

明 細 書

発明の名称： アンモニアを使用するシステム

技術分野

[0001] 本開示は、アンモニアを使用するシステムに関する。本出願は2022年3月25日に提出された日本特許出願第2022-49707号に基づく優先権の利益を主張するものであり、その内容は本出願に援用される。

背景技術

[0002] アンモニアは、様々なシステムで使用される。例えば、特許文献1は、アンモニアを燃料として使用するボイラを含む発電設備を開示する。この発電設備では、タンクに収容された液体アンモニアは、ポンプによって加圧される。加圧された液体アンモニアは、気化器において加熱され、気化される。気体アンモニアは、ボイラに供給され燃焼される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-203637号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、上記のようなシステムを停止する場合、配管に残留する加圧や加熱されたアンモニアは、リークを防止するために配管からパージされる場合がある。しかしながら、このようなシステムでは、加圧や加熱されたアンモニアをタンクに直接的に戻すことは、タンク内の圧力の上昇や温度上昇に繋がる。したがって、アンモニアをパージする場合、アンモニアは減圧される必要がある。また、アンモニアは毒性を有するため、そのまま大気へ開放することはできない。したがって、例えば、パージされたアンモニアは、水に溶解またはフレアスタックにおいて燃焼されて廃棄される場合がある。しかしながら、アンモニアを廃棄することは、経済的ロスを生じる。

[0005] 本開示は、廃棄されるアンモニアを減らすことができる、アンモニアを使

用するシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本開示の一態様に係るシステムは、液体アンモニアを貯蔵するタンクと、タンクと流体連通し、液体アンモニアまたは気体アンモニアを加圧する加圧器と、加圧器によって加圧されたアンモニアを減圧する減圧弁と、減圧によって発生する気体アンモニアと液体アンモニアとを分離する気液分離槽と、気液分離槽からの気体アンモニアを処分するアンモニア処分装置と、気液分離槽からの液体アンモニアをタンクに戻すリターンラインと、を備える。
- [0007] システムは、リターンラインに設けられるポンプであって、気液分離槽から液体アンモニアを吸引して、液体アンモニアをタンクに送る、ポンプを備えてもよい。
- [0008] システムは、加圧器と減圧弁との間に設けられ、加圧器によって加圧されたアンモニアを、気液分離槽からの気体アンモニアによって冷却する熱交換器を備えてもよい。
- [0009] 加圧器から減圧弁に送られるアンモニアは、液体アンモニアであってもよい。
- [0010] 加圧器から減圧弁に送られるアンモニアは、気体アンモニアであってもよい。
- [0011] アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含んでもよい。

発明の効果

- [0012] 本開示によれば、廃棄されるアンモニアを減らすことができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図1は、第1実施形態に係るシステムを示す概略図である。
[図2]図2は、第2実施形態に係るシステムを示す概略図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の実施形態について詳細に説明す

る。かかる実施形態に示す具体的な寸法、材料および数値等は、理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本開示を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本開示に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0015] 図1は、第1実施形態に係るシステム100を示す概略図である。例えば、システム100は、タンク1と、加圧器2と、ガスタービン3と、気液分離槽4と、水除害槽5と、フレアスタック6と、ポンプ7と、制御装置90と、を備える。システム100は、他の構成要素をさらに備えてもよい。また、システム100は、上記の構成要素のうちの1つまたは複数を備えてなくともよい。

[0016] システム100は、タンク1に貯蔵されるアンモニアを様々な目的で使用し得る。本実施形態では、システム100は、ガスタービン3の燃焼器31で燃焼される燃料としてアンモニアを使用する。他の実施形態では、システム100は、アンモニアを燃焼させるボイラと、ボイラで発生した蒸気によって運転される蒸気タービンと、を備えてもよい。さらに他の実施形態では、システム100は、アンモニアを原料として製品を製造するプラントであってもよい。システム100は、これらに限定されず、アンモニアを使用する様々な設備を含むことができる。

[0017] タンク1は、アンモニアを貯蔵する。具体的には、タンク1は、液体のアンモニアを貯蔵する。タンク1は、配管P1によって加圧器2に接続される。タンク1に貯蔵される液体アンモニアは、配管P1を介して加圧器2に供給される。

[0018] 加圧器2は、タンク1からのアンモニアを加圧する。加圧器2は、加圧されたアンモニアを、ガスタービン3へと供給する。本実施形態では、アンモニアは、ガスタービン3に液体状態で供給される。この場合、例えば、加圧器2は、ポンプであってもよい。他の実施形態では、システム100は、配管P1に気化器を備えてもよく、アンモニアは、ガスタービン3に気体状態

で供給されてもよい。加圧器 2 が気体アンモニアを加圧する場合には、例えば、加圧器 2 は、コンプレッサであってもよい。

[0019] 配管 P 1 から、配管 P 2 が分岐される。配管 P 2 は、タンク 1 に接続される。配管 P 2 は、加圧器 2 を通過したアンモニアをタンク 1 に戻すことができる。

[0020] 配管 P 2 には、バルブ V 1 が設けられる。バルブ V 1 は、制御装置 9 0 と有線または無線で通信可能に接続されてもよく、制御装置 9 0 によって制御されてもよい。制御装置 9 0 は、バルブ V 1 の開度を制御することによって、加圧器 2 下流の配管 P 1 および配管 P 2 内の圧力を調整する。

[0021] 例えば、配管 P 1 は、配管 P 2 の分岐点よりも下流側において、ガスタービン 3 に接続される配管 P 3 と、気液分離槽 4 に接続される配管 P 4 と、に分岐される。他の実施形態では、例えば、配管 P 1 は、配管 P 2 の分岐点よりも上流側において、配管 P 3 と配管 P 4 とに分岐されてもよく、配管 P 2 は、配管 P 3 または配管 P 4 から分岐されてもよい。

[0022] 配管 P 3 には、バルブ V 2 が設けられる。バルブ V 2 は、制御装置 9 0 と有線または無線で通信可能に接続されてもよく、制御装置 9 0 によって制御されてもよい。制御装置 9 0 は、バルブ V 2 の開度を制御することによって、ガスタービン 3 に供給されるアンモニアの量を調整する。

[0023] ガスタービン 3 は、燃焼器 3 1 と、タービン 3 2 と、を含む。燃焼器 3 1 は、タンク 1 から供給されるアンモニアを燃焼する。燃焼器 3 1 で発生した排ガスはタービン 3 2 に供給され、発電等の運転に使用される。

[0024] 配管 P 4 には、減圧弁 V d が設けられる。減圧弁 V d は、制御装置 9 0 と有線または無線で通信可能に接続されてもよく、制御装置 9 0 によって制御されてもよい。例えば、制御装置 9 0 は、アンモニアを廃棄する必要がある場合には、減圧弁 V d を閉じてもよく、アンモニアを廃棄する必要がある場合、例えば、システム 1 0 0 を停止して配管 P 1 からアンモニアをパージする場合には、減圧弁 V d を開いてもよい。減圧弁 V d の 1 次側（高圧側）は、加圧器 2 と流体連通し、2 次側（低圧側）は、気液分離槽 4 と流体連通す

る。したがって、減圧弁V dが開かれる場合、加圧器2によって加圧されたアンモニアは、減圧弁V dを通過する際に減圧される。

[0025] 液体アンモニアが減圧弁V dを通過する場合、液体アンモニアの一部は、減圧によるフラッシュ蒸発によって気化する。したがって、減圧弁V dから気液分離槽4には、液体アンモニアおよび気体アンモニアが送られる。気液分離槽4に送られたアンモニアは、液体アンモニアと、気体アンモニアとに分離される。液体アンモニアは、気液分離槽4の下部に溜まり、気体アンモニアは、気液分離槽4の上部に溜まる。

[0026] 気体アンモニアが減圧弁V dを通過する場合、気体アンモニアの一部は、減圧による断熱膨張によって冷却され、液体アンモニアへと凝縮する。したがって、この場合にも、減圧弁V dから気液分離槽4には、液体アンモニアおよび気体アンモニアが送られる。気液分離槽4に送られたアンモニアは、液体アンモニアと、気体アンモニアとに分離される。液体アンモニアは、気液分離槽4の下部に溜まり、気体アンモニアは、気液分離槽4の上部に溜まる。

[0027] 気液分離槽4は、配管（リターンライン）P 5によって、タンク1に接続される。配管P 5には、ポンプ7が設けられる。ポンプ7は、気液分離槽4に溜まった液体アンモニアを吸引して、液体アンモニアをタンク1に戻す。また、ポンプ7による吸引によって、気液分離槽4は減圧される。また、水除害槽5および後述するバルブV 3が開かれる状態のフレアスタック6は大気圧を有するので、ポンプ7による吸引が無くても、気液分離槽4は減圧され得る。したがって、気液分離槽4に溜まった気体アンモニアの一部が、液体アンモニアへと凝縮され得る。したがって、気液分離槽4に溜まる液体アンモニアの量、すなわち、タンク1に戻される液体アンモニアの量を増加することができる。

[0028] 気液分離槽4は、配管P 6によって、水除害槽5に接続される。気液分離槽4中の気体アンモニアは、配管P 6によって水除害槽5に送られる。配管P 6には、逆止弁V cが設けられる。逆止弁V cは、水除害槽5中の流体が

気液分離槽４に逆流することを防止する。

[0029] 水除害槽５では、気体アンモニアが水に溶解される。例えば、アンモニアを吸収した水は、廃棄されてもよい。

[0030] 気液分離槽４は、配管Ｐ７によって、フレアスタック６に接続される。気液分離槽４中の気体アンモニアは、配管Ｐ７によってフレアスタック６に送られる。配管Ｐ７には、バルブＶ３が設けられる。バルブＶ３は、制御装置９０と有線または無線で通信可能に接続されてもよく、制御装置９０によって制御されてもよい。制御装置９０は、バルブＶ３の開度を制御することによって、フレアスタック６に供給されるアンモニアの量を調整する。

[0031] フレアスタック６では、気体アンモニアが燃焼される。アンモニアは燃焼性が悪いため、フレアスタック６は、種火のために燃焼性の良い他の燃料をさらに使用してもよい。例えば、制御装置９０は、気液分離槽４中の気体アンモニアを水除害槽５で処分できる場合には、バルブＶ３を閉じてもよく、気液分離槽４中の気体アンモニアを水除害槽５で処分できない場合、例えば、水除害槽５がアンモニアを吸収した水で満杯になった場合には、バルブＶ４を空けて気液分離槽４中の気体アンモニアをフレアスタック６に送ってもよい。

[0032] 上記のように、本実施形態では、システム１００は、気液分離槽からの気体アンモニアを処分するアンモニア処分装置として、水除害槽５およびフレアスタック６を備える。

[0033] 制御装置９０は、システム１００の全体または一部を制御する。制御装置９０は、例えば、プロセッサ９０ａ、記憶装置９０ｂおよびコネクタ９０ｃ等の構成要素を含み、これらの構成要素はバスを介して互いに接続される。例えば、プロセッサ９０ａは、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等を含む。例えば、記憶装置９０ｂは、ハードディスク、プログラム等が格納されるＲＯＭ、および、ワークエリアとしてのＲＡＭ等を含む。制御装置９０は、コネクタ９０ｃを介してシステム１００の各構成要素と有線または無線で通信可能に接続される。例えば、制御装置９０は、液晶ディスプレイまたは

タッチパネル等の表示装置、および、キーボード、ボタンまたはタッチパネル等の入力装置等、他の構成要素を更に含んでもよい。例えば、上記の制御装置90の動作は、記憶装置90bに記憶されるプログラムをプロセッサ90aに実行することによって、実現されてもよい。

[0034] 以上のようなシステム100は、液体アンモニアを貯蔵するタンク1と、タンク1と流体連通し、液体アンモニアまたは気体アンモニアを加圧する加圧器2と、加圧器2によって加圧されたアンモニアを減圧する減圧弁Vdと、減圧によって発生する気体アンモニアと液体アンモニアとを分離する気液分離槽4と、気液分離槽4からの気体アンモニアを処分する水除害槽5およびフレアスタック6と、気液分離槽4からの液体アンモニアをタンク1に戻すリターンラインP5と、を備える。このような構成によれば、加圧器2によって加圧された液体アンモニアが減圧弁Vdを通過する場合、液体アンモニアの一部は、減圧によるフラッシュ蒸発によって気化する。続いて、液体アンモニアおよび気体アンモニアは、気液分離槽4において互いに分離される。したがって、加圧器2によって加圧された液体アンモニアの一部を、減圧した状態でタンク1に戻すことが可能である。また、加圧器2によって加圧された気体アンモニアが減圧弁Vdを通過する場合、気体アンモニアの一部は、減圧による断熱膨張によって冷却され、液体アンモニアへと凝集する。続いて、液体アンモニアおよび気体アンモニアは、気液分離槽4において互いに分離される。したがって、この場合にも、加圧器2によって加圧された気体アンモニアの一部を、減圧液化した状態でタンク1に戻すことが可能である。よって、以上のような構成によれば、廃棄されるアンモニアを減らすことができる。

[0035] また、システム100は、リターンラインP5に設けられるポンプ7であって、気液分離槽4から液体アンモニアを吸引して、液体アンモニアをタンク1に送る、ポンプ7を備える。このような構成によれば、ポンプ7による吸引によって、気液分離槽4は減圧される。したがって、気液分離槽4に溜まった気体アンモニアの一部が、液体アンモニアへと凝縮されることを促進

することができる。したがって、タンク 1 に戻される液体アンモニアの量を増加することができる。

[0036] また、システム 100 では、加圧器 2 から減圧弁 V d に送られるアンモニアは、液体アンモニアであってもよく、または、気体アンモニアであってもよい。いずれの場合であっても、加圧器 2 によって加圧されたアンモニアの一部を減圧した状態でタンク 1 に戻すことが可能であり、廃棄されるアンモニアを減らすことができる。

[0037] また、システム 100 では、アンモニア処分装置は、水除害槽 5 またはフレアスタック 6 を含む。例えば、他の実施形態では、アンモニア処分装置は、水除害槽 5 またはフレアスタック 6 の少なくとも一方を含んでもよい。アンモニア処分装置はこれらに限定されず、気体アンモニアを処分可能な他の装置であってもよい。

[0038] 続いて、他の実施形態に係るシステムについて説明する。

[0039] 図 2 は、第 2 実施形態に係るシステム 100 A を示す概略図である。システム 100 A は、熱交換器 8 を備える点で、上記の第 1 実施形態に係るシステム 100 と異なる。システム 100 A は、その他の点については、第 1 実施形態に係るシステム 100 と同じであってもよい。

[0040] 熱交換器 8 は、配管 P 6 において、気液分離槽 4 と水除害槽 5 との間に配置される。他の実施形態では、熱交換器 8 は、配管 P 6 に代えて、配管 P 7 において、気液分離槽 4 とフレアスタック 6 との間に配置されてもよい。また、熱交換器 8 は、配管 P 1 において、加圧器 2 と減圧弁 V d との間に配置される。他の実施形態では、熱交換器 8 は、配管 P 1 に代えて、配管 P 4 において、加圧器 2 と減圧弁 V d との間に配置されてもよい。熱交換器 8 では、気液分離槽 4 からの気体アンモニアによって、加圧器 2 によって加圧されたアンモニアが冷却される。このような構成によれば、減圧弁 V d における減圧によって、より多くの液体アンモニアが得られる。

[0041] 上記のようなシステム 100 A は、第 1 実施形態に係るシステム 100 と同様な効果を奏する。特に、システム 100 A は、加圧器 2 と減圧弁 V d と

の間に設けられ、加圧器 2 によって加圧されたアンモニアを、気液分離槽 4 からの気体アンモニアによって冷却する熱交換器 8 を備える。このような構成によれば、減圧弁 V d における減圧によって、より多くの液体アンモニアが得られる。したがって、タンク 1 に戻される液体アンモニアの量を増加することができる。

[0042] 以上、添付図面を参照しながら実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0043] 例えば、上記の実施形態では、システム 100、100A は、ポンプ 7 を備える。他の実施形態では、システムは、ポンプ 7 を備えなくてもよい。この場合、例えば、気液分離槽 4 の内圧が、タンク 1 の内圧よりも高くなるように、減圧弁 V d が制御されてもよい。気液分離槽 4 とタンク 1 との間の差圧によって、気液分離槽 4 からタンク 1 に液体アンモニアが流れる。この場合、気液分離槽 4 からの液体アンモニアの一部がタンク 1 内で気化する可能性があるので、システムは、タンク 1 に接続される B O G (Boil Off Gas) コンプレッサをさらに備えてもよい。B O G コンプレッサによって、気化したアンモニアを液体アンモニアに戻すことができる。また、例えば、気液分離槽 4 の内圧が、タンク 1 の内圧よりも高くなるように、気液分離槽 4 を高い位置に配置してもよい。

[0044] 本開示は、C O₂ 放出の削減につながるアンモニアの使用を促進することができるので、例えば、持続可能な開発目標 (S D G s) の目標 7 「手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」に貢献することができる。

符号の説明

[0045] 1 タンク
 2 加圧器
 4 気液分離槽

4 A	気液分離槽
5	水除害槽（アンモニア処分装置）
6	フレアスタック（アンモニア処分装置）
7	ポンプ
8	熱交換器
4 1	第1チャンバ
4 2	第2チャンバ
1 0 0	システム
1 0 0 A	システム
P 5	配管（リターンライン）
V d	減圧弁

請求の範囲

- [請求項1] 液体アンモニアを貯蔵するタンクと、
 前記タンクと流体連通し、液体アンモニアまたは気体アンモニアを加圧する加圧器と、
 前記加圧器によって加圧されたアンモニアを減圧する減圧弁と、
 前記減圧によって発生する気体アンモニアと液体アンモニアとを分離する気液分離槽と、
 前記気液分離槽からの気体アンモニアを処分するアンモニア処分装置と、
 前記気液分離槽からの液体アンモニアを前記タンクに戻すリターンラインと、
 を備える、アンモニアを使用するシステム。
- [請求項2] 前記リターンラインに設けられるポンプであって、前記気液分離槽から液体アンモニアを吸引して、液体アンモニアを前記タンクに送る、ポンプを備える、請求項1に記載のシステム。
- [請求項3] 前記加圧器と前記減圧弁との間に設けられ、前記加圧器によって加圧されたアンモニアを、前記気液分離槽からの気体アンモニアによって冷却する熱交換器を備える、請求項1または2に記載のシステム。
- [請求項4] 前記加圧器から前記減圧弁に送られるアンモニアは、液体アンモニアである、請求項1または2に記載のシステム。
- [請求項5] 前記加圧器から前記減圧弁に送られるアンモニアは、液体アンモニアである、請求項3に記載のシステム。
- [請求項6] 前記加圧器から前記減圧弁に送られるアンモニアは、気体アンモニアである、請求項1または2に記載のシステム。
- [請求項7] 前記加圧器から前記減圧弁に送られるアンモニアは、気体アンモニアである、請求項3に記載のシステム。
- [請求項8] 前記アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含む、請求項1または2に記載のシステム。

- [請求項9] 前記アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含む、請求項3に記載のシステム。
- [請求項10] 前記アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含む、請求項4に記載のシステム。
- [請求項11] 前記アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含む、請求項5に記載のシステム。
- [請求項12] 前記アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含む、請求項6に記載のシステム。
- [請求項13] 前記アンモニア処分装置は、水除害槽またはフレアスタックの少なくとも一方を含む、請求項7に記載のシステム。