

明 細 書

発明の名称：

ガスタービン設備、及びガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法 技術分野

[0001] 本開示は、アンモニアを燃料とするガスタービン設備、及びガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法に関する。

本願は、2021年7月13日に、日本国に出願された特願2021-115757号に基づき優先権を主張し、この内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備えている。

以下の特許文献1には、燃焼器に供給する燃料として、アンモニアを用いるガスタービン設備が開示されている。アンモニアをガスタービンの燃料として用いる場合、アンモニアが燃焼すると、このアンモニアを形成する窒素の一部が NO_x になる。このため、このガスタービン設備は、ガスタービンからの排気ガスが流れる流路中に脱硝装置を設けている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-178840号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] アンモニアをガスタービンの燃料として用いる場合、 NO_x のみならず、このアンモニア自体も未燃焼のまま外部に排出されることを抑制することが望ましい。

[0005] そこで、本開示は、アンモニアをガスタービンの燃料として用いる場合、外部へのアンモニアの排出を抑制することができる技術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] 前記目的を達成するための一態様としてのガスタービン設備は、
- 燃焼器を有するガスタービンと、前記燃焼器にアンモニアを供給するアンモニア供給装置と、前記ガスタービンからの排気ガスが流れる排気ガス流路を形成する流路形成枠と、前記排気ガス流路内に配置され、前記排気ガス流路内に散水できる散水器を有する散水装置と、前記散水装置の動作を制御する散水制御器と、を備える。前記散水制御器は、前記アンモニア供給装置から前記燃焼器へのアンモニア供給開始指示又はアンモニア供給停止指示を受け付けることを条件として、前記散水装置に対して散水開始を指示する。
- [0007] アンモニア供給装置は、一般的に、燃料としてのアンモニアが流れるアンモニアラインと、このアンモニアライン中に設けられている燃料調節弁と、を有する。アンモニア供給装置から燃焼器へのアンモニアの供給開始過程では、アンモニアライン中で燃料調節弁よりも燃焼器側の部分、及び燃焼器の燃料ノズル内がアンモニアで満たされ、燃焼器の燃焼筒内にアンモニアが噴射され始める。その後、燃焼筒内のアンモニアに点火される。燃料調節弁がアンモニアの供給開始指示を受け付けて、この燃料調節弁が開いてから、燃焼筒内のアンモニアが点火されるまでの間に、燃料調節弁から流出したアンモニアは、燃焼せずに、ガスタービンから排気される。このアンモニアは、排気ガス流路内を流れる。また、燃焼器へのアンモニアの供給停止過程では、燃料調節弁がアンモニアの供給停止指示を受け付けて、この燃料調節弁が閉じた後、アンモニアライン中で燃料調節弁よりも燃焼器側の部分、及び燃焼器の燃料ノズル内のアンモニアが燃焼筒内に流出する。このアンモニアも、燃焼せずに、ガスタービンから排気される。
- [0008] 本態様の散水制御器は、アンモニアの供給開始指示又はアンモニアの供給停止を受け付けると、散水装置に対して散水開始を指示する。この結果は、散水器から排気ガス流路内に散水が開始され、この水に排気ガス流路内を流れるアンモニアが吸収される。

[0009] よって、本態様では、アンモニア供給装置から燃焼器へのアンモニアの供給開始過程、又はアンモニアの供給停止過程におけるアンモニアの外部への排出を抑えることができる。

[0010] 前記目的を達成するための一態様としてのガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法は、以下のガスタービン設備に適用される。

ガスタービン設備は、燃焼器を有するガスタービンと、前記燃焼器にアンモニアを供給するアンモニア供給装置と、前記ガスタービンからの排気ガスが流れる排気ガス流路を形成する流路形成枠と、を備える。

本態様におけるアンモニア排出抑制方法では、前記排気ガス流路内に散水する散水工程を実行する。前記散水工程では、前記アンモニア供給装置から前記燃焼器へのアンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止指示を受け付けることを条件として、前記排気ガス流路内への散水を開始する。

[0011] 本態様では、前記一態様におけるガスタービン設備と同様、アンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止を受け付けると、排気ガス流路内に散水が開始される。この水に排気ガス流路内を流れるアンモニアが吸収される。よって、本態様でも、前記一態様におけるガスタービン設備と同様、アンモニア供給装置から燃焼器へのアンモニアの供給開始過程、又はアンモニアの供給停止過程におけるアンモニアの外部への排出を抑えることができる。

発明の効果

[0012] 本開示の一態様では、アンモニアをガスタービンの燃料として用いる場合、外部へのアンモニアの排出を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示に係る第一実施形態におけるガスタービン設備の系統図である。

[図2]本開示に係る一実施形態におけるアンモニアの供給開始過程における制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図3]本開示に係る一実施形態におけるアンモニアの供給停止過程における制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]本開示に係る第二実施形態におけるガスタービン設備の系統図である。

[図5]本開示に係る第二実施形態における煙突の断面図である。

[図6]本開示に係る第三実施形態におけるガスタービン設備の系統図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示に係るガスタービン設備の各種実施形態及び各種変形例について、図面を用いて説明する。

[0015] 「第一実施形態」

以下、本開示に係るガスタービン設備の第一実施形態について、図1～図3を用いて説明する。

[0016] 本実施形態のガスタービン設備は、図1に示すように、ガスタービン10と、ガスタービン10に燃料としてのアンモニアを供給するアンモニア供給装置20と、ガスタービン10から排気された排気ガスの熱を利用して蒸気が発生させる排熱回収ボイラ30と、排熱回収ボイラ30からの蒸気で駆動する蒸気タービン41と、蒸気タービン41からの蒸気を水に戻す復水器43と、復水器43内の水を排熱回収ボイラ30に送るポンプ45と、排熱回収ボイラ30からの排気ガスを外部に排気する煙突33と、ガスタービン10からの排気ガス中に含まれるNO_x分を分解する脱硝装置50と、排熱回収ボイラ30内に散水する散水装置60と、ミストエリミネータ70と、水回収ライン71と、アンモニア水供給装置74と、制御装置90と、を備える。

[0017] ガスタービン10は、空気Aを圧縮する圧縮機14と、圧縮機14で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器15と、高温高圧の燃焼ガスにより駆動するタービン16と、を備える。

[0018] 圧縮機14は、ロータ軸線Arを中心として回転する圧縮機ロータ14rと、この圧縮機ロータ14rを覆う圧縮機ケーシング14cと、を有する。タービン16は、燃焼器15からの燃焼ガスにより、ロータ軸線Arを中心として回転するタービンロータ16rと、このタービンロータ16rを覆うタービンケーシング16cと、を有する。タービンロータ16rと圧縮機ロ

ータ 14 r とは、同一のロータ軸線 A r を中心として回転可能に相互に連結されて、ガスタービンロータ 11 を成す。このガスタービンロータ 11 には、例えば、発電機 G のロータが接続されている。なお、このガスタービン 10 は、一のガスタービンロータを有する一軸ガスタービンであるが、ガスタービンは、二軸ガスタービンや三軸ガスタービンであってもよい。

[0019] ガスタービン 10 は、さらに、中間ケーシング 12 を備える。中間ケーシング 12 は、ロータ軸線 A r が延びている方向で、圧縮機ケーシング 14 c とタービンケーシング 16 c との間に配置され、圧縮機ケーシング 14 c とタービンケーシング 16 c とを連結する。この中間ケーシング 12 内には、圧縮機 14 から吐出された圧縮空気が流入する。燃焼器 15 は、中間ケーシング 12 に固定されている。この燃焼器 15 は、燃焼筒（又は尾筒） 15 c と、燃焼筒 15 c 内に燃料を噴射する燃料ノズル 15 n と、燃焼筒 15 c 内に噴射された燃料を点火する点火栓 15 i と、を有する。

[0020] アンモニア供給装置 20 は、アンモニアタンク 21 と、アンモニアライン 22 と、アンモニアポンプ 23 と、気化器 24 と、燃料調節弁 25 と、パージガスライン 26 と、パージガス調節弁 27 と、を有する。

[0021] アンモニアタンク 21 には、液体アンモニアが貯留される。アンモニアライン 22 の一端は、このアンモニアタンク 21 に接続され、このアンモニアライン 22 の他端は、燃焼器 15 の燃料ノズル 15 n に接続されている。アンモニアポンプ 23 は、このアンモニアライン 22 中に設けられている。このアンモニアポンプ 23 は、アンモニアタンク 21 内のアンモニアを昇圧して、このアンモニアを燃焼器 15 に送る。気化器 24 は、アンモニアライン 22 中で、アンモニアポンプ 23 よりも燃焼器 15 側の位置に設けられている。この気化器 24 は、加熱媒体と液体アンモニアとを熱交換させて、液体アンモニアを加熱し気化させる熱交換器である。なお、アンモニア供給装置は、この気化器 24 の替りに、液体アンモニアを空間中に噴霧して、液体アンモニアをミストアンモニアに替える噴霧器を備えてもよい。燃料調節弁 25 は、アンモニアライン 22 中で、気化器 24 よりも燃焼器 15 側の位置に設

けられている。この燃料調節弁 25 は、燃焼器 15 に供給する燃料としてのアンモニアの流量を調節する。アンモニアライン 22 中で、燃料調節弁 25 よりも燃焼器 15 側の位置には、パージガスライン 26 の一端が接続されている。このパージガスライン 26 の他端には、パージ用ガス供給源（不図示）が接続されている。このパージガス調節弁 27 は、このパージガスライン 26 中に設けられている。パージガス調節弁 27 は、パージ用ガス供給源からアンモニアライン 22 に送るパージ用ガスの流量を調節する。パージ用ガスは、例えば、窒素ガスである。

[0022] 排熱回収ボイラ 30 は、ガスタービン 10 から排気された排気ガスと水とを熱交換させて、この水を加熱して蒸気にする。この排熱回収ボイラ 30 は、ガスタービン 10 に接続されているダクト 31、ダクト 31 内に配置されている伝熱管 32 と、を有する。ダクト 31 は、ガスタービン 10 からの排気ガスが流れるダクトガス流路 36 を形成する。伝熱管 32 には、液体又は気体の水が流れる。なお、伝熱管 32 内には、水以外の熱媒体が流れてもよい。

[0023] 排熱回収ボイラ 30 における伝熱管 32 の一端と蒸気タービン 41 の蒸気入口とは、主蒸気ライン 42 で接続されている。伝熱管 32 からの蒸気は、この主蒸気ライン 42 を介して蒸気タービン 41 に送られる。蒸気タービン 41 のロータには、例えば、発電機のロータが接続されている。蒸気タービン 41 から排気された蒸気は、復水器 43 で水に戻される。排熱回収ボイラ 30 における伝熱管 32 の他端と復水器 43 とは、給水ライン 44 で接続されている。この給水ライン 44 には、復水器 43 内の水を排熱回収ボイラ 30 に送るポンプ 45 が設けられている。

[0024] 煙突 33 は、排熱回収ボイラ 30 のダクト 31 に接続されている。煙突 33 には、ダクト 31 からの排気ガスを外部に排気する煙突ガス流路 37 が形成されている。この煙突ガス流路 37 は、鉛直方向に延びる。本実施形態において、ガスタービン 10 からの排気ガスが流れる排気ガス流路 35 は、ダクトガス流路 36 と煙突ガス流路 37 とを有する。よって、本実施形態にお

いて、排気ガス流路 35 を形成する流路形成枠 34 は、排熱回収ボイラ 30 のダクト 31 と煙突 33 とを有する。

[0025] 脱硝装置 50 は、排熱回収ボイラ 30 のダクト 31 内に配置されている触媒層 51 と、この触媒層 51 のガス流れ方向における上流側にアンモニア水を散布するアンモニア散布器 52 と、このアンモニア散布器 52 にアンモニア水を供給するアンモニア水供給ライン 53 と、アンモニア水調節弁 54 と、を有する。アンモニア水調節弁 54 は、アンモニア水供給ライン 53 を流れるアンモニア水の流量を調節する。脱硝装置 50 は、アンモニア水を利用して、触媒の働きにより、ガスタービン 10 からの排気ガス中に含まれる NO_x を窒素と水蒸気とに分解する。

[0026] 散水装置 60 は、ダクトガス流路 36 内に水を散水することが可能な散水器 61 と、この散水器 61 が散水する水を溜めておくことができる水タンク 62 と、水タンク 62 内の水を散水器 61 に供給できる水供給装置 66 と、を有する。散水器 61 は、ダクト 31 内で、脱硝装置 50 及び伝熱管 32 よりも、ガス流れの下流側に配置されている。ダクト 31 内で、散水器 61 よりガス流れ方向における下流側には、ダクトガス流路 36 中のミストを捕捉できるミストエリミネータ 70 が配置されている。ミストエリミネータ 70 は、例えば、網又は複数の繊維で形成されたパッド等で構成されている。水供給装置 66 は、水タンク 62 と散水器 61 とを接続する水ライン 67 と、この水ライン 67 に設けられている水供給ポンプ 68 と、水ライン 67 中で、水供給ポンプ 68 よりも散水器 61 側に設けられている水調節弁 69 と、を有する。

[0027] 水回収ライン 71 の一端は、ダクト 31 中で、ミストエリミネータ 70 よりもガス流れ方向における下流側の位置、又はガス流れ方向でミストエリミネータ 70 が配置されている領域、に接続されている。この水回収ライン 71 の他端は、水タンク 62 に接続されている。すなわち、この水回収ライン 71 は、散水器 61 からダクト 31 内に散水された水を水タンク 62 に戻すラインである。水タンク 62 には、この水タンク 62 内に水を供給すること

ができる補給水ライン 6 3 が設けられている。水タンク 6 2 には、さらに、水タンク 6 2 内のアンモニア濃度を検知できるアンモニア濃度計 6 4 が設けられている。

[0028] アンモニア水供給装置 7 4 は、アンモニア水サブライン 7 5 と、アンモニア水サブ調節弁 7 6 と、前述の水供給ポンプ 6 8 と、を有する。アンモニア水サブライン 7 5 は、散水装置 6 0 における水ライン 6 7 中で、水供給ポンプ 6 8 よりも散水器 6 1 側で且つ水調節弁 6 9 よりも水タンク 6 2 側の位置と、アンモニア水供給ライン 5 3 中で、アンモニア水調節弁 5 4 よりもアンモニア散布器 5 2 側の位置とを接続する。アンモニア水サブ調節弁 7 6 は、このアンモニア水サブライン 7 5 中に設けられている。なお、水供給ポンプ 6 8 は、このアンモニア水供給装置 7 4 の構成要素の一つであると共に、散水装置 6 0 の構成要素の一つでもある。

[0029] 制御装置 9 0 は、ガスタービン制御器 9 1 と、散水制御器 9 2 と、を有する。ガスタービン制御器 9 1 は、ガスタービン 1 0 に設けられている各種計器や外部からの指示等に応じて、燃料調節弁 2 5 やパージガス調節弁 2 7 の動作等を制御する。散水制御器 9 2 は、散水装置 6 0 の動作を制御する。散水制御器 9 2 は、具体的に、水供給ポンプ 6 8 及び水調節弁 6 9 の動作を制御する。ガスタービン制御器 9 1 及び散水制御器 9 2 は、いずれも、各種演算を実行する CPU (Central Processing Unit) と、この CPU のワークエリアであるメモリ等を有する。なお、ガスタービン制御器 9 1 及び散水制御器 9 2 は、互に共有する CPU と、互に共有するメモリ等で構成されてもよい。

[0030] 次に、以上で説明したガスタービン設備の動作について説明する。

[0031] ガスタービン 1 0 を起動させる際、起動モータを駆動させて、ガスタービンロータ 1 1 を回転させる。なお、起動モータは、ガスタービンロータ 1 1 に別途接続されている場合もあるが、ガスタービンロータ 1 1 に接続されている発電機が、起動モータとしての役割を担う場合もある。また、ガスタービン 1 0 を起動させる際、ディーゼルエンジンを起動させて、ガスタービン

ロータ 11 を回転させてもよいし、蒸気タービンでガスタービンロータ 11 を回転させてもよい。

[0032] 起動モータの駆動で、ガスタービンロータ 11 の回転数が次第に高まる。この過程で、燃焼器 15 に、燃料としてのアンモニアが供給される。ここで、燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程における制御装置 90 の動作について、図 2 に示すフローチャートに従って説明する。

[0033] ガスタービン制御器 91 は、ガスタービン 10 の起動過程で、燃料としてのアンモニアの供給開始条件を満たした否かを判断する（S10：供給開始条件の判断工程）。ガスタービン制御器 91 は、起動モータの駆動で、ガスタービンロータ 11 の回転数が予め定められた回転数になると、燃料としてのアンモニアの供給開始条件を満たしたと判断して、燃料調節弁 25 及び散水制御器 92 に対してアンモニアの供給開始を指示する（S11：供給開始の指示工程）。具体的に、ガスタービン制御器 91 は、燃料調節弁 25 に開状態になるよう指示する。燃料調節弁 25 は、この指示を受けると、開状態になる。この結果、燃焼器 15 へのアンモニアの供給が開始される。具体的には、アンモニアライン 22 中で燃料調節弁 25 よりも燃焼器 15 側の部分、及び燃焼器 15 の燃料ノズル 15n 内がアンモニアで満たされ、燃焼器 15 の燃焼筒 15c 内にアンモニアが噴射され始める。

[0034] 燃焼器 15 へのアンモニアの供給が開始されてから、予め定められた時間（例えば、数分間）が経過すると、ガスタービン制御器 91 は、点火栓 15i により、燃焼筒 15c 内のアンモニアを点火させる（S12：点火の指示工程）。この結果、燃焼筒 15c 内のアンモニアの燃焼が開始される。

[0035] 前述したように、ガスタービン制御器 91 は、燃料調節弁 25 のみならず、散水制御器 92 にも、アンモニアの供給開始を指示する。散水制御器 92 は、この指示を受け付けると（S15：供給開始指示の受付工程）、散水装置 60 に対して散水開始を指示する（S17：散水開始の指示工程）。散水制御器 92 は、具体的に、散水装置 60 の水供給ポンプ 68 に対して駆動を指示すると共に、水調節弁 69 に対して開状態になるよう指示する。この結果

、水タンク 6 2 内の水が水ライン 6 7 を介して、排熱回収ボイラ 3 0 のダクト 3 1 内に配置されている散水器 6 1 に供給され始め、ダクトガス流路 3 6 内に散水が開始される（S 1 6：散水工程）。

[0036] 散水制御器 9 2 は、アンモニア供給開始の指示を受け付けてから、予め定められた時間（例えば、数分間）経過したか否かを判断する（S 1 8：散水停止条件の判断工程）。この予め定められた時間の終了時点は、アンモニアの点火が完了する時点よりも後である。言い換えると、この予め定められた時間の終了時点は、ガスタービン 1 0 から未燃焼のアンモニアが排気されなくなると想定される時点よりも後の時点である。散水制御器 9 2 は、アンモニア供給開始の指示を受け付けてから、予め定められた時間経過したと判断すると、散水装置 6 0 に対して散水停止を指示する（S 1 9：散水停止の指示工程）。散水制御器 9 2 は、具体的に、散水装置 6 0 の水供給ポンプ 6 8 に対して駆動停止を指示すると共に、水調節弁 6 9 に対して閉状態になるよう指示する。この結果、散水器 6 1 からダクトガス流路 3 6 内へ散水が停止し、散水工程（S 1 6）が終了する。

[0037] 燃料調節弁 2 5 が開いてから、燃焼筒 1 5 c 内のアンモニアが点火されるまでの間に、燃料調節弁 2 5 から流出したアンモニアは、燃焼せずに、ガスタービン 1 0 から排気される。このアンモニアは、排熱回収ボイラ 3 0 のダクト 3 1 内であるダクトガス流路 3 6 内を流れる。本実施形態では、ガスタービン制御器 9 1 が燃料調節弁 2 5 に対してアンモニア供給開始を指示する（S 1 1）と共に、散水が開始される（S 1 6）。このため、燃焼器 1 5 へのアンモニアの供給開始過程で、ガスタービン 1 0 から排気されたアンモニアは、散水器 6 1 からの水滴に吸収される。アンモニアを吸収した水滴は、ミストエリミネータ 7 0 に捕集された後、ダクト 3 1 の下部に溜まり、水回収ライン 7 1 を介して、水タンク 6 2 に戻る。すなわち、排気ガス流路 3 5 の一部であるダクトガス流路 3 6 内に散水された水を含む液体が流路形成枠 3 4 の一部であるダクト 3 1 外に導かれる。この流路形成枠 3 4 外に水を導く水回収工程は、散水工程と並行して実行させる。

- [0038] 燃焼筒 15 c 内でアンモニアが点火されると、失火しない限り、燃焼器 15 に供給されているアンモニアは、燃焼筒 15 c 内に燃焼し続ける。このため、燃焼筒 15 c 内でアンモニアが点火されると、失火しない限り、ガスタービン 10 からアンモニアは排気されなくなる。このため、本実施形態では、アンモニア供給開始の指示を受け付けてから、予め定められた時間が経過して、アンモニアの点火が完了した後に、散水器 61 からダクトガス流路 36 内へ散水が停止する。
- [0039] 前述したように、燃焼筒 15 c 内でアンモニアが点火されると、アンモニアの燃焼が開始される。この燃焼で生成された燃焼ガスは、タービン 16 に送られ、タービンロータを回転させる。タービンロータを回転させた燃焼ガスは、排気ガスとして、ガスタービン 10 から排気され、排熱回収ボイラ 30 のダクト 31 内を流れる。アンモニアを燃焼させた場合、排気ガス中には、 NO_x が含まれている。このため、本実施形態では、アンモニアの燃焼が開始された後、アンモニア水供給源からアンモニア水供給ライン 53 を介して脱硝装置 50 へのアンモニア水の供給が開始され、排気ガス中に含まれる NO_x が窒素と水蒸気とに分解される。
- [0040] 散水工程 (S16) が繰り返し実行され、そのたびに、アンモニアを吸収した水が水タンク 62 に戻ってくると、水タンク 62 内の水中におけるアンモニア濃度は次第に高まる。水タンク 62 内のアンモニア濃度は、アンモニア濃度計 64 により検知される。このアンモニア濃度計 64 で検知されたアンモニア濃度が予め定められた濃度以上で、且つ脱硝装置 50 による脱硝処理が必要な条件下では、アンモニア水サブ調節弁 76 が開き、水タンク 62 内のアンモニアを吸収した水は、アンモニア水サブライン 75 を介して、脱硝装置 50 に供給される。脱硝装置 50 は、このアンモニア水を用いて、排気ガス中に含まれる NO_x を窒素と水蒸気とに分解する。よって、本実施形態では、脱硝処理に用いるアンモニア水供給源からのアンモニア水の使用量を抑えることができる。
- [0041] 次に、燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程における制御装置 90 の

動作について、図3に示すフローチャートに従って説明する。

- [0042] ガスタービン制御器91は、燃焼器15にアンモニアを供給している間、燃料としてのアンモニアの供給停止条件を満たした否かを判断している（S20：供給停止条件の判断工程）。
- [0043] ここで、アンモニアの供給停止条件を満たす場合とは、
- a. ガスタービン10の通常停止を外部から受け付けた場合
 - b. 何らかのトラブルで、外部からの指示若しくはガスタービン10に設けられている各種センサからの信号により、ガスタービン10を緊急停止する必要が生じた場合
- である。
- ガスタービン10を緊急停止する必要が生じた場合とは、具体的に、燃焼筒15c内でのアンモニアの失火した場合、ガスタービン10に接続されている発電機と外部電力系統との緊急遮断を外部から受けた場合等がある。
- [0044] ガスタービン制御器91は、アンモニアの供給停止条件を満たしたと判断すると、燃料調節弁25及び散水制御器92に対してアンモニアの供給停止を指示する（S21：供給停止の指示工程）。具体的に、ガスタービン制御器91は、燃料調節弁25に閉状態になるよう指示する。燃料調節弁25は、この指示を受けると、閉状態になる。この結果、燃焼器15へのアンモニアの供給が停止される。さらに、ガスタービン制御器91は、パージガス調節弁27に開状態になるよう指示する（S22：パージ開始指示工程）。パージガス調節弁27は、この指示を受けると、開状態になる。この結果、パージ用ガス供給源から窒素等のパージ用ガスがアンモニアライン22に送られる。このパージ用ガスにより、アンモニアライン22中で燃料調節弁25よりも燃焼器15側の部分、及び燃焼器15の燃料ノズル15n内のアンモニアが燃焼筒15c内に押し出される。
- [0045] 燃焼器15へのアンモニアの供給が停止されてから、予め定められた時間（例えば、数分間）が経過すると、ガスタービン制御器91は、パージガス調節弁27に閉状態になるよう指示する（S23：パージ終了指示工程）。

この予め定められた時間の終了時点は、燃焼器 15 へのアンモニア供給が停止し、ガスタービンロータ 11 の回転数が次第に低下して、タービンケーシング内のガスの空筒速度が予め定められた速度以下になった時点である。言い換えると、この予め定められた時間の終了時点は、ガスタービン 10 から未燃焼のアンモニアが実質的に排気されなくなると想定される時点よりも後の時点である。パージガス調節弁 27 は、この指示を受けると、閉状態になり、パージ用ガス供給源からパージ用ガスがアンモニアライン 22 に送られなくなる。

[0046] 前述したように、ガスタービン制御器 91 は、燃料調節弁 25 のみならず、散水制御器 92 にも、アンモニアの供給停止を指示する。散水制御器 92 は、この指示を受け付けると（S25:供給停止指示の受付工程）、散水装置 60 に対して散水開始を指示する（S27:散水開始の指示工程）。散水制御器 92 は、具体的に、散水装置 60 の水供給ポンプ 68 に対して駆動を指示すると共に、水調節弁 69 に対して開状態になるよう指示する。この結果、水タンク 62 内の水が水ライン 67 を介して、排熱回収ボイラ 30 のダクト 31 内に配置されている散水器 61 に供給され始め、ダクトガス流路 36 内に散水が開始される（S26:散水工程）。

[0047] 散水制御器 92 は、アンモニア供給開始の指示を受け付けてから、予め定められた時間（例えば、数分間）経過したか否かを判断する（S28:散水停止条件の判断工程）。この予め定められた時間の終了時点は、パージガス調節弁 27 が閉状態になった時点よりも後である。散水制御器 92 は、アンモニア供給停止の指示を受け付けてから、予め定められた時間経過したと判断すると、散水装置 60 に対して散水停止を指示する（S29:散水停止の指示工程）。散水制御器 92 は、具体的に、散水装置 60 の水供給ポンプ 68 に対して駆動停止を指示すると共に、水調節弁 69 に対して閉状態になるよう指示する。この結果、散水器 61 からダクトガス流路 36 内へ散水が停止し、散水工程（S26）が終了する。

[0048] 前述したように、燃料調節弁 25 が閉状態になった後、パージ用ガスによ

り、アンモニアライン 22 中で燃料調節弁 25 よりも燃焼器 15 側の部分、及び燃焼器 15 の燃料ノズル 15 n 内のアンモニアが燃焼筒 15 c 内に押し出される。このアンモニアは、燃焼せずに、ガスタービン 10 から排気される。このアンモニアは、排熱回収ボイラ 30 のダクト 31 内であるダクトガス流路 36 内を流れる。本実施形態では、前述したように、ガスタービン制御器 91 が燃料調節弁 25 に対してアンモニア供給停止を指示する (S 21) と共に、散水が開始される (S 26)。このため、燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程で、ガスタービン 10 から排気されたアンモニアは、散水器 61 からの水滴に吸収される。アンモニアを吸収した水滴は、ミストエリミネータ 70 に捕集された後、ダクト 31 の下部に溜まり、水回収ライン 71 を介して、水タンク 62 に戻る。

[0049] パージガス調節弁 27 を閉状態にした時点では、前述したように、タービンケーシングからガスがほとんど排気されなくなつた時点である。このため、本実施形態では、アンモニア供給停止の指示を受け付けてから、予め定められた時間が経過して、パージ調節弁が閉状態になった後に、散水器 61 からダクトガス流路 36 内へ散水が停止する。

[0050] 以上で説明したように、燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程、及び燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程では、未燃焼のアンモニアがガスタービン 10 から排気される。本実施形態では、これらの過程で、未燃焼のアンモニアがガスタービン 10 から排気されるときに、散水装置 60 により、ダクトガス流路 36 内に水が散水され、この水にアンモニアが吸収される。よって、本実施形態では、外部へのアンモニアの排出を抑制することができる。

[0051] 「第二実施形態」

以下、本開示に係るガスタービン設備の第二実施形態について、図 4 及び図 5 を用いて説明する。

[0052] 本実施形態のガスタービン設備は、第一実施形態のガスタービン設備と同様、図 4 に示すように、ガスタービン 10 と、アンモニア供給装置 20 と、

排熱回収ボイラ３０と、蒸気タービン４１と、復水器４３と、ポンプ４５と、煙突３３と、脱硝装置５０と、散水装置６０ａと、水回収ライン７１ａと、アンモニア水供給装置７４と、制御装置９０と、を備える。但し、本実施形態の散水装置６０ａは、第一実施形態の散水装置６０と異なる。この関係で、本実施形態の水回収ライン７１ａも、第一実施形態の水回収ライン７１と異なる。また、本実施形態のガスタービン設備は、第一実施形態のガスタービン設備におけるミストエリミネータ７０を備えていない。

[0053] 本実施形態の散水装置６０ａは、第一実施形態の散水装置６０と同様、散水器６１ａと、水タンク６２と、水供給装置６６と、を有する。但し、本実施形態の散水器６１ａは、第一実施形態の散水器６１と、配置及び構成が異なる。本実施形態の散水器６１ａは、排熱回収ボイラ３０のダクト３１内ではなく、煙突３３内、言い換えると煙突ガス流路３７内に配置されている。この散水器６１ａは、図５に示すように、煙突３３の内周面に沿って環状のリングヘッダ６１ｈと、このリングヘッダ６１ｈの内周側に設けられている複数のノズル６１ｎと、を有する。リングヘッダ６１ｈは、水タンク６２（図４参照）から延びる水ライン６７に接続されている。複数のノズル６１ｎは、リングヘッダ６１ｈに供給された水を、水平方向成分を有する方向であって、環状のリングヘッダ６１ｈの内周側に向かって散水できるように設けられている。

[0054] 図４に示すように、水回収ライン７１ａの一端は、煙突３３中で、散水器６１ａが配置されている位置よりも下側の位置に接続されている。また、この水回収ライン７１ａの他端は、第一実施形態の水回収ライン７１の他端と同様、水タンク６２に接続されている。

[0055] 本実施形態の制御装置９０は、第一実施形態の制御装置９０と同様に構成で、ガスタービン制御器９１及び散水制御器９２を有する。また、本実施形態の制御装置９０は、第一実施形態の制御装置９０と同様に動作する。このため、燃焼器１５へのアンモニアの供給開始過程では、ガスタービン制御器９１及び散水制御器９２が、図２のフローチャートで示す動作をする。また

、燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程では、ガスタービン制御器 9 1 及び散水制御器 9 2 が、図 3 のフローチャートで示す動作をする。

[0056] 本実施形態においても、第一実施形態と同様、燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程、及び燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程で、未燃焼のアンモニアがガスタービン 10 から排気されるときに、散水装置 60 a により、煙突ガス流路 37 内に水が散布され、このアンモニアを吸収する。よって、本実施形態でも、外部へのアンモニアの排気を抑制することができる。

[0057] ところで、本実施形態では、散水器 61 a から散水された水滴が煙突 33 外に放出されないよう、散水器 61 a からの散水される水滴の粒径が、煙突 33 内を流れる排気ガスの上昇速度以上の沈降速度を持つ粒径にしている。このため、本実施形態では、散水器 61 a よりも、ガス流れ方向における下流側（上側）に水滴が実質的に流れず、第一実施形態のように、散水器 61 よりガス流れ方向における下流側にミストエリミネータ 70 を配置する必要性がない。よって、本実施形態では、第一実施形態よりも、排気ガス流路 35 中における圧力損失を抑えることができる。但し、本実施形態の水滴の粒径を第一実施形態の水滴の粒径よりも大きくする必要性があるため、アンモニアの吸収効率が第一実施形態よりも低い。

[0058] すなわち、本実施形態は、第一実施形態よりも排気ガス流路 35 中における圧力損失を抑えることができるというメリットを有するものの、第一実施形態よりもアンモニアの吸収効率が低いというデメリットを有する。言い換えると、第一実施形態は、本実施形態よりもアンモニアの吸収効率が低いというデメリットを有するものの、本実施形態よりも排気ガス流路 35 中における圧力損失が高まるというデメリットを有する。このため、第一実施形態の散水器 61 と本実施形態の散水器 61 a とのうち、いずれを採用するかについては、両者のメリット及びデメリットを比較して決めることが好ましい。

[0059] 本実施形態は、煙突 33 内に散水器 61 a を設け、この散水器 61 a より

も下流側（上側）にミストエリミネータを設けない例である。しかしながら、煙突３３内に散水器６１aを設けると共に、この散水器６１aよりも下流側（上側）にミストエリミネータを設けてもよい。

[0060] 「第三実施形態」

以下、本開示に係るガスタービン設備の第三実施形態について、図６を用いて説明する。

[0061] 本実施形態のガスタービン設備は、第一実施形態のガスタービン設備と同様、図６に示すように、ガスタービン１０と、アンモニア供給装置２０と、排熱回収ボイラ３０と、蒸気タービン４１と、復水器４３と、ポンプ４５と、煙突３３と、脱硝装置５０と、散水装置６０と、水回収ライン７１と、制御装置９０と、を備える。但し、本実施形態のガスタービン設備は、第一実施形態のガスタービン設備におけるアンモニア水供給装置７４を備えていない。本実施形態のガスタービン設備は、このアンモニア水供給装置７４の替りに、処理水供給装置７７を備える。さらに、本実施形態のガスタービン設備は、酸供給装置８０を備える。

[0062] 酸供給装置８０は、アンモニアとの反応で塩が生成される酸の水溶液を溜めることができる酸タンク８１と、酸タンク８１と水タンク６２とを接続する酸ライン８２と、酸ライン８２中に設けられている酸供給ポンプ８３及び酸調節弁８４と、を有する。アンモニアとの反応で塩が生成される酸の水溶液としては、例えば、塩酸水溶液、硫酸水溶液等である。また、アンモニアと塩酸水溶液との反応で生成される塩は、塩化アンモニウムであり、アンモニアと硫酸水溶液との反応で生成される塩は、硫酸アンモニウムである。水タンク６２には、第一実施形態と同様、水回収ライン７１及び補給水ライン６３も接続されている。この水タンク６２には、第一実施形態におけるアンモニア濃度計６４の替りに、水タンク６２内の塩の量を検知できる塩量検知器６５が設けられている。この塩量検知器６５は、例えば、水タンク６２内の塩の濃度を検知するものでもよいが、水タンク６２内の水のｐＨを検知することで、間接的に水タンク６２内の塩の量を検知するものでもよい。

- [0063] 処理水供給装置 77 は、水タンク 62 内の水を排水処理装置 89 に導くことができる。この処理水供給装置 77 は、処理水ライン 78 と、処理水調節弁 79 と、散水装置 60 の水供給ポンプ 68 と、を有する。処理水ライン 78 は、散水装置 60 における水ライン 67 中で、水供給ポンプ 68 よりも散水器 61 側で水調節弁 69 よりも水タンク 62 側の位置と、排水処理装置 89 とを接続する。処理水調節弁 79 は、この処理水ライン 78 中に設けられている。なお、水供給ポンプ 68 は、この処理水供給装置 77 の構成要素の一つであると共に、散水装置 60 の構成要素の一つでもある。
- [0064] 本実施形態の制御装置 90 は、第一実施形態の制御装置 90 と同様に構成で、ガスタービン制御器 91 及び散水制御器 92 を有する。また、本実施形態の制御装置 90 は、第一実施形態の制御装置 90 と同様に動作する。このため、燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程では、ガスタービン制御器 91 及び散水制御器 92 が、図 2 のフローチャートで示す動作をする。また、燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程では、ガスタービン制御器 91 及び散水制御器 92 が、図 3 のフローチャートで示す動作をする。
- [0065] 本実施形態では、散水器 61 に供給する水中に、酸を投入する。よって、散水器 61 から散水される水は、弱酸性になる。このため、本実施形態では、排気ガス流路 35 中のアンモニアの吸収効率を高めることができる。アンモニアを吸収した水中には、アンモニアと酸との反応で生成された塩が含まれる。このアンモニア及び塩を含む水は、ダクト 31 の下部に溜まり、水回収ライン 71 を介して、水タンク 62 に戻る。塩量検知器 65 は、水タンク 62 内の水中の塩の量を検知する。この塩量検知器 65 により検知された塩の量が予め定められた値以上になると、水供給ポンプ 68 が駆動し、処理水調節弁 79 が開いて、塩を含む水が、処理水ライン 78 を介して、排水処理装置 89 に送られる。その後、補給水ライン 63 から水タンク 62 内に水が補給されると共に、酸供給装置 80 から水タンク 62 内に酸水溶液が供給される。
- [0066] なお、本実施形態は、第一実施形態の変形例であるが、第二実施形態に関

しても、本実施形態のように変形してもよい。すなわち、第二実施形態においても、第二実施形態のガスタービン設備におけるアンモニア水供給装置 74 の替りに処理水供給装置 77 を備え、さらに、酸供給装置 80 を備えてもよい。

[0067] 以上、本開示の実施形態及び変形例について詳述したが、本開示は上記実施形態及び上記変形例に限定されるものではない。特許請求の範囲に規定された内容及びその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲において、種々の追加、変更、置き換え、部分的削除等が可能である。

[0068] 「付記」

以上の実施形態におけるガスタービン設備は、例えば、以下のように把握される。

[0069] (1) 第一態様におけるガスタービン設備は、

燃焼器 15 を有するガスタービン 10 と、前記燃焼器 15 にアンモニアを供給するアンモニア供給装置 20 と、前記ガスタービン 10 からの排気ガスが流れる排気ガス流路 35 を形成する流路形成枠 34 と、前記排気ガス流路 35 内に配置され、前記排気ガス流路 35 内に散水できる散水器 61, 61a を有する散水装置 60, 60a と、前記散水装置 60, 60a の動作を制御する散水制御器 92 と、を備える。前記散水制御器 92 は、前記アンモニア供給装置 20 から前記燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止指示を受け付けることを条件として、前記散水装置 60, 60a に対して散水開始を指示する。

[0070] アンモニア供給装置 20 は、一般的に、燃料としてのアンモニアが流れるアンモニアライン 22 と、このアンモニアライン 22 中に設けられている燃料調節弁 25 と、を有する。アンモニア供給装置 20 から燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程では、アンモニアライン 22 中で燃料調節弁 25 よりも燃焼器 15 側の部分、及び燃焼器 15 の燃料ノズル 15n 内がアンモニアで満たされ、燃焼器 15 の燃焼筒 15c 内にアンモニアが噴射され始める

。その後、燃焼筒 15 c 内のアンモニアに点火される。燃料調節弁 25 がアンモニアの供給開始指示を受け付けて、この燃料調節弁 25 が開いてから、燃焼筒 15 c 内のアンモニアが点火されるまでの間に、燃料調節弁 25 から流出したアンモニアは、燃焼せずに、ガスタービン 10 から排気される。このアンモニアは、排気ガス流路 35 内を流れる。また、燃焼器 15 へのアンモニアの供給停止過程では、燃料調節弁 25 がアンモニアの供給停止指示を受け付けて、この燃料調節弁 25 が閉じた後、アンモニアライン 22 中で燃料調節弁 25 よりも燃焼器 15 側の部分、及び燃焼器 15 の燃料ノズル 15 n 内のアンモニアが燃焼筒 15 c 内に流出する。このアンモニアも、燃焼せずに、ガスタービン 10 から排気される。

[0071] 本態様の散水制御器 92 は、アンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止を受け付けると、散水装置 60, 60 a に対して散水開始を指示する。この結果は、散水器 61, 61 a から排気ガス流路 35 内に散水が開始され、この水に排気ガス流路 35 内を流れるアンモニアが吸収される。

[0072] よって、本態様では、アンモニア供給装置 20 から燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程、又はアンモニアの供給停止過程におけるアンモニアの外部への排出を抑えることができる。

[0073] (2) 第二態様におけるガスタービン設備は、

前記第一態様におけるガスタービン設備において、前記散水制御器 92 は、前記アンモニアの供給開始指示、又は前記アンモニアの供給停止指示を受け付けてから、予め定められた時間の経過後に、前記散水装置 60, 60 a に対して散水停止を指示する。前記予め定められた時間の終了時点は、ガスタービン 10 から未燃焼のアンモニアが排気されなくなると想定される時点よりも後の時点である。

[0074] 本態様では、未燃焼のアンモニアがガスタービン 10 から排気され始めてから、未燃焼のアンモニアがガスタービン 10 から排気されなくなると想定される時点の間、散水装置 60, 60 a により、排気ガス流路 35 内に水が散水され、この水に排気ガス流路 35 内のアンモニアが吸収される。そして

、未燃焼のアンモニアがガスタービン10から排気されなくなると想定される時点よりも後に、散水装置60、60aから排気ガス流路35内への散水が停止される。よって、本態様では、散水装置60、60aの駆動時間を制限することができ、散水装置60、60aの駆動電力及び散水する水の消費量を抑えることができる。

[0075] (3) 第三態様におけるガスタービン設備は、

前記第一態様又は前記第二態様におけるガスタービン設備において、前記排気ガス流路35内に散水された水を含む液体を流路形成枠34の外に導く水回収ライン71、71aをさらに備える。

[0076] 散水器61、61aから排気ガス流路35内に散水されて、アンモニアを吸収した水は、排気ガス流路35内に溜まる。本態様では、この水が水回収ライン71、71aにより、流路形成枠34の外に導かれる。

[0077] (4) 第四態様におけるガスタービン設備は、

前記第三態様におけるガスタービン設備において、ミストを捕集できるミストエリミネータ70をさらに備える。前記流路形成枠34は、前記ガスタービン10に接続されているダクト31を有する。前記ダクト31には、前記排気ガス流路35の少なくとも一部を形成するダクトガス流路36が形成されている。前記散水器61は、前記ダクトガス流路36中に配置され、前記ダクトガス流路36中の前記排気ガスの流れの下流側に向かって、散水可能に構成されている。前記ミストエリミネータ70は、前記ダクトガス流路36中であって、前記散水器61よりも前記下流側に配置されている。前記水回収ライン71は、前記ダクト31中で、前記ミストエリミネータ70よりも前記排気ガスの流れ方向における下流側の位置、又は前記排気ガスの流れ方向で前記ミストエリミネータ70が配置されている領域、に接続されている。

[0078] 本態様では、ダクトガス流路36内を流れるアンモニアが、ダクトガス流路36内に配置される散水器61から散水された水滴により吸収される。アンモニアを吸収してダクトガス流路36内を下流側に流れた水滴は、ミスト

エリミネータ 70 により捕集される。ミストエリミネータ 70 に捕集された水滴は、ダクト 31 内に溜まる。ダクト 31 内に溜まった水は、水回収ライン 71 により、ダクト 31 の外に導かれる。

[0079] (5) 第五態様におけるガスタービン設備は、

前記第三態様におけるガスタービン設備において、前記流路形成枠 34 は、前記ガスタービン 10 に接続されているダクト 31 と、前記ダクト 31 に接続されている煙突 33 と、を有する。前記煙突 33 には、前記排気ガス流路 35 の少なくとも一部を形成し、鉛直方向に延びる煙突ガス流路 37 が形成されている。前記散水器 61a は、前記煙突ガス流路 37 中に配置され、水平方向成分を有する方向に向かって、散水可能に構成されている。前記水回収ライン 71a は、前記煙突 33 中で、前記散水器 61a が配置されている位置よりも下側の位置に接続されている。

[0080] 本態様では、煙突ガス流路 37 内を流れるアンモニアが、煙突ガス流路 37 内に配置される散水器 61, 61a から散水された水滴により吸収される。アンモニアを吸収した水滴は、煙突 33 内に溜まる。この水は、水回収ライン 71a により、煙突 33 の外に導かれる。

[0081] (6) 第六態様におけるガスタービン設備は、

前記第三態様から前記第五態様のいずれか一態様におけるガスタービン設備において、前記散水装置 60, 60a は、前記排気ガス流路 35 内に散水する水を溜めておくことができる水タンク 62 と、前記水タンク 62 内の水を前記散水器 61, 61a に供給できる水供給装置 66 と、を有する。前記散水制御器 92 は、前記水供給装置 66 を制御する。

[0082] (7) 第七態様におけるガスタービン設備は、

前記第六態様におけるガスタービン設備において、前記排気ガス流路 35 中であって、前記散水器 61, 61a よりも、前記排気ガスの流れ方向における上流側に配置され、前記排気ガス中の窒素酸化物を除去する脱硝装置 50 と、前記水タンク 62 内の水を前記脱硝装置 50 に供給できるアンモニア水供給装置 74 と、をさらに備える。前記水回収ライン 71, 71a は、前記

水タンク 6 2 に接続されている。前記水タンク 6 2 には、前記水タンク 6 2 内のアンモニア濃度を検知できるアンモニア濃度計 6 4 が設けられている。前記アンモニア水供給装置 7 4 は、前記アンモニア濃度計 6 4 で検知されたアンモニア濃度が予め定められた濃度以上になると、前記水タンク 6 2 内の水を前記脱硝装置 5 0 に供給する。

- [0083] 排気ガス流路 3 5 内への散水が繰り返し実行され、そのたびに、アンモニアを吸収した水が水タンク 6 2 に戻ってくると、水タンク 6 2 内の水中におけるアンモニア濃度は次第に高まる。水タンク 6 2 内のアンモニア濃度は、アンモニア濃度計 6 4 により検知される。このアンモニア濃度計 6 4 で検知されたアンモニア濃度が予め定められた濃度以上で、且つ脱硝装置 5 0 の脱硝処理が必要な条件下では、アンモニア水供給装置 7 4 により、アンモニアを含む水タンク 6 2 内の水が脱硝装置 5 0 に供給される。脱硝装置 5 0 は、このアンモニア水を用いて、排気ガス中に含まれる NO_x を窒素と水蒸気とに分解する。よって、本実施形態では、脱硝処理に用いるアンモニア水供給源からのアンモニア水の使用量を抑えることができる。

- [0084] (8) 第八態様におけるガスタービン設備は、

前記第六態様におけるガスタービン設備において、前記アンモニアとの反応で塩が生成される酸を前記水タンク 6 2 内に供給できる酸供給装置 8 0 と、前記水タンク 6 2 内の水を排水処理装置 8 9 に導くことができる処理水供給装置 7 7 と、をさらに備える。前記水回収ライン 7 1, 7 1 a は、前記水タンク 6 2 に接続されている。前記水タンク 6 2 には、前記水タンク 6 2 内の前記塩の量を検知できる塩量検知器 6 5 が設けられている。前記処理水供給装置 7 7 は、前記塩量検知器 6 5 で検知された前記塩の量が予め定められた量以上になると、前記水タンク 6 2 内の水を排水処理装置 8 9 に導く。

- [0085] 散水器 6 1, 6 1 a に供給する水中に、酸供給装置 8 0 からの酸を供給すると、散水器 6 1, 6 1 a から散水される水は、弱酸性になる。このため、本態様では、排気ガス流路 3 5 中のアンモニアの吸収効率を高めることができる。アンモニアを吸収した水中には、アンモニアと酸との反応で生成された塩

が含まれる。このアンモニア及び塩を含む水は、水回収ライン 71, 71a を介して、水タンク 62 に戻る。塩量検知器 65 は、水タンク 62 内の水中の塩の量を検知する。この塩量検知器 65 により検知された塩の量が予め定められた値以上になると、塩を含む水が、処理水供給装置 77 により、排水処理装置 89 に送られる。

[0086] 以上の各実施形態におけるガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法は、例えば、以下のように把握される。

(9) 第九態様におけるガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法は、以下のガスタービン設備に適用される。

ガスタービン設備は、燃焼器 15 を有するガスタービン 10 と、前記燃焼器 15 にアンモニアを供給するアンモニア供給装置 20 と、前記ガスタービン 10 からの排気ガスが流れる排気ガス流路 35 を形成する流路形成枠 34 と、を備える。

本態様におけるアンモニア排出抑制方法では、前記排気ガス流路 35 内に散水する散水工程 S16 を実行する。前記散水工程 S16 では、前記アンモニア供給装置 20 から前記燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止指示を受け付けることを条件として、前記排気ガス流路 35 内への散水を開始する。

[0087] 本態様では、第一態様におけるガスタービン設備と同様、アンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止を受け付けると、排気ガス流路 35 内に散水が開始される。この水に排気ガス流路 35 内を流れるアンモニアが吸収される。よって、本態様でも、第一態様におけるガスタービン設備と同様、アンモニア供給装置 20 から燃焼器 15 へのアンモニアの供給開始過程、又はアンモニアの供給停止過程におけるアンモニアの外部への排出を抑えることができる。

[0088] (10) 第十態様におけるガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法は、前記第九態様におけるガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法において、前記散水工程 S16 では、前記アンモニアの供給開始指示、又は前記ア

ンモニアの供給停止指示を受け付けてから、予め定められた時間の経過後に、前記排気ガス流路 35 内への散水を停止する。前記予め定められた時間の終了時点は、ガスタービン 10 から未燃焼のアンモニアが排気されなくなると想定される時点よりも後の時点である。

[0089] 本態様では、第二態様におけるガスタービン設備と同様、散水工程 S 16 の実行時間を制限することができ、散水工程 S 16 を実行するために必要な電力及び散水する水の消費量を抑えることができる。

産業上の利用可能性

[0090] 本開示の一態様によれば、アンモニアをガスタービンの燃料として用いる場合、外部へのアンモニアの排出を抑制することができる。

符号の説明

[0091] 10 : ガスタービン
11 : ガスタービンロータ
12 : 中間ケーシング
14 : 圧縮機
14 r : 圧縮機ロータ
14 c : 圧縮機ケーシング
15 : 燃焼器
15 c : 燃焼筒 (又は尾筒)
15 n : 燃料ノズル
15 i : 点火栓
16 : タービン
16 r : タービンロータ
16 c : タービンケーシング
20 : アンモニア供給装置
21 : アンモニアタンク
22 : アンモニアライン
23 : アンモニアポンプ

24 : 気化器
25 : 燃料調節弁
26 : パージガスライン
27 : パージガス調節弁
30 : 排熱回収ボイラ
31 : ダクト
32 : 伝熱管
33 : 煙突
34 : 流路形成枠
35 : 排気ガス流路
36 : ダクトガス流路
37 : 煙突ガス流路
41 : 蒸気タービン
42 : 主蒸気ライン
43 : 復水器
44 : 給水ライン
45 : ポンプ
50 : 脱硝装置
51 : 触媒層
52 : アンモニア散布器
53 : アンモニア水供給ライン
54 : アンモニア水調節弁
60, 60a : 散水装置
61, 61a : 散水器
61h : リングヘッダ
61n : ノズル
62 : 水タンク
63 : 補給水ライン

- 64 : アンモニア濃度計
- 65 : 塩量検知器
- 66 : 水供給装置
- 67 : 水ライン
- 68 : 水供給ポンプ
- 69 : 水調節弁
- 70 : ミストエリミネータ
- 71, 71a : 水回収ライン
- 74 : アンモニア水供給装置
- 75 : アンモニア水サブライン
- 76 : アンモニア水サブ調節弁
- 77 : 処理水供給装置
- 78 : 処理水ライン
- 79 : 処理水調節弁
- 80 : 酸供給装置
- 81 : 酸タンク
- 82 : 酸ライン
- 83 : 酸供給ポンプ
- 84 : 酸調節弁
- 89 : 排水処理装置
- 90 : 制御装置
- 91 : ガスタービン制御器
- 92 : 散水制御器

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼器を有するガスタービンと、
前記燃焼器にアンモニアを供給するアンモニア供給装置と、
前記ガスタービンからの排気ガスが流れる排気ガス流路を形成する流路形成枠と、
前記排気ガス流路内に配置され、前記排気ガス流路内に散水できる散水器を有する散水装置と、
前記散水装置の動作を制御する散水制御器と、
を備え、
前記散水制御器は、前記アンモニア供給装置から前記燃焼器へのアンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止指示を受け付けることを条件として、前記散水装置に対して散水開始を指示する、ガスタービン設備。
- [請求項2] 請求項1に記載のガスタービン設備において、
前記散水制御器は、前記アンモニアの供給開始指示、又は前記アンモニアの供給停止指示を受け付けてから、予め定められた時間の経過後に、前記散水装置に対して散水停止を指示し、
前記予め定められた時間の終了時点は、ガスタービンから未燃焼のアンモニアが排気されなくなると想定される時点よりも後の時点である、
ガスタービン設備。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のガスタービン設備において、
前記排気ガス流路内に散水された水を含む液体を流路形成枠の外に導く水回収ラインをさらに備える、
ガスタービン設備。
- [請求項4] 請求項3に記載のガスタービン設備において、
ミストを捕集できるミストエリミネータをさらに備え、
前記流路形成枠は、前記ガスタービンに接続されているダクトを有

し、

前記ダクトには、前記排気ガス流路の少なくとも一部を形成するダクトガス流路が形成されており、

前記散水器は、前記ダクトガス流路中に配置され、前記ダクトガス流路中の前記排気ガスの流れの下流側に向かって、散水可能に構成され、

前記ミストエリミネータは、前記ダクトガス流路中であって、前記散水器よりも前記下流側に配置され、

前記水回収ラインは、前記ダクト中で、前記ミストエリミネータよりも前記排気ガスの流れ方向における下流側の位置、又は前記排気ガスの流れ方向で前記ミストエリミネータが配置されている領域、に接続されている、

ガスタービン設備。

[請求項5]

請求項3に記載のガスタービン設備において、

前記流路形成枠は、前記ガスタービンに接続されているダクトと、前記ダクトに接続されている煙突と、を有し、

前記煙突には、前記排気ガス流路の少なくとも一部を形成し、鉛直方向に延びる煙突ガス流路が形成されており、

前記散水器は、前記煙突ガス流路中に配置され、水平方向成分を有する方向に向かって、散水可能に構成され、

前記水回収ラインは、前記煙突中で、前記散水器が配置されている位置よりも下側の位置に接続されている、

ガスタービン設備。

[請求項6]

請求項3から5のいずれか一項に記載のガスタービン設備において、

前記散水装置は、前記排気ガス流路内に散水する水を溜めておくことができる水タンクと、前記水タンク内の水を前記散水器に供給できる水供給装置と、を有し、

前記散水制御器は、前記水供給装置を制御する、
ガスタービン設備。

[請求項7]

請求項6に記載のガスタービン設備において、

前記排気ガス流路中であって、前記散水器よりも、前記排気ガスの
流れ方向における上流側に配置され、前記排気ガス中の窒素酸化物を
除去する脱硝装置と、

前記水タンク内の水を前記脱硝装置に供給できるアンモニア水供給
装置と、

をさらに備え、

前記水回収ラインは、前記水タンクに接続され、

前記水タンクには、前記水タンク内のアンモニア濃度を検知できる
アンモニア濃度計が設けられ、

前記アンモニア水供給装置は、前記アンモニア濃度計で検知された
アンモニア濃度が予め定められた濃度以上になると、前記水タンク内
の水を前記脱硝装置に供給する、

ガスタービン設備。

[請求項8]

請求項6に記載のガスタービン設備において、

前記アンモニアとの反応で塩が生成される酸を前記水タンク内に供
給できる酸供給装置と、

前記水タンク内の水を排水処理装置に導くことができる処理水供給
装置と、

をさらに備え、

前記水回収ラインは、前記水タンクに接続され、

前記水タンクには、前記水タンク内の前記塩の量を検知できる塩量
検知器が設けられ、

前記処理水供給装置は、前記塩量検知器で検知された前記塩の量が
予め定められた量以上になると、前記水タンク内の水を排水処理装置
に導く、

ガスタービン設備。

[請求項9]

燃焼器を有するガスタービンと、前記燃焼器にアンモニアを供給するアンモニア供給装置と、前記ガスタービンからの排気ガスが流れる排気ガス流路を形成する流路形成枠と、を備えるガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法において、

前記排気ガス流路内に散水する散水工程を実行し、

前記散水工程では、前記アンモニア供給装置から前記燃焼器へのアンモニアの供給開始指示、又はアンモニアの供給停止指示を受け付けることを条件として、前記排気ガス流路内への散水を開始する、

ガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法。

[請求項10]

請求項9に記載のガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法において、

前記散水工程では、前記アンモニアの供給開始指示、又は前記アンモニアの供給停止指示を受け付けてから、予め定められた時間の経過後に、前記排気ガス流路内への散水を停止し、

前記予め定められた時間の終了時点は、ガスタービンから未燃焼のアンモニアが排気されなくなると想定される時点よりも後の時点である、

ガスタービン設備のアンモニア排出抑制方法。