

明 細 書

発明の名称： 燃焼システム

技術分野

[0001] 本開示は、燃焼システムに関する。本出願は2023年11月15日に提出された日本特許出願第2023-194123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ための燃焼システムとして、ガスタービンシステム等が利用されている。ガスタービンシステム等の燃焼システムでは、例えば、特許文献1に開示されているように、アンモニアが燃料として用いられる場合がある。アンモニアが燃料として用いられることによって、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] 燃焼システムとして、液体のアンモニアを気化せずに燃焼室に供給するシステムがある。このような燃焼システムによれば、気化器を省略することによる設備コストの低減等の種々のメリットが得られる。そして、このような燃焼システムにおいて、アンモニアの気化を抑制しつつ、効率を向上させるための新たな提案が望まれている。

[0005] 本開示の目的は、燃焼システムの効率を向上させることが可能な燃焼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、本開示の燃焼システムは、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、燃焼室と、燃焼室に臨む噴射弁と

を有し、噴射弁はアンモニアの流路を介してアンモニアタンクと接続され、噴射弁にはアンモニアが液体の状態で供給される、燃焼器と、噴射弁に供給されるアンモニアの温度を調整する温度調整装置と、噴射弁内におけるアンモニアの圧力に関する情報に基づいて、噴射弁に供給されるアンモニアの温度が噴射弁内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置を制御する制御装置と、を備える。

- [0007] 流路は、噴射弁より上流側の合流部で合流する第1流路および第2流路を含み、第1流路から合流部に流入するアンモニアの温度と、第2流路から合流部に流入するアンモニアの温度とは、互いに異なり、温度調整装置は、第1流路から合流部に流入するアンモニアの流量と、第2流路から合流部に流入するアンモニアの流量との比である流量比を調整する流量比調整装置を含んでもよい。
- [0008] 温度調整装置は、第1流路および第2流路の一方を流れるアンモニアを予熱する予熱器を含んでもよい。
- [0009] 温度調整装置は、第1流路を流れるアンモニアを予熱する第1予熱器と、第2流路を流れるアンモニアを予熱する第2予熱器とを含んでもよい。
- [0010] 流路は、噴射弁より上流側で合流する部分を有さず、温度調整装置は、流路を流れるアンモニアを予熱する予熱器を含んでもよい。
- [0011] 情報は、圧力に影響を与えるパラメータを含み、制御装置は、パラメータと飽和温度との対応関係を示すマップを用いて、パラメータに基づいて飽和温度を特定し、飽和温度の特定結果に基づいて、温度調整装置を制御してもよい。
- [0012] 情報は、圧力に影響を与えるパラメータを含み、制御装置は、パラメータと温度調整装置の制御目標との対応関係を示すマップを用いて、パラメータに基づいて制御目標を特定し、制御目標の特定結果に基づいて、温度調整装置を制御してもよい。
- [0013] 情報は、圧力に影響を与えるパラメータを含み、制御装置は、パラメータに基づいて圧力を算出し、圧力の算出結果に基づいて、温度調整装置を制御

してもよい。

- [0014] 情報は、圧力の測定値を含み、制御装置は、測定値に基づいて、温度調整装置を制御してもよい。

発明の効果

- [0015] 本開示によれば、燃焼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

- [0016] [図1]図1は、本開示の実施形態に係る燃焼システムの構成を示す模式図である。

[図2]図2は、本開示の実施形態に係る制御装置が行う処理の流れの第1の例を示すフローチャートである。

[図3]図3は、本開示の実施形態に係る制御装置が行う処理の流れの第2の例を示すフローチャートである。

[図4]図4は、本開示の実施形態に係る制御装置が行う処理の流れの第3の例を示すフローチャートである。

[図5]図5は、本開示の実施形態に係る制御装置が行う処理の流れの第4の例を示すフローチャートである。

[図6]図6は、第1の変形例に係る燃焼システムの構成を示す模式図である。

[図7]図7は、第2の変形例に係る燃焼システムの構成を示す模式図である。

[図8]図8は、第3の変形例に係る燃焼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

- [0017] 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。

- [0018] 図1は、本実施形態に係る燃焼システム1の構成を示す模式図である。燃焼システム1は、燃焼ガスにより動力を得るガスタービンシステムである。

図 1 に示すように、燃焼システム 1 は、圧縮機 1 1 と、タービン 1 2 と、燃焼器 1 3 と、アンモニアタンク 1 4 と、ポンプ 1 5 と、制御装置 1 6 と、温度調整装置 1 0 0 とを備える。

[0019] 圧縮機 1 1 およびタービン 1 2 は、一体として回転する。圧縮機 1 1 とタービン 1 2 とは、シャフトによって互いに連結されている。

[0020] 圧縮機 1 1 は、燃焼器 1 3 と接続される吸気流路 L 1 に設けられている。吸気流路 L 1 には、燃焼器 1 3 に供給される空気が流通する。吸気流路 L 1 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 1 1 を通過して、燃焼器 1 3 に送られる。圧縮機 1 1 は、空気を圧縮して下流側に吐出する。

[0021] タービン 1 2 は、燃焼器 1 3 と接続される排気流路 L 2 に設けられている。排気流路 L 2 には、燃焼器 1 3 から排出された排気ガスが流通する。燃焼器 1 3 から排出された排気ガスは、タービン 1 2 を通過して、排気流路 L 2 のうちタービン 1 2 より下流側に送られる。タービン 1 2 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。

[0022] 圧縮機 1 1 とタービン 1 2 とを連結するシャフトには、図示しない発電機が接続されている。タービン 1 2 から当該シャフト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。

[0023] 燃焼器 1 3 には、圧縮機 1 1 により圧縮された空気が吸気流路 L 1 から供給されるとともに、アンモニアが液体の状態で燃料として供給される。燃焼器 1 3 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 3 で生じた排気ガスは、排気流路 L 2 に排出される。

[0024] 具体的には、燃焼器 1 3 は、燃焼室 1 3 a と、噴射弁 1 3 b とを有する。燃焼室 1 3 a 内では、燃料であるアンモニアの燃焼が行われる。噴射弁 1 3 b は、燃料であるアンモニアを燃焼室 1 3 a 内に向けて噴射する。噴射弁 1 3 b は、噴射口 1 3 b 1 を有する。噴射口 1 3 b 1 からアンモニアが噴射される。噴射弁 1 3 b は、燃焼室 1 3 a に臨む。具体的には、噴射弁 1 3 b の噴射口 1 3 b 1 が燃焼室 1 3 a に臨む。噴射弁 1 3 b は、アンモニアの流路

L 3を介してアンモニアタンク 1 4と接続されている。噴射弁 1 3 bには、アンモニアがアンモニアタンク 1 4から液体の状態で供給される。

[0025] アンモニアタンク 1 4には、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 1 4では、例えば、大気圧、かつ、 -33°C で、アンモニアが液体の状態で維持されている。上述したように、アンモニアタンク 1 4は、アンモニアの流路 L 3を介して燃焼器 1 3の噴射弁 1 3 bと接続される。流路 L 3には、アンモニアが液体の状態で流通する。流路 L 3のうちアンモニアタンク 1 4より下流側には、ポンプ 1 5が設けられる。ポンプ 1 5は、アンモニアタンク 1 4から供給されるアンモニアを下流側に送出する。

[0026] 流路 L 3は、アンモニアタンク 1 4より下流側の分岐部 P 1で第 1 流路 L 3 aと第 2 流路 L 3 bとに分岐し、噴射弁 1 3 bより上流側の合流部 P 2で合流する。このように、流路 L 3は、噴射弁 1 3 bより上流側の合流部 P 2で合流する第 1 流路 L 3 aおよび第 2 流路 L 3 bを含む。ポンプ 1 5を通過したアンモニアは、分岐部 P 1で第 1 流路 L 3 aおよび第 2 流路 L 3 bにそれぞれ送られる。

[0027] 燃焼システム 1には、噴射弁 1 3 bに供給されるアンモニアの温度を調整する温度調整装置 1 0 0が設けられる。温度調整装置 1 0 0は、流量比調整装置 1 1 0と、予熱器 1 2 0とを含む。後述するように、流量比調整装置 1 1 0は、第 1 流路 L 3 aから合流部 P 2に流入するアンモニアの流量と、第 2 流路 L 3 bから合流部 P 2に流入するアンモニアの流量との比である流量比を調整する。後述するように、予熱器 1 2 0によって、第 1 流路 L 3 aから合流部 P 2に流入するアンモニアの温度と、第 2 流路 L 3 bから合流部 P 2に流入するアンモニアの温度とを互いに異ならせることができる。ゆえに、流量比調整装置 1 1 0および予熱器 1 2 0によって、噴射弁 1 3 bに供給されるアンモニアの温度を調整する機能が実現される。

[0028] 流量比調整装置 1 1 0は、第 1 流量制御弁 1 1 1と、第 2 流量制御弁 1 1 2とを含む。

[0029] 第 1 流量制御弁 1 1 1は、第 1 流路 L 3 aに設けられる。第 1 流量制御弁

111は、第1流量制御弁111を通過して第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量を調整する。例えば、第1流量制御弁111の開度が調整されることによって、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量が調整される。

[0030] 第2流量制御弁112は、第2流路L3bに設けられる。第2流量制御弁112は、第2流量制御弁112を通過して第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量を調整する。例えば、第2流量制御弁112の開度が調整されることによって、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量が調整される。

[0031] 予熱器120は、第2流路L3bを流れるアンモニアを予熱する。例えば、予熱器120は、第2流路L3bのうち第2流量制御弁112より下流側に設けられる。予熱器120には、第2流路L3bおよび熱媒体流路L4がそれぞれ通過する。熱媒体流路L4には、第2流路L3bを流れるアンモニアよりも高温の熱媒体が流通する。熱媒体流路L4を流れる熱媒体は、例えば、燃焼システム1内で生じる蒸気、燃焼システム1内で生じる排気ガス、海水等である。

[0032] 予熱器120では、第2流路L3bを流れるアンモニアと、熱媒体流路L4を流れる熱媒体との間で熱交換が行われる。それにより、予熱器120において、熱媒体流路L4を流れる熱媒体によって、第2流路L3bを流れるアンモニアが予熱される。

[0033] 上述したように、第2流路L3bを流れるアンモニアは、予熱器120により予熱された後に、合流部P2に流入する。一方、第1流路L3aを流れるアンモニアは、予熱されずに、合流部P2に流入する。ゆえに、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度よりも高くなる。

[0034] 第1流路L3aのうち第1流量制御弁111より下流側には、第1温度センサT1が設けられる。第1温度センサT1は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度を検出する。第2流路L3bのうち予熱器

120より下流側には、第2温度センサT2が設けられる。第2温度センサT2は、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度を検出する。

[0035] 制御装置16は、例えば、プロセッサ16aと、メモリ16bとを含む。プロセッサ16aは、例えば、中央処理装置(CPU)等を含む。メモリ16bは、例えば、プログラム等が格納されたROM、および、ワークエリアとしてのRAM等を含む。制御装置16の機能は、例えば、メモリ16bに記憶されているプログラムがプロセッサ16aにより実行されることによって実現される。

[0036] 制御装置16は、燃焼システム1全体を制御する。例えば、制御装置16は、温度調整装置100を制御することによって、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を制御する。図1の例では、制御装置16は、温度調整装置100のうち第1流量制御弁111および第2流量制御弁112を含む流量比調整装置110を制御することによって、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を制御する。また、制御装置16は、第1温度センサT1および第2温度センサT2等の各種センサから検出結果を取得できる。

[0037] 燃焼システム1では、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報に基づいて、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。それにより、後述するように、燃焼システム1の効率を向上させることが実現される。以下、制御装置16が行う処理例として、第1の例、第2の例、第3の例および第4の例を順に説明する。

[0038] 噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力および飽和温度は、例えば、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの圧力および飽和温度を意味する。ただし、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力および飽和温度は、噴射弁13b内において上流側端部からずれた位置におけるアンモニアの圧力および飽和温度であってもよい。

[0039] 図2は、本実施形態に係る制御装置16が行う処理の流れの第1の例を示

すフローチャートである。図2に示す処理フローは、例えば、予め設定されている時間間隔で繰り返し実行される。

[0040] 図2に示す処理フローが開始すると、ステップS101において、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータを取得する。

[0041] 液体のアンモニアが気化する温度である飽和温度は、アンモニアの圧力に依存する。具体的には、アンモニアの圧力が高くなるにつれて、アンモニアの飽和温度は高くなる。後述するように、図2の第1の例では、上記のパラメータを用いて、アンモニアの圧力に依存する飽和温度が特定される。

[0042] 噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力（具体的には、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの圧力）は、噴射弁13bの噴射口13b1におけるアンモニアの圧力に対して、噴射弁13b内における圧力損失を加算した値に相当する。ゆえに、上記のパラメータは、例えば、噴射口13b1におけるアンモニアの圧力を見積もるための各種情報（例えば、燃焼室13aの圧力の情報、タービン12の回転数の情報、吸気流路L1に設けられる抽気弁の開閉状態の情報、圧縮機11の吐出圧の情報等）を含み得る。また、上記のパラメータは、例えば、噴射弁13b内における圧力損失を見積もるための各種情報（例えば、噴射弁13bに供給されるアンモニアの総流量の情報、発電負荷の情報等）を含み得る。

[0043] なお、ステップS101において、制御装置16は、ユーザによる入力操作に基づいて上記のパラメータを取得してもよく、他の制御装置から上記のパラメータを取得してもよく、各種センサの検出結果に基づいて上記のパラメータを取得してもよい。

[0044] 次に、ステップS102において、制御装置16は、飽和温度マップを用いて、噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度を特定する。

[0045] 飽和温度マップは、ステップS101で取得されたパラメータと噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度との対応関係を示すマップである。具体的には、飽和温度マップにおいて、ステップS101で取得されたパラメ

ータと、当該パラメータから見積もられる噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力と対応する飽和温度とが対応付けられている。飽和温度マップは、例えば、制御装置16のメモリ16bに予め記憶されている。

[0046] ステップS102では、制御装置16は、飽和温度マップにおいてステップS101で取得されたパラメータと対応付けられている飽和温度を、噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度として特定する。

[0047] 例えば、燃焼室13aの圧力が高いほど、噴射口13b1におけるアンモニアの圧力が高くなるので、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力は高くなる。ゆえに、飽和温度マップでは、例えば、燃焼室13aの圧力が高いほど、噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度が高くなっている。また、例えば、噴射弁13bに供給されるアンモニアの総流量が多いほど、噴射弁13b内における圧力損失が大きくなるので、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力は高くなる。ゆえに、飽和温度マップでは、例えば、噴射弁13bに供給されるアンモニアの総流量が多いほど、噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度が高くなっている。飽和温度マップは、例えば、燃焼室13aの圧力、および、噴射弁13bに供給されるアンモニアの総流量を含むパラメータを入力すると、入力されたパラメータと対応する飽和温度を出力する関数となっている。ただし、入力されるパラメータは、この例に限定されない。

[0048] 次に、ステップS103において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量との比である流量比の目標値である目標流量比を決定する。

[0049] ステップS103では、制御装置16は、例えば、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度がステップS102で特定された飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるような流量比を目標流量比として決定する。

[0050] 燃焼システム1では、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニ

アの温度、および、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度は、それぞれ一定になるように制御されている。例えば、第2流路L3bを流れるアンモニアの流量に応じて、熱媒体流路L4を流れる熱媒体の流量が調整されることによって、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度を一定にすることが実現される。ゆえに、上記の流量比を変更することで、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を変更できる。

[0051] なお、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度、および、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度は、それぞれ一定になるように制御されていなくてもよい。その場合、制御装置16は、第1温度センサT1の検出結果、および、第2温度センサT2の検出結果を加味して、目標流量比を決定する。

[0052] 次に、ステップS104において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量との比である流量比が上記の目標流量比になるように、流量比調整装置110の各流量制御弁の開度を調整し、図2に示す処理フローは終了する。

[0053] ステップS104では、制御装置16は、第1流量制御弁111の開度、および、第2流量制御弁112の開度を調整することによって、上記の流量比を上記の目標流量比に制御できる。それにより、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が、ステップS102で特定された飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になる。ゆえに、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が飽和温度を超えてアンモニアの気化が生じることを抑制しつつ、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を飽和温度に近づけることができる。

[0054] なお、ステップS104では、制御装置16は、噴射弁13bに供給されるアンモニアの総流量が目標値となるように、第1流量制御弁111の開度、および、第2流量制御弁112の開度を制御する。それにより、噴射弁13bに供給されるアンモニアの総流量を目標値に制御しつつ、上記の流量比

を上記の目標流量比に制御できる。

[0055] 以上説明したように、本実施形態に係る燃焼システム1の制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報（上記の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータ）に基づいて、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。それにより、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を考慮した上で、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように調整できる。ゆえに、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が飽和温度を超えてアンモニアの気化が生じることを抑制しつつ、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を飽和温度に近づけることができる。それにより、アンモニアの部分的な気化に伴うアンモニアの体積の増加に起因する圧損の増大、および、アンモニアの気化と再凝縮のサイクルに伴う振動現象を抑制できる。さらに、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が飽和温度に対して過度に低い場合と比べて、燃焼器13でのアンモニアの燃焼に費やされるエネルギーを低減できる（例えば、予熱器120で回収したエネルギーだけ低減できる）。したがって、アンモニアの気化を抑制しつつ、燃焼システム1の効率を向上させることができる。

[0056] 特に、図2の第1の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータを含む。制御装置16は、上記のパラメータと噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度との対応関係を示すマップ（上記の例では、飽和温度マップ）を用いて、上記のパラメータに基づいて上記の飽和温度を特定し、上記の飽和温度の特定結果に基づいて、温度調整装置100（上記の例では、流量比調整装置110）を制御する。それにより、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を考慮した上で、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるよう

に調整することが適切に実現される。特に、上記のマップを用いて温度調整装置 100 が制御されるので、噴射弁 13 b 内におけるアンモニアの圧力を算出する処理を省略でき、計算負荷が低減される。

[0057] 特に、本実施形態に係る燃焼システム 1 では、流路 L 3 は、噴射弁 13 b より上流側の合流部 P 2 で合流する第 1 流路 L 3 a および第 2 流路 L 3 b を含む。第 1 流路 L 3 a から合流部 P 2 に流入するアンモニアの温度と、第 2 流路 L 3 b から合流部 P 2 に流入するアンモニアの温度とは、互いに異なっている。温度調整装置 100 は、第 1 流路 L 3 a から合流部 P 2 に流入するアンモニアの流量と、第 2 流路 L 3 b から合流部 P 2 に流入するアンモニアの流量との比である流量比を調整する流量比調整装置 110 を含む。それにより、上記の流量比を調整することによって、噴射弁 13 b に供給されるアンモニアの温度を調整することが適切に実現される。特に、後述する第 2 の変形例に係る燃焼システム 1 B のように、第 1 流路 L 3 a および第 2 流路 L 3 b の一方が省略される場合と比べて、噴射弁 13 b に供給されるアンモニアの温度を迅速に変化させることができる。

[0058] 特に、本実施形態に係る燃焼システム 1 では、温度調整装置 100 は、第 1 流路 L 3 a および第 2 流路 L 3 b の一方を流れるアンモニアを予熱する予熱器（上記の例では、予熱器 120）を含む。それにより、第 1 流路 L 3 a から合流部 P 2 に流入するアンモニアの温度と、第 2 流路 L 3 b から合流部 P 2 に流入するアンモニアの温度とを互いに異ならせることが適切に実現される。

[0059] 図 3 は、本実施形態に係る制御装置 16 が行う処理の流れの第 2 の例を示すフローチャートである。図 3 に示す処理フローは、例えば、予め設定されている時間間隔で繰り返し実行される。

[0060] 図 3 に示す処理フローが開始すると、ステップ S 201 において、制御装置 16 は、噴射弁 13 b 内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータを取得する。ステップ S 201 の処理は、上述した図 2 のステップ S 101 と同様である。

- [0061] 次に、ステップS 2 0 2において、制御装置1 6は、目標流量比マップを用いて、第1 流路L 3 aから合流部P 2に流入するアンモニアの流量と、第2 流路L 3 bから合流部P 2に流入するアンモニアの流量との比である流量比の目標値である目標流量比を特定する。
- [0062] 目標流量比マップは、ステップS 2 0 1で取得されたパラメータと目標流量比との対応関係を示すマップである。具体的には、目標流量比マップにおいて、ステップS 2 0 1で取得されたパラメータと、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの温度が当該パラメータから見積もられる噴射弁1 3 b内におけるアンモニアの圧力と対応する飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるような流量比とが対応付けられている。目標流量比マップは、例えば、制御装置1 6のメモリ1 6 bに予め記憶されている。
- [0063] ステップS 2 0 2では、制御装置1 6は、目標流量比マップにおいてステップS 2 0 1で取得されたパラメータと対応付けられている流量比を、目標流量比として特定する。
- [0064] 例えば、燃焼室1 3 aの圧力が高いほど、噴射口1 3 b 1におけるアンモニアの圧力が高くなるので、噴射弁1 3 b内におけるアンモニアの圧力は高くなり、噴射弁1 3 b内におけるアンモニアの飽和温度が高くなる。ゆえに、目標流量比マップでは、例えば、燃焼室1 3 aの圧力が高いほど、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの温度が高くなるように流量比が設定されている。また、例えば、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの総流量が多いほど、噴射弁1 3 b内における圧力損失が大きくなるので、噴射弁1 3 b内におけるアンモニアの圧力は高くなり、噴射弁1 3 b内におけるアンモニアの飽和温度が高くなる。ゆえに、目標流量比マップでは、例えば、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの総流量が多いほど、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの温度が高くなるように流量比が設定されている。目標流量比マップは、例えば、燃焼室1 3 aの圧力、および、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの総流量を含むパラメータを入力すると、入力されたパラメー

タと対応する流量比を出力する関数となっている。ただし、入力されるパラメータは、この例に限定されない。

[0065] なお、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度、および、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度がそれぞれ一定になるように制御されている場合、目標流量比マップは、既知である上記の各温度を加味して生成されている。一方、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度、および、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度がそれぞれ一定になるように制御されていない場合、目標流量比マップにおいて、第1温度センサT1の検出結果、および、第2温度センサT2の検出結果が、入力されるパラメータとして追加的に設定される。

[0066] 次に、ステップS203において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量との比である流量比が上記の目標流量比になるように、流量比調整装置110の各流量制御弁の開度を調整し、図3に示す処理フローは終了する。ステップS203の処理は、上述した図2のステップS104と同様である。

[0067] 図3の第2の例では、上述した図2の第1の例と同様に、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報（上記の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータ）に基づいて、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。それにより、上述した図2の第1の例と同様に、燃焼システム1の効率を向上させることが実現される。

[0068] 特に、図3の第2の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータを含む。制御装置16は、上記のパラメータと温度調整装置100の制御目標（上記の例では、目標流量比）との対応関係を示すマップ（上記

の例では、目標流量比マップ)を用いて、上記のパラメータに基づいて上記の制御目標を特定し、上記の制御目標の特定結果に基づいて、温度調整装置100(上記の例では、流量比調整装置110)を制御する。それにより、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を考慮した上で、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように調整することが適切に実現される。特に、上記のマップを用いて温度調整装置100が制御されるので、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を算出する処理を省略でき、計算負荷が低減される。

[0069] 図4は、本実施形態に係る制御装置16が行う処理の流れの第3の例を示すフローチャートである。図4に示す処理フローは、例えば、予め設定されている時間間隔で繰り返し実行される。

[0070] 図4に示す処理フローが開始すると、ステップS301において、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータを取得する。ステップS301の処理は、上述した図2のステップS101と同様である。

[0071] 次に、ステップS302において、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を算出する。

[0072] ステップS302では、制御装置16は、ステップS301で取得されたパラメータを用いて、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を算出する。上述したように、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力(具体的には、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの圧力)は、噴射弁13bの噴射口13b1におけるアンモニアの圧力に対して、噴射弁13b内における圧力損失を加算した値に相当する。例えば、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの圧力P10は、噴射口13b1におけるアンモニアの圧力をP20とし、上記の圧力損失を ΔP とすると、以下の式(1)により表される。

[0073] $P10 = P20 + \Delta P \quad \cdots (1)$

[0074] そして、圧力損失 ΔP は、アンモニアの密度を ρ とし、アンモニアの流速

を U とすると、例えば、以下の式(2)により表される。

[0075] $\Delta P = (\rho U^2) / 2 \cdots (2)$

[0076] 例えば、制御装置16は、上記の式(2)を用いて、圧力損失 ΔP を算出する。なお、アンモニアの密度 ρ は温度に依存する。ゆえに、制御装置16は、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの温度の情報を取得し、その情報に応じて密度 ρ を変化させてもよい。ただし、密度 ρ は固定値であってもよい。制御装置16は、例えば、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの流速をセンサにより検出することで、流速 U を特定してもよい。なお、上記の式(2)の右辺に補正係数がさらに追加されてもよい。

[0077] そして、制御装置16は、例えば、燃焼室13aの圧力を噴射口13b1におけるアンモニアの圧力 P_{20} とみなして上記の式(1)に代入し、上記の式(2)により求められた圧力損失 ΔP を上記の式(1)に代入することで、噴射弁13b内の上流側端部におけるアンモニアの圧力 P_{10} を算出することができる。

[0078] 次に、ステップS303において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量との比である流量比の目標値である目標流量比を決定する。

[0079] ステップS303では、制御装置16は、例えば、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度がステップS302で特定された噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力と対応する飽和温度に対して所定温度(例えば、数℃から数十℃程度)低い温度になるような流量比を目標流量比として決定する。

[0080] 次に、ステップS304において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量との比である流量比が上記の目標流量比になるように、流量比調整装置110の各流量制御弁の開度を調整し、図4に示す処理フローは終了する。ステップS304の処理は、上述した図2のステッ

プS 1 0 4と同様である。

[0081] 図4の第3の例では、上述した図2の第1の例と同様に、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報（上記の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータ）に基づいて、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。それにより、上述した図2の第1の例と同様に、燃焼システム1の効率を向上させることが実現される。

[0082] 特に、図4の第3の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータを含む。制御装置16は、上記のパラメータに基づいて上記の圧力を算出し、上記の圧力の算出結果に基づいて、温度調整装置100（上記の例では、流量比調整装置110）を制御する。それにより、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を考慮した上で、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように調整することが適切に実現される。特に、物理法則に即して噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力が算出されるので、上記の圧力をより精度良く特定できる。

[0083] 図5は、本実施形態に係る制御装置16が行う処理の流れの第4の例を示すフローチャートである。図5に示す処理フローは、例えば、予め設定されている時間間隔で繰り返し実行される。

[0084] 図5に示す処理フローが開始すると、ステップS401において、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力の測定値を取得する。

[0085] 第4の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を測定するセンサが燃焼システム1に追加される。制御装置16は、そのようなセンサから上記の圧力の測定値を取得できる。

[0086] 次に、ステップS402において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2

に流入するアンモニアの流量との比である流量比の目標値である目標流量比を決定する。

[0087] ステップS402では、制御装置16は、例えば、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度がステップS401で取得された噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力の測定値と対応する飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるような流量比を目標流量比として決定する。

[0088] 次に、ステップS403において、制御装置16は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの流量と、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの流量との比である流量比が上記の目標流量比になるように、流量比調整装置110の各流量制御弁の開度を調整し、図5に示す処理フローは終了する。ステップS403の処理は、上述した図2のステップS104と同様である。

[0089] 図5の第4の例では、上述した図2の第1の例と同様に、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報（上記の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力の測定値）に基づいて、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。それにより、上述した図2の第1の例と同様に、燃焼システム1の効率を向上させることが実現される。

[0090] 特に、図5の第4の例では、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力の測定値を含む。制御装置16は、上記の測定値に基づいて、温度調整装置100（上記の例では、流量比調整装置110）を制御する。それにより、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力を考慮した上で、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度を噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように調整することが適切に実現される。特に、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力が直接的に検出されるので、上記の圧力をより精度良く特定でき

る。

[0091] 以上、本実施形態に係る燃焼システム 1 について説明した。ただし、上記の例に対し、各種変更が加えられてもよい。

[0092] 例えば、流路 L 3 のうち分岐部 P 1 より上流側に流量制御弁が追加されてもよい。この場合、例えば、噴射弁 1 3 b に供給されるアンモニアの総流量が上記の流量制御弁の開度によって調整され、第 1 流路 L 3 a から合流部 P 2 に流入するアンモニアの流量と、第 2 流路 L 3 b から合流部 P 2 に流入するアンモニアの流量との比である流量比が第 1 流量制御弁 1 1 1 および第 2 流量制御弁 1 1 2 の開度によって調整されてもよい。

[0093] 例えば、流路 L 3 のうち分岐部 P 1 より上流側に流量制御弁が追加される場合、その流量制御弁の近傍に遮断弁が設けられてもよい。また、第 1 流量制御弁 1 1 1 の近傍に遮断弁が設けられてもよい。この場合、その遮断弁を用いて、第 1 流路 L 3 a から合流部 P 2 へのアンモニアの流入を迅速に停止できる。また、第 2 流量制御弁 1 1 2 の近傍に遮断弁が設けられてもよい。この場合、その遮断弁を用いて、第 2 流路 L 3 b から合流部 P 2 へのアンモニアの流入を迅速に停止できる。

[0094] 例えば、上記では、制御装置 1 6 は、第 1 流路 L 3 a から合流部 P 2 に流入するアンモニアの流量と、第 2 流路 L 3 b から合流部 P 2 に流入するアンモニアの流量との比である流量比が目標流量比になるように、流量比調整装置 1 1 0 を制御する。ただし、制御装置 1 6 は、噴射弁 1 3 b に供給されるアンモニアの温度の測定値が目標温度になるように、流量比調整装置 1 1 0 を制御してもよい。それにより、噴射弁 1 3 b に供給されるアンモニアの温度をより精度良く制御できる。例えば、流路 L 3 のうち合流部 P 2 より下流に温度センサが設けられる場合、制御装置 1 6 は、この温度センサの検出結果に基づいて、噴射弁 1 3 b に供給されるアンモニアの温度の測定値を取得できる。また、例えば、制御装置 1 6 は、噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度を上記の目標温度として用いる。

- [0095] 例えば、流路L 3のうち合流部P 2にアンモニアを混合する混合器が追加されてもよい。それにより、第1流路L 3 aから合流部P 2に流入するアンモニアと、第2流路L 3 bから合流部P 2に流入するアンモニアとが混合器によって混合されるので、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの温度が不均一になることが抑制される。
- [0096] 例えば、上記の例では、アンモニアの供給先となる噴射弁1 3 bの数が1つである。ただし、アンモニアの供給先となる噴射弁1 3 bの数は複数であってもよい。この場合、低温のアンモニアが流れる第1流路L 3 aと高温のアンモニアが流れる第2流路L 3 bのペアは、各噴射弁1 3 bに対して1つずつ設けられてもよく、全ての噴射弁1 3 bに対して1つだけ設けられてもよい。
- [0097] 例えば、上記の例では、低温のアンモニアが流れる第1流路L 3 aと高温のアンモニアが流れる第2流路L 3 bのペアの数が1つである。ただし、上記のペアの数は複数であってもよい。つまり、複数の第1流路L 3 a、および、複数の第2流路L 3 bが流路L 3に設けられてもよい。この場合、各第1流路L 3 aの第1流量制御弁1 1 1、および、各第2流路L 3 bの第2流量制御弁1 1 2が遮断弁に置き換えられてもよい。その場合、各遮断弁の開閉状態を切り替えることで、噴射弁1 3 bに供給されるアンモニアの温度を迅速に変化させることができる。さらに、遮断弁を用いることで、設備コストを低減できる。
- [0098] 図6は、第1の変形例に係る燃焼システム1 Aの構成を示す模式図である。図6に示すように、燃焼システム1 Aは、上述した燃焼システム1と比較して、予熱器1 3 0が追加されている点で異なる。燃焼システム1 Aの温度調整装置1 0 0 Aは、流量比調整装置1 1 0および予熱器1 2 0に加えて、予熱器1 3 0をさらに含む。
- [0099] 予熱器1 3 0は、第1流路L 3 aを流れるアンモニアを予熱する。例えば、予熱器1 3 0は、第1流路L 3 aのうち第1流量制御弁1 1 1より下流側に設けられる。予熱器1 3 0には、第1流路L 3 aおよび熱媒体流路L 5が

それぞれ通過する。熱媒体流路L5には、第1流路L3aを流れるアンモニアよりも高温の熱媒体が流通する。熱媒体流路L5を流れる熱媒体は、熱媒体流路L4を流れる熱媒体と同様に、例えば、燃焼システム1内で生じる蒸気、燃焼システム1内で生じる排気ガス、海水等である。

[0100] 予熱器130では、第1流路L3aを流れるアンモニアと、熱媒体流路L5を流れる熱媒体との間で熱交換が行われる。それにより、予熱器130において、熱媒体流路L5を流れる熱媒体によって、第1流路L3aを流れるアンモニアが予熱される。燃焼システム1Aでは、第1温度センサT1は、第1流路L3aのうち予熱器130より下流側に設けられる。

[0101] 燃焼システム1Aでは、第1流路L3aを流れるアンモニアは、予熱器130により予熱された後に、合流部P2に流入する。ただし、予熱器130でアンモニアに加えられる熱エネルギーは、予熱器120でアンモニアに加えられる熱エネルギーよりも少なくなっている。ゆえに、第2流路L3bから合流部P2に流入するアンモニアの温度は、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度よりも高くなる。

[0102] 以上説明したように、第1の変形例に係る燃焼システム1Aでは、温度調整装置100Aは、第1流路L3aを流れるアンモニアを予熱する第1予熱器（上記の例では、予熱器130）と、第2流路L3bを流れるアンモニアを予熱する第2予熱器（上記の例では、予熱器120）とを含む。それにより、第1予熱器を用いて、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度を調整できる。例えば、熱媒体流路L5を流れる熱媒体の温度または流量等を調整することによって、第1流路L3aから合流部P2に流入するアンモニアの温度を調整できる。ゆえに、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度の制御性がより向上される。

[0103] 燃焼システム1Aでは、上述した燃焼システム1と同様に、制御装置16は、噴射弁13b内におけるアンモニアの圧力に関する情報に基づいて、噴射弁13bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。例えば

、燃焼システム 1 A において、制御装置 1 6 が行う処理は、上述した第 1 の例、第 2 の例、第 3 の例および第 4 の例と同様であってもよい。

[0104] また、上述した燃焼システム 1 に対して加えられ得る各種変更は、燃焼システム 1 A に対して加えられてもよい。

[0105] 図 7 は、第 2 の変形例に係る燃焼システム 1 B の構成を示す模式図である。図 7 に示すように、燃焼システム 1 B は、上述した燃焼システム 1 と比較して、第 1 流路 L 3 a が省略されている点で異なる。燃焼システム 1 B の温度調整装置 1 0 0 B は、第 2 流量制御弁 1 1 2 と、予熱器 1 2 0 とを含む。

[0106] 燃焼システム 1 B では、流路 L 3 は分岐しておらず、予熱器 1 2 0 を通過したアンモニアが噴射弁 1 3 b に直接送られる。制御装置 1 6 は、例えば、熱媒体流路 L 4 を流れる熱媒体の温度または流量等を調整することによって、予熱器 1 2 0 から噴射弁 1 3 b に送られるアンモニアの温度を調整できる。つまり、燃焼システム 1 B では、予熱器 1 2 0 を用いて、噴射弁 1 3 b に供給されるアンモニアの温度が調整される。

[0107] 以上説明したように、第 2 の変形例に係る燃焼システム 1 B では、流路 L 3 は、噴射弁 1 3 b より上流側で合流する部分を有さず、温度調整装置 1 0 0 B は、流路 L 3 を流れるアンモニアを予熱する予熱器 1 2 0 を含む。それにより、上述した燃焼システム 1 と比較して、第 1 流路 L 3 a、および、第 1 流路 L 3 a に設けられる装置が省略されるので、設備コストを低減できる。さらに、予熱器 1 2 0 を通過したアンモニアがより低温のアンモニアと混合されることなく噴射弁 1 3 b に直接送られるので、予熱器 1 2 0 を通過したアンモニアの温度をより低くできる。ゆえに、予熱器 1 2 0 を通過したアンモニアの温度が過度に高くなり、当該アンモニアの気化が生じることが抑制される。

[0108] 燃焼システム 1 B では、上述した燃焼システム 1 と同様に、制御装置 1 6 は、噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの圧力に関する情報に基づいて、噴射弁 1 3 b に供給されるアンモニアの温度が噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置 1 0 0 を制御する。

- [0109] 例えば、燃焼システム 1 B において、制御装置 1 6 は、上述した第 1 の例のように、噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータと噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの飽和温度との対応関係を示すマップを用いて、上記のパラメータに基づいて上記の飽和温度を特定し、上記の飽和温度の特定結果に基づいて、温度調整装置 1 0 0 B を制御してもよい。この場合、制御装置 1 6 は、例えば、予熱器 1 2 0 から噴射弁 1 3 b に送られるアンモニアの温度が特定された飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるように、熱媒体流路 L 4 を流れる熱媒体の温度または流量等を制御する。
- [0110] 例えば、燃焼システム 1 B において、制御装置 1 6 は、上述した第 2 の例のように、噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータと温度調整装置 1 0 0 B の制御目標（例えば、熱媒体流路 L 4 を流れる熱媒体の温度または流量等の目標値）との対応関係を示すマップを用いて、上記のパラメータに基づいて上記の制御目標を特定し、上記の制御目標の特定結果に基づいて、温度調整装置 1 0 0 B を制御してもよい。この場合、制御装置 1 6 は、例えば、上記のマップを用いて、予熱器 1 2 0 から噴射弁 1 3 b に送られるアンモニアの温度が飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるような制御目標を特定する。そして、制御装置 1 6 は、熱媒体流路 L 4 を流れる熱媒体の温度または流量等がそのような制御目標になるように、温度調整装置 1 0 0 B を制御する。
- [0111] 例えば、燃焼システム 1 B において、制御装置 1 6 は、上述した第 3 の例のように、噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの圧力に影響を与えるパラメータに基づいて上記の圧力を算出し、上記の圧力の算出結果に基づいて、温度調整装置 1 0 0 B を制御してもよい。この場合、制御装置 1 6 は、例えば、予熱器 1 2 0 から噴射弁 1 3 b に送られるアンモニアの温度が特定された上記の圧力と対応する飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるように、熱媒体流路 L 4 を流れる熱媒体の温度または流量等を制御する。

- [0112] 例えば、燃焼システム 1 B において、制御装置 1 6 は、上述した第 4 の例のように、噴射弁 1 3 b 内におけるアンモニアの圧力の測定値に基づいて、温度調整装置 1 0 0 B を制御してもよい。この場合、制御装置 1 6 は、例えば、予熱器 1 2 0 から噴射弁 1 3 b に送られるアンモニアの温度が上記の圧力の測定値と対応する飽和温度に対して所定温度（例えば、数℃から数十℃程度）低い温度になるように、熱媒体流路 L 4 を流れる熱媒体の温度または流量等を制御する。
- [0113] また、上述した燃焼システム 1 に対して加えられ得る各種変更は、燃焼システム 1 B に対して加えられてもよい。
- [0114] 図 8 は、第 3 の変形例に係る燃焼システム 1 C の構成を示す模式図である。図 8 に示すように、燃焼システム 1 C は、上述した燃焼システム 1 と比較して、アンモニアタンク 1 4 が加圧式のアンモニアタンク 1 7 に置き換えられている点で異なる。燃焼システム 1 C の温度調整装置 1 0 0 C は、上述した温度調整装置 1 0 0 と同様に、流量比調整装置 1 1 0 と、予熱器 1 2 0 とを含む。
- [0115] アンモニアタンク 1 7 には、アンモニアが液体の状態では、アンモニアタンク 1 7 では、上述したアンモニアタンク 1 4 と異なり、大気圧よりも高い圧力、かつ、外気温程度の温度で、アンモニアが液体の状態に維持されている。アンモニアタンク 1 7 は、アンモニアの流路 L 3 を介して燃焼器 1 3 の噴射弁 1 3 b と接続される。流路 L 3 のうちアンモニアタンク 1 7 より下流側には、ポンプ 1 5 が設けられる。
- [0116] アンモニアタンク 1 7 内のアンモニアは、ポンプ 1 5 に送られる。アンモニアタンク 1 7 からポンプ 1 5 までの配管内での圧力損失が生じることに加え、ポンプ 1 5 がアンモニアを吸引することにより、ポンプ 1 5 の入口におけるアンモニアの圧力は、アンモニアタンク 1 7 におけるアンモニアの圧力よりも低くなる。ゆえに、ポンプ 1 5 に送られたアンモニアの気化が生じることを抑制する観点では、アンモニアタンク 1 7 の設置位置の鉛直方向の高さをできるだけ高くし、ヘッド圧を稼ぐことが好ましい。

- [0117] 流路L 3のうちアンモニアタンク17より下流側、かつ、ポンプ15より上流側には、冷却器18が設けられている。冷却器18は、流路L 3のうちアンモニアタンク17より下流側、かつ、ポンプ15より上流側を流れるアンモニアを冷却する。例えば、冷却器18は、ヒートポンプ等である。なお、冷却器18は、アンモニアタンク17内から抜き出されて減圧されて気化した一部のアンモニアを冷媒とする熱交換器であってもよい。その場合、冷媒として用いられる気体のアンモニアは、例えば、脱硝装置等に送られる。流路L 3のうちポンプ15より上流側を流れるアンモニアが冷却器18により冷却されることによって、ポンプ15に送られたアンモニアの気化が生じることを抑制することができる。
- [0118] 第1流路L 3 aのうち分岐部P 1より下流側、かつ、第1流量制御弁11より上流側には、冷却器19が設けられている。冷却器19は、第1流路L 3 aを流れるアンモニアを冷却する。冷却器19は、例えば、冷却器18と同様に、ヒートポンプ等である。第1流路L 3 aを流れるアンモニアが冷却器19により冷却されることによって、噴射弁13 b内のアンモニアの圧力が低い条件で、噴射弁13 b内でアンモニアの気化が生じることを抑制することができる。
- [0119] ただし、燃焼システム1 Cから冷却器18および冷却器19の両方が省略されてもよい。燃焼システム1 Cから冷却器18および冷却器19の一方が省略されてもよい。
- [0120] 燃焼システム1 Cでは、上述した燃焼システム1と同様に、制御装置16は、噴射弁13 b内におけるアンモニアの圧力に関する情報に基づいて、噴射弁13 bに供給されるアンモニアの温度が噴射弁13 b内におけるアンモニアの飽和温度以下になるように、温度調整装置100を制御する。例えば、燃焼システム1 Cにおいて、制御装置16が行う処理は、上述した第1の例、第2の例、第3の例および第4の例と同様であってもよい。
- [0121] また、上述した燃焼システム1に対して加えられ得る各種変更は、燃焼システム1 Cに対して加えられてもよい。

[0122] 上述した燃焼システム 1 C は、上述した燃焼システム 1 に対して、アンモニアタンク 1 4 を加圧式のアンモニアタンク 1 7 に置き換えた例である。ただし、上述した燃焼システム 1 A に対して、アンモニアタンク 1 4 が加圧式のアンモニアタンク 1 7 に置き換えられてもよい。上述した燃焼システム 1 B に対して、アンモニアタンク 1 4 が加圧式のアンモニアタンク 1 7 に置き換えられてもよい。

[0123] 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。

[0124] 上記では、燃焼システム 1、1 A、1 B、1 C において、タービン 1 2 により生成される回転動力が発電機を駆動させる目的で用いられる例を説明した。ただし、燃焼システム 1、1 A、1 B、1 C において、タービン 1 2 により生成される回転動力は、例えば、船舶等の移動体を駆動させる目的等で用いられてもよい。

[0125] 上記では、燃焼システム 1、1 A、1 B、1 C において、燃焼器 1 3 における燃焼エネルギーがタービン 1 2 を回転させる目的で用いられる例を説明した。ただし、燃焼システム 1、1 A、1 B、1 C において、燃焼器 1 3 における燃焼エネルギーがタービン 1 2 を回転させる目的以外の目的で用いられてもよい。

符号の説明

[0126] 1 : 燃焼システム 1 A : 燃焼システム 1 B : 燃焼システム 1 C : 燃焼システム 1 3 : 燃焼器 1 3 a : 燃焼室 1 3 b : 噴射弁 1 4 : アンモニアタンク 1 6 : 制御装置 1 7 : アンモニアタンク 1 0 0 : 温度調整装置 1 0 0 A : 温度調整装置 1 0 0 B : 温度調整装置 1 0 0 C : 温度調整装置 1 1 0 : 流量比調整装置 1 2 0 : 予熱器 (第 2 予熱器) 1 3 0 : 予熱器 (第 1 予熱器) L 3 : 流路 L 3 a : 第 1 流路 L 3 b : 第 2

流路 P 2 : 合流部

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、
燃焼室と、前記燃焼室に臨む噴射弁とを有し、前記噴射弁は前記アンモニアの流路を介して前記アンモニアタンクと接続され、前記噴射弁には前記アンモニアが液体の状態で供給される、燃焼器と、
前記噴射弁に供給される前記アンモニアの温度を調整する温度調整装置と、
前記噴射弁内における前記アンモニアの圧力に関する情報に基づいて、前記噴射弁に供給される前記アンモニアの温度が前記噴射弁内における前記アンモニアの飽和温度以下になるように、前記温度調整装置を制御する制御装置と、
を備える、
燃焼システム。
- [請求項2] 前記流路は、前記噴射弁より上流側の合流部で合流する第1流路および第2流路を含み、
前記第1流路から前記合流部に流入する前記アンモニアの温度と、前記第2流路から前記合流部に流入する前記アンモニアの温度とは、互いに異なっており、
前記温度調整装置は、前記第1流路から前記合流部に流入する前記アンモニアの流量と、前記第2流路から前記合流部に流入する前記アンモニアの流量との比である流量比を調整する流量比調整装置を含む、
請求項1に記載の燃焼システム。
- [請求項3] 前記温度調整装置は、前記第1流路および前記第2流路の一方を流れる前記アンモニアを予熱する予熱器を含む、
請求項2に記載の燃焼システム。
- [請求項4] 前記温度調整装置は、前記第1流路を流れる前記アンモニアを予熱する第1予熱器と、前記第2流路を流れる前記アンモニアを予熱する

第2予熱器とを含む、

請求項2に記載の燃焼システム。

[請求項5]

前記流路は、前記噴射弁より上流側で合流する部分を有さず、

前記温度調整装置は、前記流路を流れる前記アンモニアを予熱する予熱器を含む、

請求項1に記載の燃焼システム。

[請求項6]

前記情報は、前記圧力に影響を与えるパラメータを含み、

前記制御装置は、

前記パラメータと前記飽和温度との対応関係を示すマップを用いて、前記パラメータに基づいて前記飽和温度を特定し、前記飽和温度の特定結果に基づいて、前記温度調整装置を制御する、

請求項1～5のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項7]

前記情報は、前記圧力に影響を与えるパラメータを含み、

前記制御装置は、

前記パラメータと前記温度調整装置の制御目標との対応関係を示すマップを用いて、前記パラメータに基づいて前記制御目標を特定し、前記制御目標の特定結果に基づいて、前記温度調整装置を制御する、

請求項1～5のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項8]

前記情報は、前記圧力に影響を与えるパラメータを含み、

前記制御装置は、

前記パラメータに基づいて前記圧力を算出し、

前記圧力の算出結果に基づいて、前記温度調整装置を制御する、

請求項1～5のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項9]

前記情報は、前記圧力の測定値を含み、

前記制御装置は、前記測定値に基づいて、前記温度調整装置を制御する、

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の燃焼システム。