

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2021年3月30日に提出された日本特許出願第2021-057441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] アンモニアは、他の燃料と比べると燃焼しにくい性質（つまり、難燃性）を有する。ゆえに、アンモニアが燃料として用いられる燃焼器では、点火が失敗する場合があった。また、点火が成功した場合であっても、一部の燃料が燃焼せずに排出されるおそれがあった。

[0005] 本開示の目的は、アンモニアが燃料として用いられる燃焼器における燃焼性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、アンモニアタンクと、アンモニアタンクと接続され、燃焼室を有する燃焼器と、燃焼器と接続される吸气流路と、吸气流路に設けられる圧縮機と、燃焼器と接続される分解ガス貯蔵器と、圧縮機と接続される抽气流路、吸气流路のうち圧

縮機と燃焼器との間、または、燃焼器において燃焼室と吸気流路とを連通する空間に配置され、アンモニアタンクおよび分解ガス貯蔵器と接続されるアンモニア分解触媒と、を備える。

[0007] アンモニア分解触媒と分解ガス貯蔵器とを接続する流路には、冷却装置が設けられてもよい。

[0008] 冷却装置は、アンモニア分解触媒と分解ガス貯蔵器とを接続する流路に設けられる熱交換器であり、アンモニアタンクとアンモニア分解触媒とを接続する流路は、熱交換器を通過してもよい。

[0009] アンモニアタンクとアンモニア分解触媒とを接続する流路には、第1流量制御弁が設けられ、ガスタービンシステムの運転中に、アンモニアタンクからアンモニア分解触媒へアンモニアが供給されるように、第1流量制御弁を制御する制御装置を備えてもよい。

[0010] 分解ガス貯蔵器と燃焼器とを接続する流路には、第2流量制御弁が設けられ、アンモニアタンクと燃焼器とを接続する流路には、第3流量制御弁が設けられ、制御装置は、ガスタービンシステムの起動時に、分解ガス貯蔵器から燃焼器への分解ガスの供給が開始した後に、アンモニアタンクから燃焼器へのアンモニアの供給が開始するように、第2流量制御弁および第3流量制御弁を制御してもよい。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、アンモニアが燃料として用いられる燃焼器における燃焼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [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、本開示の実施形態に係る制御装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図3]図3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4]図4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5]図5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。

[図6]図6は、第4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

[0013] 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。

[0014] 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、過給機11と、発電機12と、燃焼器13と、アンモニアタンク14と、ポンプ15と、アンモニア分解触媒16と、分解ガス貯蔵器17と、第1流量制御弁21と、第2流量制御弁22と、第3流量制御弁23と、抽気弁24と、制御装置31とを備える。

[0015] ガスタービンシステム1のうち、燃焼器13と、アンモニアタンク14と、ポンプ15と、アンモニア分解触媒16と、分解ガス貯蔵器17と、第1流量制御弁21と、第2流量制御弁22と、第3流量制御弁23と、制御装置31とが、燃焼装置10に含まれる。

[0016] 過給機11は、圧縮機11aとタービン11bとを有する。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、シャフトによって連結されている。

[0017] 圧縮機11aは、燃焼器13と接続される吸気流路41に設けられている。吸気流路41には、燃焼器13に供給される空気が流通する。吸気流路4

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11aを通過して、燃焼器13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。

[0018] タービン11bは、燃焼器13と接続される排気流路42に設けられている。排気流路42には、燃焼器13から排出された排気ガスが流通する。排気流路42の下流側の端部には、排気ガスが外部に排出される不図示の排気口が設けられる。燃焼器13から排出された排気ガスは、タービン11bを通過して、排気口に送られる。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。

[0019] 本実施形態では、圧縮機11aには、抽気流路43が接続されている。抽気流路43には、圧縮機11aにより圧縮された空気の一部が抽出されて流通する。抽気流路43には、抽気弁24が設けられている。抽気弁24は、抽気流路43を流通する空気（つまり、抽気）の流量を調整する。抽気弁24の開度が調整されることによって、抽気流路43を流通する抽気の流量が調整される。抽気弁24の開度は、例えば、要求負荷等に基づいて、制御される。ただし、抽気流路43に抽気弁24が設けられていなくてもよい。

[0020] 抽気流路43を流通した抽気は、例えば、図示しない排出口から外部に排出される。ただし、抽気流路43を流通した抽気は、後述するように、アンモニア分解触媒16との熱交換によって冷却されるので、タービン11bに流入する排気ガス、または、タービン11b自体の冷却に用いられてもよい。

[0021] 発電機12は、過給機11と接続される。発電機12は、過給機11によって生成された回転動力を用いて発電する。

[0022] 燃焼器13では、アンモニアが燃料として用いられ、燃焼が行われる。なお、後述するように、ガスタービンシステム1の起動時（つまり、燃焼装置10の起動時）等には、アンモニア以外の燃料（例えば、後述する点火用の燃料としての分解ガス）も用いられる。

[0023] 燃焼器13は、燃焼室13aと、点火装置13bとを有する。燃焼室13

aには、圧縮機11aにより圧縮された空気が吸気流路41から供給される。燃烧室13aには、燃料が供給される。例えば、燃烧室13aには、液体のアンモニアがアンモニアタンク14から燃料として供給される（具体的には、噴霧される）。燃烧室13aにおいて、燃料と空気を含む混合気が生成される。点火装置13bは、燃烧室13a内の混合気を点火する。例えば、点火装置13bは、燃烧室13aの内部に設けられる。燃烧室13a内での燃烧により生じた排気ガスは、排気流路42に排出される。

[0024] アンモニアタンク14には、液体のアンモニアが貯蔵される。アンモニアタンク14は、燃烧器13およびアンモニア分解触媒16とそれぞれ接続される。それにより、アンモニアタンク14から燃烧器13およびアンモニア分解触媒16の各々へアンモニアが供給可能となる。

[0025] アンモニアタンク14には、流路44が接続されている。流路44の下流側の端部に、流路45および流路46がそれぞれ接続されている。流路45は、燃烧器13と接続されている。つまり、アンモニアタンク14は、流路44および流路45を介して燃烧器13と接続される。アンモニアタンク14から流路44および流路45を介して燃烧器13（具体的には、燃烧室13a）に液体のアンモニアが供給される。流路46は、アンモニア分解触媒16と接続されている。つまり、アンモニアタンク14は、流路44および流路46を介してアンモニア分解触媒16と接続される。アンモニアタンク14から流路44および流路46を介してアンモニア分解触媒16に液体のアンモニアが供給される。

[0026] 流路44には、ポンプ15が設けられている。ポンプ15は、アンモニアタンク14から供給されるアンモニアを下流側に送出する。ポンプ15により送出されたアンモニアは、流路44を通過して、流路45および流路46に送られる。

[0027] 流路45には、第3流量制御弁23が設けられている。第3流量制御弁23は、流路45を流通するアンモニアの流量を制御（つまり、調整）する。つまり、第3流量制御弁23は、アンモニアタンク14から燃烧器13への

アンモニアの供給量を調整する。第3流量制御弁23の開度が調整されることによって、アンモニアタンク14から燃焼器13へのアンモニアの供給量が調整される。

[0028] 流路46には、第1流量制御弁21が設けられている。第1流量制御弁21は、流路46を流通するアンモニアの流量を制御（つまり、調整）する。つまり、第1流量制御弁21は、アンモニアタンク14からアンモニア分解触媒16へのアンモニアの供給量を調整する。第1流量制御弁21の開度が調整されることによって、アンモニアタンク14からアンモニア分解触媒16へのアンモニアの供給量が調整される。

[0029] アンモニア分解触媒16は、アンモニアを分解し、分解ガスを生成する触媒である。アンモニア分解触媒16は、アンモニアを水素および窒素に分解する。つまり、分解ガスは、水素および窒素を含む。なお、分解ガスには、水素および窒素の他に、分解されなかったアンモニアが含まれていてもよい。アンモニア分解触媒16によるアンモニアの分解は、アンモニア分解触媒16の温度が基準温度（例えば、400℃から500℃程度）以上になっている場合に活発に行われる。つまり、アンモニア分解触媒16の温度が基準温度以上になると、アンモニア分解触媒16においてアンモニアの分解が活発に行われる状態となる。

[0030] 本実施形態では、アンモニア分解触媒16は、抽気流路43に配置されている。詳細には、アンモニア分解触媒16の内部空間と抽気流路43とが連通しない状態で、アンモニア分解触媒16と抽気流路43内の抽気とが熱交換可能となっている。抽気流路43を流通する抽気は、圧縮機11aにより圧縮された空気なので、高温（例えば、400℃以上）になっている。ゆえに、ガスタービンシステム1の運転中（つまり、燃焼装置10の運転中）において、アンモニア分解触媒16は、アンモニアの分解が活発に行われる状態となる程度の温度（つまり、基準温度以上の温度）まで、抽気流路43を流通する抽気によって加熱される。

[0031] アンモニア分解触媒16には、温度センサ16aが設けられている。温度

センサ 16 a は、アンモニア分解触媒 16 の温度を検出する。

[0032] 分解ガス貯蔵器 17 は、分解ガスを貯蔵する。分解ガス貯蔵器 17 は、流路 47 を介してアンモニア分解触媒 16 と接続されている。アンモニア分解触媒 16 による分解によって生じた分解ガスは、流路 47 を介して分解ガス貯蔵器 17 に送られる。なお、流路 47 には、分解ガス貯蔵器 17 からアンモニア分解触媒 16 への分解ガスの逆流を防ぐ逆止弁または遮断弁等が設けられてもよい。

[0033] 分解ガス貯蔵器 17 には、圧力センサ 17 a が設けられている。圧力センサ 17 a は、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力を検出する。

[0034] 分解ガス貯蔵器 17 は、流路 48 を介して燃焼器 13 と接続されている。分解ガス貯蔵器 17 から流路 48 を介して燃焼器 13（具体的には、燃焼室 13 a）に分解ガスが供給される。

[0035] 流路 48 には、第 2 流量制御弁 22 が設けられている。第 2 流量制御弁 22 は、流路 48 を流通する分解ガスの流量を制御（つまり、調整）する。つまり、第 2 流量制御弁 22 は、分解ガス貯蔵器 17 から燃焼器 13 への分解ガスの供給量を調整する。第 2 流量制御弁 22 の開度が調整されることによって、分解ガス貯蔵器 17 から燃焼器 13 への分解ガスの供給量が調整される。

[0036] 制御装置 31 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 等を含み、ガスタービンシステム 1 全体を制御する。例えば、制御装置 31 は、点火装置 13 b、ポンプ 15、第 1 流量制御弁 21、第 2 流量制御弁 22 および第 3 流量制御弁 23 を制御する。また、制御装置 31 は、温度センサ 16 a および圧力センサ 17 a から検出結果を取得する。

[0037] 図 2 は、制御装置 31 が行う処理の流れの一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、ガスタービンシステム 1 を起動させる入力操作がユーザによって行われた時に実行される。ユーザによる入力操作は、例えば、制御装置 31 によって受け付けられる。

- [0038] 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31は、起動条件が成立したか否かを判定する。起動条件は、ガスタービンシステム1の起動を許可するための条件である。例えば、起動条件は、ガスタービンシステム1の各装置に異常が生じていないこと（例えば、各装置から出力される出力値に異常値がないこと、または、各流路で流体の漏れが生じていないこと等）である。
- [0039] 起動条件が成立したと判定された場合（ステップS101／YES）、ステップS102に進む。一方、起動条件が成立していないと判定された場合（ステップS101／NO）、ステップS111に進み、後述するように、ガスタービンシステム1は停止する。
- [0040] ステップS101でYESと判定された場合、ステップS102において、制御装置31は、点火装置13bに点火を行わせる。次に、ステップS103において、制御装置31は、分解ガス貯蔵器17から燃焼器13への分解ガスの供給を開始させる。具体的には、制御装置31は、分解ガス貯蔵器17から燃焼器13への分解ガスの供給が開始するように、第2流量制御弁22を制御する。つまり、制御装置31は、閉じている第2流量制御弁22を開弁させる。
- [0041] なお、後述するように、ガスタービンシステム1では、ガスタービンシステム1の運転中において、アンモニア分解触媒16により分解ガスが生成され、生成された分解ガスが分解ガス貯蔵器17に貯蔵される。ゆえに、図2に示す処理フローの開始時点において、分解ガス貯蔵器17には分解ガスが予め貯蔵されている。ただし、ガスタービンシステム1の初回の起動時には、他の方法によって、分解ガス貯蔵器17に分解ガスが予め貯蔵される。
- [0042] 上記のように、本実施形態では、ガスタービンシステム1の起動時には、燃焼器13へ分解ガスが供給されている状態で点火が行われる。つまり、分解ガスが点火用の燃料として用いられる。分解ガスに含まれる水素は、アンモニアと異なり、燃焼しやすいので、点火されやすい。ゆえに、点火の失敗が抑制され、点火の確実性が向上される。

- [0043] 次に、ステップS 1 0 4において、制御装置3 1は、点火が成功したか否かを判定する。点火が成功したと判定された場合（ステップS 1 0 4／Y E S）、ステップS 1 0 5に進む。一方、点火が成功していないと判定された場合（ステップS 1 0 4／N O）、ステップS 1 1 1に進み、後述するように、ガスタービンシステム1は停止する。
- [0044] ステップS 1 0 4でY E Sと判定された場合、ステップS 1 0 5において、制御装置3 1は、分解ガスの供給量を増加させる。具体的には、制御装置3 1は、分解ガス貯蔵器1 7から燃焼器1 3への分解ガスの供給量が増加するように、第2流量制御弁2 2を制御する。つまり、制御装置3 1は、第2流量制御弁2 2の開度を大きくする。例えば、制御装置3 1は、分解ガス貯蔵器1 7から燃焼器1 3への分解ガスの供給量を、予め設定された推移で変化するように、増加させる。
- [0045] 次に、ステップS 1 0 6において、制御装置3 1は、分解ガスの供給量が基準供給量に達したか否かを判定する。例えば、基準供給量は、燃焼器1 3へのアンモニアの供給を開始したとしても燃焼器1 3における燃焼性が所定の水準以上に維持される程度（つまり、一部のアンモニアが燃焼しない状況の発生が抑制される程度）の値に設定される。
- [0046] 分解ガスの供給量が基準供給量に達したと判定された場合（ステップS 1 0 6／Y E S）、制御装置3 1は、燃焼器1 3へのアンモニアの供給を開始したとしても燃焼器1 3における燃焼性が所定の水準以上に維持されると判断し、ステップS 1 0 7に進む。一方、分解ガスの供給量が基準供給量に達していないと判定された場合（ステップS 1 0 6／N O）、制御装置3 1は、燃焼器1 3へのアンモニアの供給を開始すると燃焼器1 3における燃焼性が所定の水準を下回ってしまうと判断し、ステップS 1 0 5に戻る。
- [0047] ステップS 1 0 6でY E Sと判定された場合、ステップS 1 0 7において、制御装置3 1は、アンモニアタンク1 4から燃焼器1 3へのアンモニアの供給を許可する。つまり、制御装置3 1は、ガスタービンシステム1の要求出力が基準出力以上である場合、アンモニアタンク1 4から燃焼器1 3への

アンモニアの供給を開始する。この場合、制御装置 31 は、ポンプ 15 を駆動させ、アンモニアタンク 14 から燃焼器 13 へのアンモニアの供給が開始するように、第 3 流量制御弁 23 を制御する。つまり、制御装置 31 は、閉じている第 3 流量制御弁 23 を開弁させる。それにより、アンモニアを燃料として用いた燃焼が開始される。なお、ガスタービンシステム 1 の要求出力が基準出力より小さい場合、アンモニアタンク 14 から燃焼器 13 へのアンモニアの供給は不要となる。

[0048] ガスタービンシステム 1 では、燃焼器 13 に分解ガスが供給されており、燃焼性が所定の水準以上に維持された状態で、アンモニアを燃料として用いた燃焼が開始される。つまり、分解ガスが助燃用の燃料（つまり、燃焼を補助するための燃料）として用いられる。それにより、一部のアンモニアが燃焼しない状況の発生が抑制される。なお、燃焼器 13 へのアンモニアの供給の開始後において、制御装置 31 は、燃焼器 13 への分解ガスの供給を継続してもよく、停止してもよい。

[0049] 次に、ステップ S 108 において、制御装置 31 は、分解ガス生成条件が成立したか否かを判定する。分解ガス生成条件は、アンモニア分解触媒 16 による分解ガスの生成（つまり、アンモニアの分解）を許可するための条件である。例えば、分解ガス生成条件は、アンモニア分解触媒 16 の温度が基準温度以上（つまり、アンモニア分解触媒 16 においてアンモニアの分解が活発に行われる状態となる程度の温度）となっていることである。

[0050] 分解ガス生成条件が成立したと判定された場合（ステップ S 108 / YES）、ステップ S 109 に進む。一方、分解ガス生成条件が成立していないと判定された場合（ステップ S 108 / NO）、ステップ S 109 は実行されずに、ステップ S 110 に進む。

[0051] ステップ S 108 で YES と判定された場合、ステップ S 109 において、制御装置 31 は、アンモニアタンク 14 からアンモニア分解触媒 16 へアンモニアを供給させる。具体的には、制御装置 31 は、アンモニアタンク 14 からアンモニア分解触媒 16 へアンモニアが供給されるように、第 1 流量

制御弁 21 を制御する。つまり、制御装置 31 は、閉じている第 1 流量制御弁 21 を開弁させる。それにより、アンモニア分解触媒 16 において、アンモニアが分解されることによって、分解ガスが生成される。そして、生成された分解ガスが分解ガス貯蔵器 17 に送られ、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力が上昇する。

[0052] ステップ S 109 では、制御装置 31 は、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力が基準圧力になるように、アンモニア分解触媒 16 へのアンモニアの供給量を第 1 流量制御弁 21 によって制御する。このようなアンモニア分解触媒 16 へのアンモニアの供給量の制御（具体的には、第 1 流量制御弁 21 の開度の制御）は、具体的には、フィードバック制御によって実現される。基準圧力は、燃焼器 13 へのアンモニアの供給を開始するまでに使用される分解ガスの量として必要な量（以下、単に必要な量とも呼ぶ）の分解ガスが分解ガス貯蔵器 17 に貯蔵されているか否かを判断するための指標である。例えば、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力が基準圧力より低い場合は、必要量の分解ガスが分解ガス貯蔵器 17 に貯蔵されていない場合に該当する。

[0053] 次に、ステップ S 110 において、制御装置 31 は、停止条件が成立したか否かを判定する。停止条件は、ガスタービンシステム 1 の停止を許可するための条件である。例えば、停止条件は、発電の要求がなくなっており、かつ、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力が基準圧力以上となっていることである。

[0054] 停止条件が成立したと判定された場合（ステップ S 110 / YES）、ステップ S 111 に進む。一方、停止条件が成立していないと判定された場合（ステップ S 110 / NO）、ステップ S 108 に戻る。

[0055] ステップ S 110 で YES と判定された場合、ステップ S 111 において、制御装置 31 は、ガスタービンシステム 1 を停止させ、図 2 に示す処理フローは終了する。具体的には、制御装置 31 は、燃焼器 13 へのアンモニアの供給、燃焼器 13 への分解ガスの供給、および、アンモニア分解触媒 16 へのアンモニアの供給を停止させることによって、ガスタービンシステム 1 を停止させる。

- [0056] 上記のように、制御装置 31 は、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力が基準圧力より低い場合には、ガスタービンシステム 1 を停止させずに、アンモニアタンク 14 からアンモニア分解触媒 16 へのアンモニアの供給を継続させる。それにより、分解ガス貯蔵器 17 内の圧力が基準圧力以上まで回復した後に、ガスタービンシステム 1 を停止させることができる。
- [0057] 以上説明したように、ガスタービンシステム 1 では、アンモニア分解触媒 16 は、抽気流路 43 に配置されている。それにより、アンモニア分解触媒 16 は、アンモニアの分解が活発に行われる状態となる程度の温度（つまり、基準温度以上の温度）まで、抽気流路 43 を流通する抽気によって加熱される。このように、圧縮機 11a により圧縮された空気の熱を有効利用することによって、アンモニア分解触媒 16 の加熱が実現される。ゆえに、専用のヒーターを用いることなく、アンモニア分解触媒 16 の加熱が実現される。
- [0058] また、ガスタービンシステム 1 では、アンモニア分解触媒 16 が分解ガス貯蔵器 17 を介して燃焼器 13 と接続されている。それにより、ガスタービンシステム 1 の運転中において、アンモニア分解触媒 16 にアンモニアを分解させ分解ガスを生成させることによって、分解ガスを分解ガス貯蔵器 17 に貯蔵しておくことができる。そして、次のガスタービンシステム 1 の起動時に、分解ガス貯蔵器 17 に貯蔵されている分解ガスを用いて点火を行うことによって、点火の失敗を抑制し、点火の確実性を向上させることができる。
- [0059] 上記のように、ガスタービンシステム 1 によれば、燃焼器 13 における燃焼性を向上させることができる。
- [0060] 特に、制御装置 31 は、ガスタービンシステム 1 の運転中（つまり、燃焼装置 10 の運転中）に、アンモニアタンク 14 からアンモニア分解触媒 16 へアンモニアが供給されるように、第 1 流量制御弁 21 を制御する。それにより、ガスタービンシステム 1 の運転中に、アンモニア分解触媒 16 に分解ガスを生成させ、分解ガスを分解ガス貯蔵器 17 に貯蔵することが適切に実

現される。

- [0061] 特に、制御装置 31 は、ガスタービンシステム 1 の起動時（つまり、燃焼装置 10 の起動時）に、分解ガス貯蔵器 17 から燃焼器 13 への分解ガスの供給が開始した後に、アンモニアタンク 14 から燃焼器 13 へのアンモニアの供給が開始するように、第 2 流量制御弁 22 および第 3 流量制御弁 23 を制御する。それにより、ガスタービンシステム 1 の起動時に、分解ガスが点火用の燃料として用いられ、燃焼器 13 における点火の失敗を抑制し、点火の確実性を向上させることが適切に実現される。
- [0062] 以下、図 3～図 6 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。なお、以下で説明する各変形例に係るガスタービンシステムでは、制御装置 31 が行う処理については、上述したガスタービンシステム 1 と同様なので、説明を省略する。
- [0063] 図 3 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 3 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、流路 47 に熱交換器 51 が設けられ、流路 46 が熱交換器 51 を通過する点異なる。
- [0064] 第 1 の変形例では、ガスタービンシステム 1A のうち、燃焼器 13 と、アンモニアタンク 14 と、ポンプ 15 と、アンモニア分解触媒 16 と、分解ガス貯蔵器 17 と、第 1 流量制御弁 21 と、第 2 流量制御弁 22 と、第 3 流量制御弁 23 と、制御装置 31 と、熱交換器 51 とが、燃焼装置 10A に含まれる。
- [0065] 流路 47 は、上述したように、アンモニア分解触媒 16 と分解ガス貯蔵器 17 とを接続する。このような流路 47 に熱交換器 51 が設けられる。流路 46 は、上述したように、アンモニアタンク 14 とアンモニア分解触媒 16 とを接続する。このような流路 46 が熱交換器 51 を通過する。
- [0066] 熱交換器 51 では、流路 47 を流通する分解ガスと、流路 46 を流通するアンモニアとの間で熱交換が行われる。流路 47 を流通する分解ガスの温度は、流路 46 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 5

1では、流路47を流通する分解ガスから流路46を流通するアンモニアに熱が移動する。よって、流路47を流通する分解ガスは冷却される。このように、熱交換器51は、流路47を流通する分解ガスを冷却する冷却装置に相当する。

[0067] 分解ガス貯蔵器17に送られる分解ガスの温度は、高温（例えば、400℃程度）である。しかしながら、分解ガス貯蔵器17内の分解ガスの温度は、ガスタービンシステム1の停止時から次の起動時までの間に低下する。分解ガス貯蔵器17内の分解ガスの温度の低下量が大きいほど、分解ガス貯蔵器17内の圧力は大きく低下する。

[0068] ガスタービンシステム1Aでは、アンモニア分解触媒16と分解ガス貯蔵器17とを接続する流路47に、冷却装置（具体的には、熱交換器51）が設けられる。それにより、分解ガス貯蔵器17に送られる分解ガスの温度を低下させることができる。ゆえに、ガスタービンシステム1の停止時から次の起動時までの間において、分解ガス貯蔵器17内の分解ガスの温度の低下量を小さくできるので、分解ガス貯蔵器17内の圧力の低下を抑制できる。それにより、分解ガス貯蔵器17内の圧力を燃焼室13a内の圧力に対してより高くすることができるので、分解ガス貯蔵器17から燃焼器13へ分解ガスを適切に供給させることができる。

[0069] 上記では、流路46が通過する熱交換器51が冷却装置として流路47に設けられる例を説明した。ただし、流路47に設けられる冷却装置は、熱交換器51に限定されない。例えば、流路47を流通する分解ガスを冷却水または空気によって冷却する装置が冷却装置として流路47に設けられてもよい。

[0070] 図4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4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、排気流路42に熱交換器52および熱交換器53が設けられ、流路49が熱交換器52および熱交換器53を通過する点が異なる。

- [0071] 第2の変形例では、ガスタービンシステム1Bのうち、燃焼器13と、アンモニアタンク14と、ポンプ15と、アンモニア分解触媒16と、分解ガス貯蔵器17と、第1流量制御弁21と、第2流量制御弁22と、第3流量制御弁23と、制御装置31とが、燃焼装置10Bに含まれる。
- [0072] 流路49には、水が流通する。図4では、流路49が簡略化して示されているが、流路49は、閉回路となっている。つまり、流路49内を水が循環している。流路49には、図示しないタービンが設けられており、水（具体的には、水蒸気）の流れを用いて当該タービンにより動力が得られるようになっている。流路49と、熱交換器52と、熱交換器53と、図示しないタービンとは、ガスタービンシステム1Bとは別のシステムに含まれる。
- [0073] 熱交換器52は、排気流路42のうち熱交換器53より下流側に設けられる。熱交換器52は、流路49のうち熱交換器53より上流側に設けられる。熱交換器52において、流路49を流通する液体の水は、排気流路42を流通する排気ガスによって加熱される。そして、加熱された液体の水は、熱交換器53において、排気流路42を流通する排気ガスによって再度加熱され、気化して気体（つまり、水蒸気）になる。そして、水蒸気によって図示しないタービンが回され、回転動力が生成される。
- [0074] 上記のように、ガスタービンシステム1Bは、別のシステムと一部を共有する。なお、ガスタービンシステム1Bと一部が共有される別のシステムの構成および用途は、上記の例に限定されない。このような場合においても、上述したガスタービンシステム1と同様の効果が奏される。
- [0075] 図5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5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1と比較して、抽気流路43が設けられず、アンモニア分解触媒16の設置位置が異なる。
- [0076] 第3の変形例では、ガスタービンシステム1Cのうち、燃焼器13と、アンモニアタンク14と、ポンプ15と、アンモニア分解触媒16と、分解ガス貯蔵器17と、第1流量制御弁21と、第2流量制御弁22と、第3流量

制御弁 23 と、制御装置 31 とが、燃焼装置 10C に含まれる。

[0077] ガスタービンシステム 1C では、アンモニア分解触媒 16 は、吸気流路 41 のうち圧縮機 11a と燃焼器 13 との間に配置されている。詳細には、アンモニア分解触媒 16 の内部空間と吸気流路 41 とが連通しない状態で、アンモニア分解触媒 16 と吸気流路 41 内の空気とが熱交換可能となっている。吸気流路 41 のうち圧縮機 11a より下流側を流通する空気は、圧縮機 11a により圧縮された空気なので、高温（例えば、400℃以上）になっている。ゆえに、ガスタービンシステム 1C の運転中（つまり、燃焼装置 10C の運転中）において、アンモニア分解触媒 16 は、アンモニアの分解が活発に行われる状態となる程度の温度（つまり、基準温度以上の温度）まで、吸気流路 41 を流通する空気によって加熱される。

[0078] 上記のように、ガスタービンシステム 1C では、アンモニア分解触媒 16 は、上述したガスタービンシステム 1 と異なり、吸気流路 41 のうち圧縮機 11a と燃焼器 13 との間に配置されている。このような場合においても、上述したガスタービンシステム 1 と同様に、圧縮機 11a により圧縮された空気の熱を有効利用することによって、アンモニア分解触媒 16 の加熱が実現される。ゆえに、上述したガスタービンシステム 1 と同様の効果が奏される。

[0079] 圧縮機 11a から燃焼器 13 に供給される空気は、燃焼器 13 のうち燃焼室 13a を形成する部材（具体的には、後述する図 6 中のライナ 13d 等）の冷却に利用される。ガスタービンシステム 1C の燃焼装置 10C では、圧縮機 11a から燃焼器 13 に供給される空気とアンモニア分解触媒 16 との間で熱交換が行われることによって、当該空気の温度は低下する。ゆえに、燃焼器 13 のうち燃焼室 13a を形成する部材に到達する空気の温度も低下する。よって、燃焼器 13 のうち燃焼室 13a を形成する部材を効果的に冷却することができる。

[0080] 図 6 は、第 4 の変形例に係るガスタービンシステム 1D の構成を示す模式図である。図 6 に示すように、第 4 の変形例に係るガスタービンシステム 1

Dでは、上述したガスタービンシステム1と比較して、アンモニア分解触媒16の設置位置が異なる。

[0081] なお、図6では、ガスタービンシステム1Dにおける燃焼器13およびその周辺の構成要素のみが図示されている。ただし、ガスタービンシステム1Dの構成要素は、アンモニア分解触媒16の設置位置が異なる点以外に関しては、上述したガスタービンシステム1と同様である。

[0082] 第4の変形例では、ガスタービンシステム1Dのうち、燃焼器13と、アンモニアタンク14と、ポンプ15と、アンモニア分解触媒16と、分解ガス貯蔵器17と、第1流量制御弁21と、第2流量制御弁22と、第3流量制御弁23と、制御装置31とが、燃焼装置10Dに含まれる。

[0083] ガスタービンシステム1Dでは、アンモニア分解触媒16は、燃焼器13において燃焼室13aと吸气流路41とを連通する空間Sに配置されている。詳細には、アンモニア分解触媒16の内部空間と空間Sとが連通しない状態で、アンモニア分解触媒16と空間S内の空気とが熱交換可能となっている。燃焼器13は、上述した燃焼室13aおよび点火装置13bの他に、ケーシング13cと、ライナ13dと、バーナ13eとを有する。

[0084] ケーシング13cは、略円筒形状を有する。ケーシング13cの内部に、ライナ13dが設けられる。ライナ13dは、略円筒形状を有する。ライナ13dは、ケーシング13cと同軸上に配置される。ライナ13dの内部には、燃焼室13aが形成されている。つまり、ライナ13dの内部空間が燃焼室13aに相当する。燃焼室13aには、排气流路42が接続されている。ライナ13dの内周部に、点火装置13bが設けられる。ライナ13dの端部（図6中の左側の端部）には、開口が形成される。ライナ13dの端部の開口に、バーナ13eが挿通されている。バーナ13eには、流路45および流路48が接続されている。バーナ13eには、流路45を介して、アンモニアが送られる。バーナ13eには、流路48を介して、分解ガスが送られる。バーナ13eは、燃焼室13aに臨んでいる。バーナ13eから燃焼室13aに、アンモニアおよび分解ガスが噴射される。

- [0085] ケーシング13cの内面とライナ13dの外表面との間には、空間Sが形成されている。空間Sには、吸気流路41が接続されている。空間Sには、吸気流路41を介して圧縮機11aから空気が送られる。空間Sは、ライナ13dの端部の開口と連通している。図6中で一点鎖線矢印により示すように、空間Sに送られた空気は、空間Sを通過した後、ライナ13dの端部の開口を介して燃焼室13aに送られる。
- [0086] 空間Sを流通する空気は、圧縮機11aにより圧縮された空気なので、高温（例えば、400℃以上）になっている。ゆえに、ガスタービンシステム1Dの運転中（つまり、燃焼装置10Dの運転中）において、アンモニア分解触媒16は、アンモニアの分解が活発に行われる状態となる程度の温度（つまり、基準温度以上の温度）まで、空間Sを流通する空気によって加熱される。
- [0087] 上記のように、ガスタービンシステム1Dでは、アンモニア分解触媒16は、上述したガスタービンシステム1と異なり、燃焼器13において燃焼室13aと吸気流路41とを連通する空間Sに配置されている。このような場合においても、上述したガスタービンシステム1と同様に、圧縮機11aにより圧縮された空気の熱を有効利用することによって、アンモニア分解触媒16の加熱が実現される。ゆえに、上述したガスタービンシステム1と同様の効果が奏される。
- [0088] 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。
- [0089] 上記では、ガスタービンシステム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およびガスタービンシステム1Dにおいて、過給機11によって生成された回転動力が発電機12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

システム 1、ガスタービンシステム 1 A、ガスタービンシステム 1 B、ガスタービンシステム 1 C およびガスタービンシステム 1 D において、過給機 1 1 によって生成された回転動力が他の用途（例えば、船舶等の移動体を駆動させる目的等）に利用されてもよい。

[0090] 上記では、ガスタービンシステム 1、ガスタービンシステム 1 A、ガスタービンシステム 1 B、ガスタービンシステム 1 C およびガスタービンシステム 1 D において、燃焼器 1 3 およびアンモニア分解触媒 1 6 に液体のアンモニアが供給される例を説明した。ただし、ガスタービンシステム 1、ガスタービンシステム 1 A、ガスタービンシステム 1 B、ガスタービンシステム 1 C およびガスタービンシステム 1 D において、燃焼器 1 3 およびアンモニア分解触媒 1 6 に気体のアンモニアが供給されてもよい。例えば、ポンプ 1 5 より下流側に気化器が設けられ、アンモニアが気化器によって気化された後に、燃焼器 1 3 またはアンモニア分解触媒 1 6 に供給されてもよい。なお、この場合、気化器より下流側にアキュムレータが設けられ得る。気化器およびアキュムレータは、流路 4 4 に設けられてもよく、流路 4 5 および流路 4 6 にそれぞれ設けられてもよい。

[0091] 上記では、ガスタービンシステム 1 に対して、流路 4 7 に冷却装置（具体的には、熱交換器 5 1）が追加的に設けられるガスタービンシステム 1 A を説明した。ただし、ガスタービンシステム 1 B、ガスタービンシステム 1 C およびガスタービンシステム 1 D に対して、流路 4 7 に冷却装置（具体的には、熱交換器 5 1）が追加的に設けられてもよい。

[0092] 上記では、ガスタービンシステム 1 に対して、流路 4 9、熱交換器 5 2 および熱交換器 5 3 を含むシステムが追加的に設けられるガスタービンシステム 1 B を説明した。ただし、ガスタービンシステム 1 A、ガスタービンシステム 1 C およびガスタービンシステム 1 D に対して、流路 4 9、熱交換器 5 2 および熱交換器 5 3 を含むシステムが追加的に設けられてもよい。

符号の説明

[0093] 1 : ガスタービンシステム 1 A : ガスタービンシステム 1 B : ガスター

ビンシステム 1 C : ガスタービンシステム 1 D : ガスタービンシステム
1 1 a : 圧縮機 1 3 : 燃焼器 1 3 a : 燃焼室 1 4 : アンモニアタン
ク 1 6 : アンモニア分解触媒 1 7 : 分解ガス貯蔵器 2 1 : 第 1 流量制
御弁 2 2 : 第 2 流量制御弁 2 3 : 第 3 流量制御弁 3 1 : 制御装置 4
1 : 吸気流路 4 3 : 抽気流路 4 4 : 流路 4 5 : 流路 4 6 : 流路 4
7 : 流路 4 8 : 流路 4 9 : 流路 5 1 : 熱交換器 (冷却装置) S : 空
間

請求の範囲

- [請求項1] アンモニアタンクと、
前記アンモニアタンクと接続され、燃焼室を有する燃焼器と、
前記燃焼器と接続される吸気流路と、
前記吸気流路に設けられる圧縮機と、
前記燃焼器と接続される分解ガス貯蔵器と、
前記圧縮機と接続される抽気流路、前記吸気流路のうち前記圧縮機と前記燃焼器との間、または、前記燃焼器において前記燃焼室と前記吸気流路とを連通する空間に配置され、前記アンモニアタンクおよび前記分解ガス貯蔵器と接続されるアンモニア分解触媒と、
を備える、
ガスタービンシステム。
- [請求項2] 前記アンモニア分解触媒と前記分解ガス貯蔵器とを接続する流路には、冷却装置が設けられる、
請求項1に記載のガスタービンシステム。
- [請求項3] 前記冷却装置は、前記アンモニア分解触媒と前記分解ガス貯蔵器とを接続する流路に設けられる熱交換器であり、
前記アンモニアタンクと前記アンモニア分解触媒とを接続する流路は、前記熱交換器を通過する、
請求項2に記載のガスタービンシステム。
- [請求項4] 前記アンモニアタンクと前記アンモニア分解触媒とを接続する流路には、第1流量制御弁が設けられ、
前記ガスタービンシステムの運転中に、前記アンモニアタンクから前記アンモニア分解触媒へアンモニアが供給されるように、前記第1流量制御弁を制御する制御装置を備える、
請求項1から3のいずれか一項に記載のガスタービンシステム。
- [請求項5] 前記分解ガス貯蔵器と前記燃焼器とを接続する流路には、第2流量制御弁が設けられ、

前記アンモニアタンクと前記燃焼器とを接続する流路には、第3流量制御弁が設けられ、

前記制御装置は、前記ガスタービンシステムの起動時に、前記分解ガス貯蔵器から前記燃焼器への分解ガスの供給が開始した後に、前記アンモニアタンクから前記燃焼器への前記アンモニアの供給を開始するように、前記第2流量制御弁および前記第3流量制御弁を制御する

、

請求項4に記載のガスタービンシステム。