

明 細 書

発明の名称： ガスタービンシステム

技術分野

[0001] 本開示は、ガスタービンシステムに関する。本出願は2022年3月7日に提出された日本特許出願第2022-034697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] 燃焼器で燃料を燃焼させることによって動力を得るガスタービンシステムが利用されている。ガスタービンシステムとして、例えば、特許文献1に開示されているように、アンモニアを燃料として用いるものがある。アンモニアを燃料として用いることによって、二酸化炭素の排出が抑制される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-191507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 大規模なガスタービンシステムでは大量の燃料が消費される。このため、アンモニアを燃料として用いる場合、アンモニアを大量に貯蔵しておく必要がある。アンモニアは-33℃程度の低温液とすると蒸気圧がほぼ大気圧となる。ゆえに、アンモニアをタンクに貯蔵した場合にタンクにかかる内圧が低減され、タンク強度および構造上の問題が発生しにくくなる。一方で、低温のアンモニア液をガスタービンの燃料として直接燃焼器に供給した場合、アンモニア液の温度を上げて気化させるための熱量が、アンモニアの燃焼熱から賄われることになり、ガスタービンシステムの効率が下がるという課題がある。

[0005] 本開示の目的は、ガスタービンシステムの効率を向上させることが可能なガスタービンシステムを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するために、本開示のガスタービンシステムは、アンモニアが液体の状態で貯蔵されるアンモニアタンクと、アンモニアタンクと接続され、アンモニアが液体の状態で供給される燃焼器と、燃焼器と接続される排気流路と、排気流路に設けられるボイラと、排気流路のうちボイラより下流側に配置され、アンモニアタンクと燃焼器とを接続するアンモニア流路が通過する熱交換器と、を備える。
- [0007] 熱交換器において、排気流路とアンモニア流路との間に熱媒体流路が介在してもよい。
- [0008] 熱交換器は、第1熱交換器と、排気流路のうち第1熱交換器より下流側に配置される第2熱交換器とを含み、アンモニア流路には、アンモニアが通過する熱交換器が互いに異なる複数の状態の間でアンモニアの経路を切り替える切替機構が設けられてもよい。
- [0009] 切替機構は、アンモニア流路におけるアンモニアの状態に基づいて、アンモニアの経路を切り替えてもよい。

発明の効果

- [0010] 本開示によれば、ガスタービンシステムの効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図1は、本開示の実施形態に係るガスタービンシステムの構成を示す模式図である。
- [図2]図2は、第1の変形例に係るガスタービンシステムの構成を示す模式図である。
- [図3]図3は、第2の変形例に係るガスタービンシステムの構成を示す模式図である。
- [図4]図4は、第3の変形例に係るガスタービンシステムの構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 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説明する。実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、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。
- [0013] 図1は、本実施形態に係るガスタービンシステム1の構成を示す模式図である。図1に示すように、ガスタービンシステム1は、圧縮機11aと、タービン11bと、燃焼器12と、アンモニアタンク13と、ボイラ14と、排気塔15と、熱交換器16と、ポンプ17と、流量制御弁18とを備える。
- [0014] 圧縮機11aおよびタービン11bは、一体として回転する。圧縮機11aとタービン11bとは、シャフトによって互いに連結されている。
- [0015] 圧縮機11aは、燃焼器12と接続される吸気流路101に設けられている。吸気流路101には、燃焼器12に供給される空気が流通する。吸気流路101の上流側の端部には、空気が外部から取り込まれる不図示の吸気口が設けられる。吸気口から取り込まれた空気は、圧縮機11aを通過して、燃焼器12に送られる。圧縮機11aは、空気を圧縮して下流側に吐出する。
- [0016] タービン11bは、燃焼器12と接続される排気流路102に設けられている。排気流路102には、燃焼器12から排出された排気ガスが流通する。燃焼器12から排出された排気ガスは、タービン11bを通過して、排気流路102のうちタービン11bより下流側に送られる。タービン11bは、排気ガスによって回されることによって、回転動力を生成する。
- [0017] 圧縮機11aには、図示しない発電機が接続されている。タービン11bから圧縮機11aに伝達された回転動力は、発電機による発電に利用される。

- [0018] 燃焼器 1 2 には、圧縮機 1 1 a により圧縮された空気が吸気流路 1 0 1 から供給されるとともに、アンモニアが液体の状態であるアンモニアタンク 1 3 から燃料として供給される。燃焼器 1 2 では、アンモニアを燃料として用いて燃焼が行われる。燃焼器 1 2 で生じた排気ガスは、排気流路 1 0 2 に排出される。
- [0019] アンモニアタンク 1 3 には、アンモニアが液体の状態であるアンモニアタンク 1 3 には、例えば、大気圧、かつ、 -33°C で、アンモニアが液体の状態に維持されている。このように、アンモニアを低温の液体にした状態でアンモニアタンク 1 3 に貯蔵することによって、アンモニアタンク 1 3 内の蒸気圧が抑制され、タンクの強度および構造上の問題発生が抑制される。
- [0020] アンモニアタンク 1 3 は、アンモニア流路 1 0 3 を介して燃焼器 1 2 と接続される。アンモニア流路 1 0 3 には、アンモニアが流通する。アンモニアタンク 1 3 からアンモニア流路 1 0 3 を介して燃焼器 1 2 にアンモニアが供給される。アンモニア流路 1 0 3 の詳細については後述する。
- [0021] 排気流路 1 0 2 のうちタービン 1 1 b より下流側には、ボイラ 1 4 が設けられる。ボイラ 1 4 には、水が流通する流路 1 0 4 が設けられている。流路 1 0 4 を流通する水は、排気流路 1 0 2 を流通する排気ガスによって加熱され、気化して気体（つまり、水蒸気）になる。ボイラ 1 4 の流路 1 0 4 は、図示しない蒸気タービンと接続されている。ボイラ 1 4 で発生した水蒸気は、蒸気タービンに送られる。そして、水蒸気によって蒸気タービンが回され、回転動力が生成される。蒸気タービンにより生成された回転動力は、発電に利用される。
- [0022] 排気流路 1 0 2 は、ボイラ 1 4 より下流側において、排気塔 1 5 と接続される。燃焼器 1 2 から排出された排気ガスは、タービン 1 1 b およびボイラ 1 4 を通過して、排気塔 1 5 に送られ、排気塔 1 5 から排出される。
- [0023] 排気流路 1 0 2 のうちボイラ 1 4 より下流側には、熱交換器 1 6 が配置される。アンモニア流路 1 0 3 は、熱交換器 1 6 を通過する。アンモニア流路

103のうち熱交換器16とアンモニアタンク13との間には、ポンプ17が設けられる。ポンプ17は、アンモニアタンク13から供給されるアンモニアを加圧して下流側に送出する。ポンプ17により送出されたアンモニアは、熱交換器16に送られる。

[0024] 熱交換器16では、排気流路102を流通する排気ガスと、アンモニア流路103を流通するアンモニアとの間で熱交換が行われる。排気流路102を流通する排気ガスの温度は、アンモニア流路103を流通するアンモニアの温度よりも高い。ゆえに、熱交換器16では、排気流路102を流通する排気ガスによって、アンモニア流路103を流通するアンモニアが加熱される。具体的には、熱交換器16において、アンモニアは、気化しない程度に加熱される。ゆえに、アンモニアは、液体の状態で燃焼器12に供給される。

[0025] アンモニア流路103のうち熱交換器16と燃焼器12との間には、流量制御弁18が設けられる。流量制御弁18は、アンモニア流路103を通り燃焼器12に送られる液体のアンモニアの流量を調整する。具体的には、流量制御弁18の開度が調整されることによって、燃焼器12へのアンモニアの供給量が調整される。

[0026] 以上説明したように、ガスタービンシステム1では、アンモニアタンク13と燃焼器12とを接続するアンモニア流路103が通過する熱交換器16が、排気流路102のうちボイラ14より下流側に配置される。それにより、熱交換器16において、燃焼器12に供給されるアンモニアを、ボイラ14を通過した排気ガスの熱を利用して加熱できる。ゆえに、アンモニアを燃焼させるために必要なエネルギーの一部を排気ガスの熱で賄うことができる。よって、ガスタービンシステム1の効率を向上させることができる。

[0027] さらに、ガスタービンシステム1では、熱交換器16において、アンモニアが気化しない程度に加熱される。つまり、熱交換器16において、排気ガスの熱はアンモニアの顕熱として利用される。ゆえに、アンモニアタンク13に液体の状態で貯蔵されているアンモニアが、アンモニア流路103にお

いて気化することなく、液体の状態で燃焼器 12 に供給される。仮に、アンモニア流路 103 においてアンモニアを気化させた場合、気化したアンモニアの圧力変動の抑制、および、再凝縮の防止のために追加の設備および複雑な制御が必要となる。また、気体のアンモニアを流通させる配管を大型化する必要も生じる。一方、ガスタービンシステム 1 では、アンモニア流路 103 においてアンモニアが気化しないので、これらの問題も発生しない。

[0028] 詳細には、ガスタービンシステム 1 の効率を効果的に向上させる観点では、上記の例のように、アンモニア流路 103 のうち熱交換器 16 とアンモニアタンク 13 との間に、アンモニアを加圧するポンプ 17 が設けられることが好ましい。それにより、アンモニアタンク 13 に貯蔵されているアンモニアが、ポンプ 17 によって加圧された後に、熱交換器 16 に送られる。ゆえに、熱交換器 16 を通過するアンモニアの沸点が上昇する。よって、熱交換器 16 を通過するアンモニアが気化しない範囲内で排気ガスから回収できる熱量（つまり、顕熱として回収できる熱量）が増大する。したがって、アンモニアを燃焼させるために必要なエネルギーのうち排気ガスの熱により賄われる割合を大きくすることができるので、ガスタービンシステム 1 の効率を効果的に向上させることができる。

[0029] 以下、図 2～図 4 を参照して、各変形例に係るガスタービンシステムについて説明する。

[0030] 図 2 は、第 1 の変形例に係るガスタービンシステム 1A の構成を示す模式図である。図 2 に示すように、第 1 の変形例に係るガスタービンシステム 1A では、上述したガスタービンシステム 1 と比較して、熱交換器 16 において、排気流路 102 とアンモニア流路 103 との間に熱媒体流路 105 が介在する点異なる。

[0031] 熱媒体流路 105 には、水等の熱媒体が流通する。熱媒体流路 105 を流通する熱媒体の供給源は、特に限定されない。例えば、熱媒体流路 105 とボイラ 14 の流路 104 とが連通しており、熱媒体流路 105 を流通する熱媒体が、流路 104 を循環している水であってもよい。また、熱媒体流路 1

０５とボイラ１４の流路１０４とが連通しておらず、熱媒体流路１０５を流通する熱媒体が、流路１０４以外の供給源から供給される水等の熱媒体であってもよい。

[0032] ガスタービンシステム１Ａでは、熱交換器１６において、排気流路１０２とアンモニア流路１０３とが、熱媒体流路１０５を挟んで互いに対向している。ゆえに、熱交換器１６では、排気流路１０２を流通する排気ガスと、アンモニア流路１０３を流通するアンモニアとの間で熱交換が、熱媒体流路１０５を流通する熱媒体を介して間接的に行われる。具体的には、排気流路１０２を流通する排気ガスと、熱媒体流路１０５を流通する熱媒体との間で熱交換が直接的に行われる。そして、熱媒体流路１０５を流通する熱媒体と、アンモニア流路１０３を流通するアンモニアとの間で熱交換が直接的に行われる。

[0033] 以上説明したように、ガスタービンシステム１Ａでは、熱交換器１６において、排気流路１０２とアンモニア流路１０３との間に熱媒体流路１０５が介在する。ゆえに、熱媒体流路１０５を流通する熱媒体の流量を調整することによって、排気流路１０２を流通する排気ガスと、アンモニア流路１０３を流通するアンモニアとの間で熱交換される熱量を調整できる。それにより、熱交換器１６を通過するアンモニアが排気ガスから回収する熱量を、アンモニアの気化を抑制しつつ、できるだけ大きくすることができる。

[0034] 図３は、第２の変形例に係るガスタービンシステム１Ｂの構成を示す模式図である。図３に示すように、第２の変形例に係るガスタービンシステム１Ｂでは、上述したガスタービンシステム１と比較して、熱交換器１６の数が２つである点が異なる。

[0035] ガスタービンシステム１Ｂでは、熱交換器１６として、第１熱交換器１６ａと、第２熱交換器１６ｂとが設けられる。第１熱交換器１６ａおよび第２熱交換器１６ｂは、排気流路１０２において、上流側からこの順に配置される。つまり、第２熱交換器１６ｂは、排気流路１０２のうち第１熱交換器１６ａより下流側に配置される。アンモニア流路１０３は、第１熱交換器１６

a および第2熱交換器16bの両方の熱交換器16を通過する。

[0036] アンモニア流路103には、アンモニアが通過する熱交換器16が互いに異なる複数の状態の間でアンモニアの経路を切り替える切替機構20-1が設けられる。切替機構20-1は、アンモニア流路103のうち分岐した部分（具体的には、後述する流路103a、103b）と、アンモニア流路103におけるアンモニアの経路を切り替える切替バルブ21と、温度センサ22と、制御装置23とを含む。

[0037] 図3の例では、アンモニア流路103は、ポンプ17より下流側において、第2熱交換器16bを通過した後に、流路103aと流路103bとに分岐している。流路103aおよび流路103bは、流量制御弁18より上流側において互いに合流している。流路103aは、第1熱交換器16aを通過する。一方、流路103bは、第1熱交換器16aを通過しない。

[0038] 切替バルブ21は、三方弁である。切替バルブ21は、流路103aの上流端と流路103bの上流端との間の接続部分に設けられる。切替バルブ21は、アンモニア流路103におけるアンモニアの経路を、アンモニアが流路103aを通過する状態と、アンモニアが流路103bを通過する状態との間で切り替える。アンモニアが流路103aを通過する状態では、アンモニアタンク13から送られたアンモニアは、第2熱交換器16bを通過した後に、第1熱交換器16aを通過し、燃焼器12に送られる。一方、アンモニアが流路103bを通過する状態では、アンモニアタンク13から送られたアンモニアは、第2熱交換器16bを通過した後に、第1熱交換器16aを通過せずに、燃焼器12に送られる。

[0039] 上記のように、切替機構20-1は、アンモニア流路103におけるアンモニアの経路を、アンモニアが第1熱交換器16aおよび第2熱交換器16bの両方を通過する状態と、アンモニアが第2熱交換器16bのみを通過する状態との間で切り替える。

[0040] 上記では、切替バルブ21が三方弁である例を説明した。ただし、切替バルブ21は、三方弁でなくてもよい。例えば、開閉弁である切替バルブ21

が流路１０３ a および流路１０３ b にそれぞれ設けられてもよい。この場合、流路１０３ a の切替バルブ２１を開状態にし、流路１０３ b の切替バルブ２１を閉状態にすることで、アンモニアが流路１０３ a を通過する状態となる。一方、流路１０３ a の切替バルブ２１を閉状態にし、流路１０３ b の切替バルブ２１を開状態にすることで、アンモニアが流路１０３ b を通過する状態となる。また、切替機構２０－１において、アンモニア流路１０３のうち分岐する部分の数および接続位置は、特に限定されない。つまり、切替機構２０－１において、アンモニア流路１０３がどのように分岐するかは、特に限定されない。

[0041] 温度センサ２２は、第２熱交換器１６ b を通過したアンモニアの温度を検出し、検出結果を制御装置２３に出力する。温度センサ２２は、例えば、アンモニア流路１０３のうち、第２熱交換器１６ b と切替バルブ２１との間に設けられる。

[0042] 制御装置２３は、中央処理装置（ＣＰＵ）、プログラム等が格納されたＲＯＭ、ワークエリアとしてのＲＡＭ等を含む。ガスタービンシステム１Ｂでは、制御装置２３は、切替バルブ２１の動作を制御する。それにより、制御装置２３は、アンモニアの経路を、アンモニアが第１熱交換器１６ a および第２熱交換器１６ b の両方を通過する状態と、アンモニアが第２熱交換器１６ b のみを通過する状態との間で切り替えることができる。

[0043] 制御装置２３は、アンモニア流路１０３におけるアンモニアの状態に基づいて、アンモニアの経路を切り替える。図３の例では、制御装置２３は、例えば、第２熱交換器１６ b を通過したアンモニアの温度に基づいて、アンモニアの経路を切り替える。

[0044] 例えば、第２熱交換器１６ b を通過したアンモニアの温度が基準温度以下である場合、制御装置２３は、アンモニアが流路１０３ a を通過するように切替バルブ２１を制御し、アンモニアを第１熱交換器１６ a および第２熱交換器１６ b の両方に通過させる。一方、第２熱交換器１６ b を通過したアンモニアの温度が基準温度より高い場合、制御装置２３は、アンモニアが流路

103bを通過するように切替バルブ21を制御し、アンモニアを第2熱交換器16bのみに通過させる。

- [0045] 基準温度は、アンモニアを第1熱交換器16aに通過させた場合に、アンモニアが気化するか否かを判断するための指標である。第2熱交換器16bを通過したアンモニアの温度が基準温度以下である場合、アンモニアを第1熱交換器16aに通過させてもアンモニアが気化しないと判断できる。一方、第2熱交換器16bを通過したアンモニアの温度が基準温度より高い場合、アンモニアを第1熱交換器16aに通過させるとアンモニアが気化すると判断できる。
- [0046] アンモニアの経路を上記のように切り替えることによって、熱交換器16を通過するアンモニアが排気ガスから回収する熱量を、アンモニアの気化を抑制しつつ、できるだけ大きくすることができる。
- [0047] 上記では、切替機構20-1が、第2熱交換器16bを通過したアンモニアの温度に基づいて、アンモニアの経路を切り替える例を説明した。ただし、切替機構20-1は、アンモニア流路103におけるアンモニアの状態を示すパラメータとして、上記の温度以外のパラメータに基づいて、アンモニアの経路を切り替えてもよい。例えば、アンモニア流路103におけるアンモニアの流量が、アンモニア流路103におけるアンモニアの状態を示すパラメータとして用いられてもよい。例えば、アンモニア流路103におけるアンモニアの圧力が、アンモニア流路103におけるアンモニアの状態を示すパラメータとして用いられてもよい。
- [0048] 以上説明したように、ガスタービンシステム1Bでは、熱交換器16は、第1熱交換器16aと、排気流路102のうち第1熱交換器16aより下流側に配置される第2熱交換器16bとを含む。そして、アンモニア流路103には、アンモニアが通過する熱交換器16が互いに異なる複数の状態の間でアンモニアの経路を切り替える切替機構20-1が設けられる。それにより、アンモニア流路103において、アンモニアが通過する熱交換器16の数または種類を変化させることができる。図3の例では、アンモニアが通過

する熱交換器 16 の数を変化させることができる。ゆえに、排気ガスとの熱交換によるアンモニアの温度の上昇度合いを調整できる。よって、熱交換器 16 を通過するアンモニアが排気ガスから回収する熱量を、アンモニアの気化を抑制しつつ、できるだけ大きくすることができる。

[0049] 特に、切替機構 20-1 は、上述したように、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの状態に基づいて、アンモニアの経路を切り替えることが好ましい。それにより、排気ガスとの熱交換によるアンモニアの温度の上昇度合いを、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの状態に基づいて適切に調整できる。よって、熱交換器 16 を通過するアンモニアが排気ガスから回収する熱量を、アンモニアの気化を抑制しつつ、できるだけ大きくすることが適切に実現される。

[0050] 図 4 は、第 3 の変形例に係るガスタービンシステム 1C の構成を示す模式図である。図 4 に示すように、第 3 の変形例に係るガスタービンシステム 1C では、上述したガスタービンシステム 1B と同様に、熱交換器 16 として、第 1 熱交換器 16a と、第 2 熱交換器 16b とが設けられる。ただし、第 3 の変形例に係るガスタービンシステム 1C では、上述したガスタービンシステム 1B と比較して、切替機構 20-1 と異なる切替機構 20-2 が設けられている。

[0051] 切替機構 20-2 は、上述した切替機構 20-1 と同様に、アンモニアが通過する熱交換器 16 が互いに異なる複数の状態の間でアンモニアの経路を切り替える。切替機構 20-2 では、上述した切替機構 20-1 と比較して、アンモニア流路 103 の分岐箇所が増えている。また、切替機構 20-2 は、上述した切替機構 20-1 に対して、切替バルブ 24 と、流量センサ 25 とが追加されている。

[0052] 図 4 の例では、アンモニア流路 103 は、ポンプ 17 より下流側において、流路 103c と流路 103d とに分岐している。流路 103c および流路 103d は、切替バルブ 21 より上流側において互いに合流している。流路 103c は、第 2 熱交換器 16b を通過する。一方、流路 103d は、第 2

熱交換器 16 b を通過しない。アンモニア流路 103 は、図 3 の例と同様に、切替バルブ 21 の設置位置において、流路 103 a と流路 103 b とに分岐している。流路 103 a は、第 1 熱交換器 16 a を通過する。一方、流路 103 b は、第 1 熱交換器 16 a を通過しない。

[0053] 切替バルブ 24 は、切替バルブ 21 と同様に、三方弁である。切替バルブ 24 は、流路 103 c の上流端と流路 103 d の上流端との接続部分に設けられる。切替バルブ 24 は、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの経路を、アンモニアが流路 103 c を通過する状態と、アンモニアが流路 103 d を通過する状態との間で切り替える。アンモニアが流路 103 c を通過する状態では、アンモニアタンク 13 から送られたアンモニアは、第 2 熱交換器 16 b を通過した後に、切替バルブ 21 に送られる。一方、アンモニアが流路 103 d を通過する状態では、アンモニアタンク 13 から送られたアンモニアは、第 2 熱交換器 16 b を通過せずに、切替バルブ 21 に送られる。

[0054] 切替バルブ 21 は、図 3 の例と同様に、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの経路を、アンモニアが流路 103 a を通過する状態と、アンモニアが流路 103 b を通過する状態との間で切り替える。アンモニアが流路 103 a を通過する状態では、切替バルブ 21 を通過したアンモニアは、第 1 熱交換器 16 a を通過し、燃焼器 12 に送られる。一方、アンモニアが流路 103 b を通過する状態では、切替バルブ 21 を通過したアンモニアは、第 1 熱交換器 16 a を通過せずに、燃焼器 12 に送られる。

[0055] 上記のように、切替機構 20-2 は、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの経路を、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a を通過する状態と、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a を通過しない状態との間で切り替える。また、切替機構 20-2 は、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの経路を、アンモニアが第 2 熱交換器 16 b を通過する状態と、アンモニアが第 2 熱交換器 16 b を通過しない状態との間で切り替える。ゆえに、切替機構 20-2 は、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a および第 2 熱交換器 16 b の両方を

通過する状態と、アンモニアが第1熱交換器16aのみを通過する状態と、アンモニアが第2熱交換器16bのみを通過する状態と、アンモニアが第1熱交換器16aおよび第2熱交換器16bのいずれも通過しない状態との間でアンモニアの経路を切り替えることができる。

[0056] 上記では、切替バルブ24が三方弁である例を説明した。ただし、切替バルブ24は、上述した切替バルブ21と同様に、三方弁でなくてもよい。例えば、開閉弁である切替バルブ24が流路103cおよび流路103dにそれぞれ設けられてもよい。この場合、流路103cの切替バルブ24を開状態にし、流路103dの切替バルブ24を閉状態にすることで、アンモニアが流路103cを通過する状態となる。一方、流路103cの切替バルブ24を閉状態にし、流路103dの切替バルブ24を開状態にすることで、アンモニアが流路103dを通過する状態となる。また、切替機構20-2において、アンモニア流路103のうち分岐する部分の数および接続位置は、特に限定されない。つまり、切替機構20-2において、アンモニア流路103がどのように分岐するかは、特に限定されない。

[0057] 流量センサ25は、アンモニア流路103におけるアンモニアの流量を検出し、検出結果を制御装置23に出力する。流量センサ25は、例えば、アンモニア流路103のうち、ポンプ17と切替バルブ24との間に設けられる。

[0058] ガスタービンシステム1Cでは、制御装置23は、切替バルブ21、24の動作をそれぞれ制御する。それにより、制御装置23は、アンモニアの経路を、アンモニアが第1熱交換器16aおよび第2熱交換器16bの両方を通過する状態と、アンモニアが第1熱交換器16aのみを通過する状態と、アンモニアが第2熱交換器16bのみを通過する状態と、アンモニアが第1熱交換器16aおよび第2熱交換器16bのいずれも通過しない状態との間で切り替えることができる。

[0059] 制御装置23は、図3の例と同様に、アンモニア流路103におけるアンモニアの状態に基づいて、アンモニアの経路を切り替える。図4の例では、

制御装置 23 は、例えば、基本的には、アンモニアを第 2 熱交換器 16 b に通過させた状態に維持し、第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度に基づいて、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a を通過する状態と、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a を通過しない状態との間でアンモニアの経路を切り替える。

[0060] 例えば、第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度が基準温度以下である場合、制御装置 23 は、アンモニアが流路 103 a を通過するように切替バルブ 21 を制御し、アンモニアを第 1 熱交換器 16 a および第 2 熱交換器 16 b の両方に通過させる。一方、第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度が基準温度より高い場合、制御装置 23 は、アンモニアが流路 103 b を通過するように切替バルブ 21 を制御し、アンモニアを第 2 熱交換器 16 b のみに通過させる。

[0061] 制御装置 23 は、例えば、第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度が基準温度より高く、かつ、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの流量が基準流量を超える場合には、アンモニアが流路 103 d および流路 103 b を通過するように切替バルブ 24 および切替バルブ 21 をそれぞれ制御する。それにより、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a および第 2 熱交換器 16 b のいずれにも通過しない状態となる。

[0062] 基準流量は、第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度が基準温度より高い場合において、アンモニアを第 2 熱交換器 16 b のみに通過させた場合に、アンモニアが気化するか否かを判断するための指標である。第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度が基準温度より高く、かつ、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの流量が基準流量を超える場合、アンモニアを第 2 熱交換器 16 b のみに通過させた場合であっても、アンモニアが気化すると判断できる。

[0063] アンモニアの経路を上記のように切り替えることによって、熱交換器 16 を通過するアンモニアが排気ガスから回収する熱量を、アンモニアの気化を抑制しつつ、できるだけ大きくすることができる。

- [0064] 上記では、切替機構 20-2 が、第 2 熱交換器 16 b を通過したアンモニアの温度、および、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの流量の 2 つのパラメータに基づいて、アンモニアの経路を切り替える例を説明した。ただし、切替機構 20-2 は、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの状態を示すパラメータとして、上記の 2 つのパラメータ以外のパラメータに基づいて、アンモニアの経路を切り替えてもよい。例えば、上記の 2 つのパラメータのうち的一方のみが、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの状態を示すパラメータとして用いられてもよい。例えば、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの圧力が、単独で、または、他のパラメータと併用されて、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの状態を示すパラメータとして用いられてもよい。
- [0065] 上記では、切替機構 20-2 が、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a および第 2 熱交換器 16 b の両方を通過する状態と、アンモニアが第 2 熱交換器 16 b のみを通過する状態と、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a および第 2 熱交換器 16 b のいずれも通過しない状態との間でアンモニアの経路を切り替える例を説明した。ただし、切替機構 20-2 は、アンモニアの経路を、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a のみを通過する状態にしてもよい。例えば、第 1 熱交換器 16 a と第 2 熱交換器 16 b との間で、アンモニアの温度の上昇度合いが異なる場合がある。この場合、切替機構 20-2 は、例えば、アンモニア流路 103 におけるアンモニアの流量に基づいて、アンモニアが第 1 熱交換器 16 a のみを通過する状態と、アンモニアが第 2 熱交換器 16 b のみを通過する状態との間でアンモニアの経路を切り替える。それにより、熱交換器 16 を通過するアンモニアが排気ガスから回収する熱量を、アンモニアの気化を抑制しつつ、できるだけ大きくすることができる。
- [0066] 以上説明したように、ガスタービンシステム 1 C では、上述したガスタービンシステム 1 B と同様に、熱交換器 16 は、第 1 熱交換器 16 a と、排気流路 102 のうち第 1 熱交換器 16 a より下流側に配置される第 2 熱交換器 16 b とを含む。そして、アンモニア流路 103 には、アンモニアが通過す

る熱交換器 16 が互いに異なる複数の状態の間でアンモニアの経路を切り替える切替機構 20-2 が設けられる。ゆえに、上述したガスタービンシステム 1B と同様の効果が奏される。

[0067] 上記では、図 3 および図 4 を参照して、排気流路 102 に 2 つの熱交換器 16 が設けられる例について説明した。ただし、排気流路 102 に 3 つ以上の熱交換器 16 が設けられてもよい。排気流路 102 に複数の熱交換器 16 が設けられる場合に、上述したガスタービンシステム 1A のように、各熱交換器 16 において、排気流路 102 とアンモニア流路 103 との間に熱媒体流路 105 が介在してもよい。

[0068] 上記では、アンモニアの経路を切り替える切替機構の例として、切替機構 20-1 および切替機構 20-2 について説明した。ただし、切替機構は、これらの例に限定されない。例えば、図 4 の例に対して、流路 103b および切替バルブ 21 が省略されてもよい。この場合、アンモニアが第 1 熱交換器 16a および第 2 熱交換器 16b の両方を通過する状態と、アンモニアが第 1 熱交換器 16a のみを通過する状態との間でアンモニアの経路を切り替えることができる。

[0069] 以上、添付図面を参照しながら本開示の実施形態について説明したが、本開示はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。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。

[0070] 上記では、ガスタービンシステム 1、1A、1B、1C において、タービン 11b から圧縮機 11a に伝達された回転動力が発電機を駆動させるエネルギーとして利用される例を説明した。ただし、ガスタービンシステム 1、1A、1B、1C において、タービン 11b から圧縮機 11a に伝達された回転動力が、例えば、船舶等の移動体を駆動させる目的等の他の用途に利用されてもよい。

[0071] 本開示は、ガスタービンシステムの効率の向上に資するので、例えば、持

続可能な開発目標（SDGs）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

[0072] 1：ガスタービンシステム 1A：ガスタービンシステム 1B：ガスタービンシステム 1C：ガスタービンシステム 12：燃焼器 13：アンモニアタンク 14：ボイラ 16：熱交換器 16a：第1熱交換器 16b：第2熱交換器 20-1：切替機構 20-2：切替機構 102：排気流路 103：アンモニア流路 105：熱媒体流路

請求の範囲

- [請求項1] アンモニアが液体の状態で貯蔵されるアンモニアタンクと、
前記アンモニアタンクと接続され、前記アンモニアが液体の状態で供給される燃焼器と、
前記燃焼器と接続される排気流路と、
前記排気流路に設けられるボイラと、
前記排気流路のうち前記ボイラより下流側に配置され、前記アンモニアタンクと前記燃焼器とを接続するアンモニア流路が通過する熱交換器と、
を備える、
ガスタービンシステム。
- [請求項2] 前記熱交換器において、前記排気流路と前記アンモニア流路との間に熱媒体流路が介在する、
請求項1に記載のガスタービンシステム。
- [請求項3] 前記熱交換器は、第1熱交換器と、前記排気流路のうち前記第1熱交換器より下流側に配置される第2熱交換器とを含み、
前記アンモニア流路には、前記アンモニアが通過する前記熱交換器が互いに異なる複数の状態の間で前記アンモニアの経路を切り替える切替機構が設けられる、
請求項1または2に記載のガスタービンシステム。
- [請求項4] 前記切替機構は、前記アンモニア流路における前記アンモニアの状態に基づいて、前記アンモニアの経路を切り替える、
請求項3に記載のガスタービンシステム。