０の中央部に供給することで、対流により低温液体３を貯蔵液化アンモニア２の全体に速やかに行き渡らせて、貯蔵液化アンモニア２の温度をさらに効率よく低下させることができ、ボイルオフガスの発生をさらに効率よく抑制することができる。これにより、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をさらに効率よく抑制することができる。

[0077] 貯蔵タンク１０内への低温液体３の供給量としては、目標とするボイルオフガスの発生量の削減率によって異なり、一般に、低温液体３の供給量が多いほど、貯蔵タンク１０内の温度を低下させる効果や、ボイルオフガスの発生を抑制する効果が、より顕著なものとなる。

[0078] 貯蔵タンク１０内に低温液体３を供給することで、自然入熱及び貯蔵タンク１０の開放に伴う増加入熱量の少なくとも一部を低温液体３の冷熱量により相殺することにより、貯蔵タンク１０の開放によって上昇した貯蔵タンク１０内の温度を低下させることができればよいが、貯蔵タンク１０が開放状態となる前の温度よりも低い温度となるようにすることが好ましい。

これにより、ボイルオフガスの発生をより効果的に抑制し、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をより効果的に抑制することができる。

[0079] なお、上述してきたように低温液体３を貯蔵タンク１０内に供給すると、貯蔵タンク１０内の温度が低下し、気相中に存在するアンモニアガスが凝縮する。これにより、貯蔵タンク１０内部の気相が負圧となり、開放箇所、例えば、屋根部に開いた穴Ｈから、大気が貯蔵タンク１０の気相中に入り込み

、大気と、気相中のアンモニアガスとが混合される。その結果、アンモニアガスの燃焼範囲となる可燃性の混合ガスが発生する可能性がある。また、大気が貯蔵タンク１０の気相中に入り込むことにより、毒性ガスのアンモニアの貯蔵タンク１０外部の大気への漏洩が防止される。

[0080] そのため、貯蔵タンク１０内部の気相中に不活性ガス４をさらに供給することが好ましい。

液化アンモニア貯蔵装置１において、不活性ガス供給手段４０から、貯蔵タンク１０内部の気相中に不活性ガス４を供給することで、アンモニアガスと大気との混合ガスを希釈して、可燃性の混合ガスの発生を抑止することができる。

さらに、貯蔵タンク１０内部の気相中に不活性ガス４を供給することで、気相が負圧になることを抑制して、大気の流入自体を抑制することもできる。

[0081] なお、貯蔵タンク１０内部の気相中に不活性ガス４を供給すると、通常、貯蔵タンク１０の開放箇所からは、初期の段階では、ボイルオフガスと不活性ガス４との混合ガスが大気中に放出される。その後、低温液体３の供給によって気化ガスの発生が抑制されるため、主として不活性ガスが大気中に放出されることとなる。

[0082] 不活性ガス４の供給量は、上記効果を得られる範囲であれば、特に限定されない。

例えば、貯蔵タンク１０内に低温液体３を供給することによるボイルオフガスの発生の抑制効果が大きいと、ボイルオフガスの発生量自体が少なく抑えられているので、アンモニアガスの燃焼範囲となる可燃性の混合ガスの発生の可能性も少なくなり、上記効果を得るために必要な不活性ガス４の量も少なくて済む。

[0083] 不活性ガス４としては、特に限定されないが、例えば、窒素ガス又は二酸化炭素ガス等を用いることができ、窒素ガスであることが好ましい。

これにより、可燃性の混合ガスの発生をより効果的に抑止することができ

るとともに、コストの観点からも有利である。

[0084] 不活性ガス４として窒素ガスを用いる場合、不活性ガス４の気相中への供給方法としては、窒素ガスをそのまま供給する方法や、貯蔵タンク１０内部の気相中に液体窒素を噴霧することにより、気相中に窒素ガスを供給する方法が挙げられる。

[0085] 液化アンモニア貯蔵装置１が複数の不活性ガス供給手段４０を有している場合、複数の不活性ガス供給手段４０から同時に不活性ガス４を供給してもよいし、これら複数の不活性ガス供給手段４０のうちの一部から不活性ガス４を供給してもよい。

[0086] ＜第２実施形態＞

次に、本発明の第２実施形態について説明する。

図５は、本発明の液化アンモニア貯蔵装置の第２実施形態を模式的に示す図である。図６は、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法の第２実施形態を説明するための図である。

なお、以下の説明では、前述した実施形態と異なる部分について主に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

[0087] 本実施形態では、低温液体供給手段３０から低温液体３を貯蔵タンク１０内部の気相中に供給するように構成されている。より具体的には、貯蔵液化アンモニア２が貯蔵された貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、低温液体供給手段３０は、貯蔵タンク１０内部の気相中に低温液体３を供給して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を抑制する。

[0088] すなわち、上述した第１実施形態では、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の液相中に供給していたのに対し、本実施形態では、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の気相中に供給する。

[0089] これにより、貯蔵タンク１０内部の気相の温度をより速やかに低下させることができ、気相中に存在するアンモニアガスを凝縮させることができる。その結果、ボイルオフガスの発生をより短時間で抑制できる。これにより、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をより効率よく抑制すること

ができる。また、貯蔵タンク１０内部の液相の温度が過剰に低くなることを効果的に抑止することができるため、内槽１１の構成材料として、入手が容易で比較的安価な低温用鋼を用いることができる。

[0090] 低温液体３を貯蔵タンク１０内部の気相中に供給する方法としては、例えば、低温液体３を気相中に噴霧する方法が挙げられる。

低温液体供給手段３０は、例えば、配管３２の先端部に、低温液体３を噴霧する、図示しない噴霧手段を有しており、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の気相中に向けて噴霧する。

[0091] 平面視したときに、ボイルオフガスは、貯蔵液化アンモニア２の液面全体から均一に発生するため、低温液体３の供給箇所、言い換えると、低温液体供給手段３０の配置箇所は、特に限定されないが、内槽１１の天井部分であることが好ましい。

[0092] これにより、貯蔵タンク１０内部の気相のより広い範囲に、より効率よく低温液体３を供給することができ、貯蔵タンク１０内部の気相の温度をより効率よく低下させ、ボイルオフガスの発生を、より効果的に抑制して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をより効果的に抑制することができる。

[0093] また、液化アンモニア貯蔵装置１は、複数の低温液体供給手段３０（すなわち、貯蔵タンク１０内部の気相への低温液体３の供給部）を有していることが好ましい。

これにより、貯蔵タンク１０内部の気相のさらに広い範囲に、さらに効率よく低温液体３を供給することができ、貯蔵タンク１０内部の気相の温度をさらに効率よく低下させて、ボイルオフガスの発生をさらに効果的に抑制して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩をさらに効果的に抑制することができる。

[0094] また、貯蔵タンク１０の開放箇所、例えば、屋根部が破損して穴Ｈが開いた場合、開放箇所である穴Ｈから近い箇所に配された低温液体供給手段３０から低温液体３を供給することで、開放箇所からの入熱を効果的に抑制する

ことができる。

[0095] これにより、貯蔵タンク１０内部の気相の温度上昇を効果的に抑制することができ、ボイルオフガスの発生を効果的に抑制して、貯蔵タンク１０外部へのアンモニアガスの漏洩を効果的に抑制することができる。

[0096] さらに、低温液体供給手段３０を複数配していることで、屋根部の破損時に、一部の低温液体供給手段３０が屋根部と共に破損した場合であっても、破損していない他の低温液体供給手段３０から低温液体３を供給することができる。

[0097] なお、本発明では、上述した第１実施形態と第２実施形態とを組み合わせて適用することもできる。言い換えると、液化アンモニア貯蔵装置１において、第１実施形態の低温液体供給手段３０を、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の液相中に供給するように配するとともに、第２実施形態の低温液体供給手段３０を、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の気相中に供給するように配してもよい。

[0098] そして、貯蔵タンク１０が開放された状態となった際に、第１実施形態の低温液体供給手段３０から、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の液相中に供給し、さらに、第２実施形態の低温液体供給手段３０から、低温液体３を貯蔵タンク１０内部の気相中に供給してもよい。

[0099] これにより、貯蔵タンク１０内部の液相の温度と気相の温度とを同時に低下させることで、貯蔵タンク１０内の温度をさらに効率よく低下させることができ、ボイルオフガスの発生をさらに効果的に抑制することができる。

[0100] 第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中に低温液体３を供給するタイミングと、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中に低温液体３を供給するタイミングは、同一であっても異なっていてもよい。より具体的には、例えば、第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中に低温液体３を供給した後に、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中に低温液体３を供給してもよいし、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中に低温液体３を供給した後に、第１実施形態の低温液体供給手段３０か

ら液相中に低温液体３を供給してもよい。また、第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中への低温液体３の供給と、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中への低温液体３の供給とを、繰り返し行ってもよい。

[0101] また、第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中に低温液体３を供給するタイミングと、不活性ガス供給手段４０から気相中に不活性ガス４を供給するタイミングは、同一であっても異なっていてもよい。より具体的には、例えば、第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中に低温液体３を供給した後に、不活性ガス供給手段４０から気相中に不活性ガス４を供給してもよいし、不活性ガス供給手段４０から気相中に不活性ガス４を供給した後に、第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中に低温液体３を供給してもよい。また、第１実施形態の低温液体供給手段３０から液相中への低温液体３の供給と、不活性ガス供給手段４０から気相中への不活性ガス４の供給とを、繰り返し行ってもよい。

[0102] また、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中に低温液体３を供給するタイミングと、不活性ガス供給手段４０から気相中に不活性ガス４を供給するタイミングは、同一であっても異なっていてもよい。より具体的には、例えば、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中に低温液体３を供給した後に、不活性ガス供給手段４０から気相中に不活性ガス４を供給してもよいし、不活性ガス供給手段４０から気相中に不活性ガス４を供給した後に、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中に低温液体３を供給してもよい。また、第２実施形態の低温液体供給手段３０から気相中への低温液体３の供給と、不活性ガス供給手段４０から気相中への不活性ガス４の供給とを、繰り返し行ってもよい。

[0103] 次に、貯蔵タンク１０のメンテナンス時におけるアンモニアガスの漏洩抑制方法について、説明する。

[0104] 上述した説明では、液化アンモニア貯蔵装置１において、貯蔵タンク１０の屋根部が破損することにより、貯蔵タンク１０が開放状態となった場合に、アンモニアガスの漏洩を抑制する方法について説明したが、本発明のアン

モニアガスの漏洩抑制方法は、貯蔵タンク１０のメンテナンス時に、貯蔵タンク１０が開放状態となった場合における、可燃性ガスかつ毒性ガスであるアンモニアガスの漏洩を抑制する方法についても適用することができる。

[0105] 図７は、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法の一例を説明するための図であり、より具体的には、タンクのメンテナンス時の、アンモニアガスの漏洩抑制方法を説明するための図である。

[0106] 液化アンモニアを貯蔵する貯蔵タンク１０には、液化アンモニアの貯蔵タンク１０への受け入れ、及び貯蔵液化アンモニア２の貯蔵タンク１０からの外部へ払い出しを行うためのポンプバレル２０が設けられている。

[0107] ポンプバレル２０は、屋根１５及び内槽１１の天井部分を貫通して貯蔵タンク１０内の底部まで鉛直に延びる配管状の構造物で下部には、フート弁２４が設けられ、内部にポンプ２２が設置される。

[0108] ポンプバレル２０の上端部のトップフランジ２３は、通常時には、図示しないヘッドプレートがボルト締結により固定されており、ポンプバレル２０の上端部とヘッドプレートの周囲が、図示しない飛散防止カバーで覆われている。ポンプバレル２０の下端部は、貯蔵液化アンモニア２中に配されており、フート弁２４が設けられている。

[0109] ポンプ２２が故障すると、液化アンモニアの消費サイドへの液化アンモニアの供給に重大な支障を来すため、所定の運転時間（例えば、８０００時間程度）稼働毎に、ポンプ２２の保守、点検を行う必要がある。ポンプ２２の保守、点検は、ポンプ２２を貯蔵タンク１０から取り出して行うため、貯蔵タンク１０の屋根１５上には、ポンプ２２を吊上げて貯蔵タンク１０から取り出すための、図示しないポンプ吊上げ装置が設けられている。

[0110] ポンプバレル２０内には、ポンプ２２に連結されたリフティングワイヤ２５が上端近くまで延設されており、ホイストやウインチ等の巻上げ装置によりリフティングワイヤ２５を巻き取ることで、ポンプ２２を吊り上げてポンプバレル２０の上端から取り出す。

[0111] このように、貯蔵タンク１０のメンテナンス時、具体的には、貯蔵液化ア

ンモニア２の払い出し用のポンプ２２を保守、点検のために貯蔵タンク１０から取り出す際、及び、保守、点検が終了したポンプ２２を貯蔵タンク１０内に戻す際には、ポンプバレル２０のトップフランジ２３を開放した状態で作業が行われるため、貯蔵タンク１０が開放された状態となる。

[0112] この場合にも、上述した、屋根部の破損により貯蔵タンク１０が開放された状態となった場合と同様に、低温液体３を貯蔵タンク１０内、言い換えると、ポンプバレル２０内に供給して、ポンプバレル２０内の温度を低下させることで、ポンプバレル２０内の貯蔵液化アンモニア２からの気化ガスの発生を抑制し、ポンプバレル２０の開放端からのアンモニアガスの漏洩を抑制することができる。

[0113] さらに、不活性ガス４をポンプバレル２０内に供給することで、ポンプバレル２０内に流入した大気と、ポンプバレル２０内のアンモニアガスとが混合されることによる、アンモニアガスの燃焼範囲となる可燃性の混合ガスの発生を抑止することができるとともに、作業環境の毒性ガスのアンモニア濃度を許容濃度以下に低下させることできる。

また、メンテナンス作業時の、作業者の安全性も確保することができる。

[0114] ポンプバレル２０内への低温液体３や不活性ガス４の供給方法や供給条件としては、上記で説明した供給方法や供給条件を、同様に適用することができる。

[0115] ［３］シミュレーション結果

次に、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法について行ったシミュレーションについて説明する。

シミュレーションは、事故によって貯蔵タンクの屋根部に穴が開いた場合を想定し、ボイルオフガスの発生量を抑制する条件について行った。

[0116] シミュレーションは、汚染物質の拡散の予測でよく用いられる、Ｓｕｔｔｏｎの式を用いて行った。

図８は、気体状汚染物質が拡散する様子を模式的に示す図である。

[0117] 図８に示すように、放出源から放出された気体状汚染物質は、ある速度及

び温度を有しているので、混合、拡散されながら上昇し、風下方向へ運ばれ、ある程度時間が経過すると地表へ到達する。その時の地表面における汚染物質濃度を「着地濃度」という。

[0118] 実際の着地濃度は、放出源からの距離に応じて変動し、ある距離において極大値をとる。この時の濃度が「最大着地濃度」である。そして、放出源から「最大着地濃度」が出現するまで距離が「最大着地濃度出現距離」である。

[0119] [数1]

Ｓｕｔｔｏｎの式：

$$C_{max} = \frac{2Q}{\pi e u He^2} \frac{C_z}{C_y}$$

[0120] 式中の符号について、以下に示す。

Ｃ：最大着地濃度［－］

Ｑ：流量［ｍ³／ｓ］（Ｎｏｒｍａｌ流量ではなく、Ａｃｔｕａｌ流量）

π：円周率

ｅ：自然対数の底

ｕ：風速［ｍ／ｓ］

Ｈｅ：大気放出口高さ［ｍ］

Ｃｚ：拡散係数

Ｃｙ：拡散係数

[0121] ［３－１］シミュレーションの前提条件

上述したような液化アンモニア貯蔵装置において、シミュレーションを行うための前提条件は、より厳しい条件とし、以下の通りにした。

タンク形式は、プレストレスト・コンクリート製防液提タンクとした。

タンク貯蔵能力は、４０，０００トン／基とした。この数値は、高温ガス

保安法の技術基準で建設可能な最大容量に近いものである。タンクの内槽の内径は、５３．５ｍ、液高さは、２６．７ｍ、プレストレスコンクリート製防液堤の高さは地表面から３３．０ｍとした。

設計ボイルオフガスの発生率は、０．０５％／日とした。この数値は、低温貯蔵タンクの標準設計値である。

屋根部の破損箇所の推定として、防液堤の高さの屋根部に直径１ｍの円形状の穴が開いたものとした。

事故時の増加ボイルオフガスの発生率は、０．０５％／日とした。この数値は、屋根部の破損による入熱の増加分として推定した。

事故時のボイルオフガス発生率は、０．１０％／日とした。この数値は、設計ボイルオフガスの発生率と、事故時の増加ボイルオフガスの発生率との合計である。

事故時の発生ボイルオフガス流量は、１．６７ｔ／時とした。

風速は、１ｍ／秒とした。この数値は、最大着地濃度が高くなる厳しい条件である。

拡散起点高さ、言い換えると、漏洩箇所は、防液提の高さである、地面から３３ｍの高さとした。この高さは、防液堤となる貯蔵タンク外槽側壁の高さであり、高さは低い方が厳しい条件となる。

[0122] ［３－２］ボイルオフガスの発生量の削減率、アンモニアガスの最大着地濃度及び最大着地濃度出現距離についての検討

まず、無対策の場合に対して、ボイルオフガスの発生量の削減率を、抑制例１では５０％、抑制例２では７５％、抑制例３では９０％と仮定して評価した。そして、無対策及び抑制例１～３について、ボイルオフガスの発生量、最大着地アンモニア濃度、最大着地濃度削減率、及び最大着地濃度出現距離を、それぞれ算出した。

[0123] ボイルオフガスの発生量は、通常時の自然入熱による発生量と、事故発生により増加した入熱による発生量との合計量である。

その結果を表１に示す。

[0124] [表1]

表　1

	無対策	抑制例1	抑制例2	抑制例3
ボイルオフガス削減率(%)	0	50	75	90%
ボイルオフガス発生量(Nm³/h)	2,162	1,061	540	216
ボイルオフガス発生量(m³/s)	0.44	0.22	0.11	0.04
最大着地アンモニア濃度(ppm)	95	47	24	9
最大着地濃度削減率(%)	0	50	75	90
最大着地濃度出現距離(m)	613	613	613	613

[0125] 表１から明らかなように、無対策及び抑制例１～３のいずれの場合も、最大着地濃度出現距離は同じ結果となった。また、本シミュレーションでは、いずれの場合も、ボイルオフガスの発生量の削減率と最大着地濃度削減率とは、基本的に一致した。

[0126] なお、日本産業衛生学会の「許容濃度等の勧告」では、アンモニアの許容濃度は２５ｐｐｍであり、この数値は、労働者が１日８時間作業した条件でも健康に悪影響を与えないとされる濃度である。

[0127] ボイルオフガスの発生量を７５％削減することで、アンモニアの最大着地濃度を許容濃度範囲内に抑えることができることがわかった。

[0128] ［３－３］ボイルオフガスの発生量の削減率と、低温液体の供給量についての検討

次に、抑制例１～３について、低温液体としてサブクール状態の液化アンモニアを用いる場合と、液体窒素を用いる場合とについて、それぞれの削減率を達成するために必要な、低温液体の供給量を算出した。

[0129] サブクール状態の液化アンモニアは、－３５℃に冷却された液化アンモニアとした。また、液体窒素の温度は、－１９６℃とした。

その結果を表２に示す。

[0130]

[表2]

表　2

	抑制例1	抑制例2	抑制例3
ﾎﾞｲﾙｵﾌｶﾞｽ削減率(%)	50	75	90
供給冷熱流量(MJ/h)	1,056	1,584	1,901
供給冷熱流量(kW)	293	440	528
ｻﾌﾞｸｰﾙ液化ｱﾝﾓﾆｱ 供給流量(kg/h)	827	1,241	1,489
液体窒素 供給流量(kg/h)	2,828	4,242	5,090

[0131] 表２から明らかなように、低温液体の供給量を増やすことで、ボイルオフガスの発生量をより確実に削減できることがわかる。

[0132] また、サブクール状態の液化アンモニアは、液体窒素に比較して蒸発潜熱が大きいため、低温液体としてサブクール状態の液化アンモニアを用いる場合、同じ削減率を達成するために必要な液化アンモニアの供給量は、低温液体として液体窒素を用いた場合のおよそ３分の１で済むことがわかる。

[0133] ［３－４］ボイルオフガスの発生量の削減率と、不活性ガスの供給量についての検討

抑制例１～３において、低温液体に加えて、可燃性ガスの発生を抑止するために、さらに、不活性ガスとして窒素ガスを供給する場合の、必要な供給流量について算出した。

[0134] ここでは、可燃性ガスの発生を抑止するために必要な不活性ガスの供給流量は、ボイルオフガスの発生流量と同じと仮定した。

その結果を表３に示す。

[0135]

[表3]

表　3

	抑制例1	抑制例2	抑制例3
ボイルオフガス削減率(%)	50	75	90
供給冷熱流量(MJ/h)	1,056	1,584	1,901
供給冷熱流量(kW)	293	440	528
窒素ガス供給流量(Nm^3/h)	1,081	540	216
窒素ガス供給流量(kg/h)	1,352	676	270

[0136] 表３から明らかなように、低温液体によるボイルオフガスの発生量の削減率に応じて、ボイルオフガスの発生量が異なるため、可燃性の混合ガスの発生を抑止するために必要な窒素ガスの量が異なる。

[0137] 低温液体によるボイルオフガスの発生量の削減率が大きいと、ボイルオフガスの発生量自体も少なく抑えられているので、必要な不活性ガスの量も少なくて済むことがわかる。

[0138] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。

[0139] 例えば、液化アンモニア貯蔵装置は、前述した貯蔵タンク、低温液体供給手段、不活性ガス供給手段以外の構成を有するものであってもよい。

[0140] また、例えば、アンモニアガスの漏洩抑制方法は、前述した低温液体を供給する工程、不活性ガスを供給する工程以外の工程を有するものであってもよい。

[0141] また、例えば、前述したような不慮の事故により屋根部に穴が開いた場合や、貯蔵タンクのメンテナンスによる場合以外の要因によって、「貯蔵タンクが開放された状態」となった際にも、本発明のアンモニアガスの漏洩抑制方法を適用することができる。

符号の説明

[0142] １　：液化アンモニア貯蔵装置

２　：貯蔵液化アンモニア

３　：低温液体
４　：不活性ガス
１０　：貯蔵タンク
１１　：内槽
１２　：外槽
１３　：底板
１４　：側壁
１５　：屋根
１６　：断熱材
２０　：ポンプバレル
２２　：ポンプ
２３　：トップフランジ
２４　：フート弁
２５　：リフティングワイヤ
３０　：低温液体供給手段
３１　：貯留部
３２　：配管
３３　：調整弁
４０　：不活性ガス供給手段
４１　：貯留部
４２　：配管
４３　：調整弁
Ｔ　：高さ
Ｈ　：穴
Ｃ　：矢印（対流）

請求の範囲

[請求項1] 液化アンモニアを貯蔵する貯蔵タンクが開放された状態において、前記貯蔵タンクに貯蔵されている貯蔵液化アンモニアよりも温度の低い液体である低温液体を、前記貯蔵タンク内に供給することを特徴とする、アンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項2] 前記低温液体の温度が－１９６℃以上－３５℃以下である、請求項１に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項3] 前記低温液体が、液体窒素又はサブクール状態の液化アンモニアである、請求項１又は２に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項4] 前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の液相中に供給する、請求項１ないし３のいずれか１項に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項5] 前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の気相中に供給する、請求項１ないし４のいずれか１項に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項6] 前記貯蔵タンク内部の気相中に不活性ガスをさらに供給する、請求項１ないし５のいずれか１項に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項7] 前記不活性ガスは、窒素ガス又は二酸化炭素ガスである、請求項６に記載のアンモニアガスの漏洩抑制方法。

[請求項8] 液化アンモニアが貯蔵される貯蔵タンクと、

前記貯蔵タンクに貯蔵されている貯蔵液化アンモニアよりも温度の低い液体である低温液体を前記貯蔵タンク内に供給する低温液体供給手段と、を備え、

前記貯蔵液化アンモニアが貯蔵された前記貯蔵タンクが開放された状態となった際に、前記低温液体供給手段は、前記貯蔵タンク内に前記低温液体を供給することを特徴とする、液化アンモニア貯蔵装置。

[請求項9] 前記低温液体供給手段は、前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の液相中に供給するように配されている、請求項８に記載の液化アンモニア貯蔵装置。

[請求項10] 前記低温液体供給手段は、前記低温液体を前記貯蔵タンク内部の気相中に供給するように配されている、請求項８又は９に記載の液化アンモニア貯蔵装置。

[請求項11] 前記貯蔵タンク内部の気相中に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段をさらに備えている、請求項８ないし１０のいずれか１項に記載の液化アンモニア貯蔵装置。

[請求項12] 前記アンモニア貯蔵装置は、複数の前記不活性ガス供給手段を有している請求項１１に記載の液化アンモニア貯蔵装置。