

明 細 書

発明の名称：

ガスタービンシステムおよびガスタービンシステムを改造するための方法 技術分野

[0001] 本開示は、ガスタービンシステムおよびガスタービンシステムを改造するための方法に関する。本出願は2023年11月22日に提出された日本特許出願第2023-198470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] ガスタービンの最大出力は、タービン入口のガス温度が、タービン入口の耐熱温度を超えないように設定される場合がある。しかしながら、タービン入口のガス温度は非常に高く、検出が困難な場合がある。したがって、例えば、非特許文献1は、タービン出口のガス温度に基づいて、タービン入口のガス温度を間接的に求める方法を開示する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：加藤正敏，外2名，“ガスタービンの運転と制御”，日立評論，1969年3月号，p. 62-69

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] カーボンニュートラルな燃料の使用を推進するために、アンモニア等のカーボンフリー燃料への代替が検討されている。カーボンフリー燃料の火炎温度は、炭化水素燃料よりも低い場合がある。したがって、例えば、ガスタービンにおいて、このようなカーボンフリー燃料と、炭化水素燃料とを混焼する場合、同じ出力を得るために炭化水素燃料のみを燃焼する場合に比して、燃焼ガスの温度は低下する。よって、タービン入口のガス温度も低下する。この場合、ガスタービンの出力を増加しても、タービン入口のガス温度は、

タービン入口の耐熱温度を超えない。したがって、この場合、炭化水素燃料のみを燃焼する場合に比して、ガスタービンの最大出力を増加させることができる。しかしながら、多くの場合、炭化水素燃料のみを燃焼する場合と同じ最大出力が使用される。

[0005] 本開示は、最大出力を増加させることができる、ガスタービンシステムおよびガスタービンシステムを改造するための方法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ガスタービンシステムは、燃焼器を含むガスタービンと、燃焼器と流体連通し、燃焼器に第1燃料を供給する第1ラインと、燃焼器と流体連通し、燃焼器に第1燃料よりも低い火炎温度を有する第2燃料を供給する第2ラインと、第1ラインに設けられ、燃焼器に流入する第1燃料の第1流量を調整する第1アジャスタと、第2ラインに設けられ、燃焼器に流入する第2燃料の第2流量を調整する第2アジャスタと、第1アジャスタおよび第2アジャスタと通信可能に接続される制御装置であって、当該制御装置は、第1流量と第2流量との間の比率を示す流量比を算出することと、流量比に基づいて、第1アジャスタおよび第2アジャスタを制御することと、を実行するように構成される、制御装置と、を備える。

[0007] 第1アジャスタおよび第2アジャスタを制御することは、流量比に基づいて、ガスタービンの最大出力を決定することと、ガスタービンの出力を得ることと、ガスタービンの得られた出力が最大出力を超えないように、第1流量および第2流量を調整するよう、第1アジャスタおよび前記第2アジャスタを制御することと、を含んでもよい。

[0008] ガスタービンシステムは、ガスタービンの圧縮機への吸気の温度を測定する温度センサを備えてもよく、制御装置は、温度センサと通信可能に接続されてもよく、ガスタービンの最大出力を決定することは、温度センサからの測定データに基づいて、ガスタービンの最大出力を調整することを含んでもよい。

- [0009] ガスタービンシステムは、第1燃料の組成を測定する第1分析計を備えてもよく、制御装置は、第1分析計と通信可能に接続されてもよく、ガスタービンの最大出力を決定することは、第1分析計からの測定データに基づいて、ガスタービンの最大出力を調整することを含んでもよい。
- [0010] ガスタービンシステムは、第2燃料の組成を測定する第2分析計を備えてもよく、制御装置は、第2分析計と通信可能に接続されてもよく、ガスタービンの最大出力を決定することは、第2分析計からの測定データに基づいて、ガスタービンの最大出力を調整することを含んでもよい。
- [0011] 本開示の他の態様に係るガスタービンシステムを改造するための方法は、ガスタービンシステムを制御するためのプログラムを準備することであって、ガスタービンシステムは、燃焼器を含むガスタービンと、燃焼器と流体連通し、燃焼器に第1燃料を供給する第1ラインと、燃焼器と流体連通し、燃焼器に第1燃料よりも低い火炎温度を有する第2燃料を供給する第2ラインと、第1ラインに設けられ、燃焼器に流入する第1燃料の第1流量を調整する第1アジャスタと、第2ラインに設けられ、燃焼器に流入する第2燃料の第2流量を調整する第2アジャスタと、第1アジャスタおよび第2アジャスタと通信可能に接続される制御装置と、を備え、当該プログラムは、第1流量と第2流量との間の比率を示す流量比を算出することと、流量比に基づいて、第1アジャスタおよび第2アジャスタを制御することと、をコンピュータに実行させる、プログラムを準備することと、プログラムを、制御装置にインストールすることと、を含む。

発明の効果

- [0012] 本開示によれば、ガスタービンの最大出力を増加させることができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図1は、第1実施形態に係るガスタービンシステムを示す概略図である。
- [図2]図2は、制御装置の処理の例を示すフローチャートである。
- [図3]図3は、ガスタービンの出力とタービン入口のガス温度との間の関係を

示すグラフである。

[図4]図4は、制御装置の処理の例を示すグラフである。

[図5]図5は、制御装置の処理の他の例を示すグラフである。

[図6]図6は、制御装置の処理のさらに他の例を示すグラフである。

[図7]図7は、第2実施形態に係るガスタービン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実施形態に係るガスタービンシステム100を示す概略図である。本開示において、ガスタービンシステムは、単に「システム」とも称され得る。例えば、システム100は、第1タンク（第1燃料供給源）1と、第2タンク（第2燃料供給源）2と、第1アジャスタA1と、第2アジャスタA2と、ガスタービン3と、温度センサS1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、ガスタービン3は、圧縮機31と、燃焼器32と、タービン33と、を含む。ガスタービン3は、他の構成要素をさらに含んでもよい。

[0016] 第1タンク1は、第1燃料X1を貯留する。例えば、第1燃料X1は、天然ガス等の炭化水素燃料であってもよい。第1タンク1は、第1ラインL1に接続される。例えば、第1ラインL1は、1つまたは複数の配管を含む。第1ラインL1は、燃焼器32に接続される。第1タンク1は、第1ラインL1を介して、第1燃料X1を燃焼器32に供給する。例えば、第1ラインL1は、第1燃料X1を送るための不図示のコンプレッサまたはポンプを含んでもよい。例えば、他の実施形態では、第1タンク1に代えて、第1燃料

を製造する装置が、第1燃料供給源として用いられてもよい。

[0017] 第2タンク2は、第2燃料X2を貯留する。第2燃料X2は、第1燃料よりも低い火炎温度を有する。本開示において、「火炎温度」は、「断熱火炎温度」として定義されてもよい。例えば、第2燃料X2は、アンモニアであってもよい。例えば、第2タンク2は、液体アンモニアを貯留してもよく、または、気体アンモニアを貯留してもよい。第2タンク2は、第2ラインL2に接続される。例えば、第2ラインL2は、1つまたは複数の配管を含む。第2ラインL2は、燃焼器32に接続される。第2タンク2は、第2ラインL2を介して、第2燃料X2を燃焼器32に供給する。例えば、第2ラインL2は、第2燃料X2を送るための不図示のコンプレッサまたはポンプを含んでもよい。また、例えば、第2タンク2が液体アンモニアを貯留する場合には、第2ラインL2には、不図示の気化器が設けられてもよい。例えば、他の実施形態では、第2タンク2に代えて、第2燃料を製造する装置が、第2燃料供給源として用いられてもよい。

[0018] 第1アジャスタA1は、第1タンク1と燃焼器32との間で、第1ラインL1に設けられる。第1アジャスタA1は、第1ラインL1を流れる第1燃料X1の流量、すなわち、燃焼器32に流入する第1燃料X1の第1流量F1を調整する。例えば、第1アジャスタA1は、第1流量F1を測定可能で、かつ、第1流量F1を調整可能なフローコントローラを含んでもよい。代替的にまたは追加的に、例えば、第1アジャスタA1は、流量計と、少なくとも1つのバルブと、を含んでもよい。第1アジャスタA1は、制御装置90と通信可能に接続され、測定データを制御装置90に送信する。制御装置90は、第1アジャスタA1を制御することによって、第1流量F1を調整するように構成される。

[0019] 第2アジャスタA2は、第2タンク2と燃焼器32との間で、第2ラインL2に設けられる。第2アジャスタA2は、第2ラインL2を流れる第2燃料X2の流量、すなわち、燃焼器32に流入する第2燃料X2の第2流量F2を調整する。例えば、第2アジャスタA2は、第2流量F2を測定可能で

、かつ、第2流量F2を調整可能なフローコントローラを含んでもよい。代替的にまたは追加的に、例えば、第2アジャスタA2は、流量計と、少なくとも1つのバルブと、を含んでもよい。第2アジャスタA2は、制御装置90と通信可能に接続され、測定データを制御装置90に送信する。制御装置90は、第2アジャスタA2を制御することによって、第2流量F2を調整するように構成される。

[0020] 圧縮機31は、吸入された空気（吸気）X3を加圧する。例えば、空気X3は、圧縮機31の周りの周囲空気であってもよい。加圧された空気X3は、燃焼器32に供給される。燃焼器32は、第1タンク1からの第1燃料X1、第2タンク2からの第2燃料X2、および、圧縮機31からの空気X3を含む混合ガスを燃焼する。燃焼器32からの燃焼ガスX4は、タービン33に供給される。圧縮機31およびタービン33は、シャフト34によって互いに連結される。

[0021] 燃焼ガスX4は、タービン33内のインペラを通過する際に、インペラをシャフト34と共に回転させる。例えば、シャフト34は、不図示の発電機に連結されてもよく、シャフト34の回転力は、発電に使用されてもよい。他の実施形態では、シャフト34の回転力は、他の装置で使用されてもよい。また、シャフト34の回転力は、圧縮機31において空気X3の加圧に使用される。タービン33を通過した燃焼ガスX4は、例えばボイラ等の様々な設備で使用されてもよい。

[0022] 温度センサS1は、圧縮機31に吸入される空気X3の温度T1を測定する。例えば、温度センサS1は、圧縮機31に接続される配管に設けられてもよい。温度センサS1は、制御装置90と通信可能に接続され、温度T1を制御装置90に送信する。

[0023] 制御装置90は、システム100の全体または一部を制御する。例えば、制御装置90は、1つまたは複数のPCにより構成されてもよい。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 90 a は、CPU (Central Processing Unit) 等を含む。例えば、記憶装置 90 b 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 90 c 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、制御装置 90 の以下の動作は、記憶装置 90 b に記憶されるプログラムをプロセッサ 90 a に実行することによって、実現されてもよい。

[0024] 続いて、システム 100 の動作について説明する。

[0025] 図 2 は、制御装置 90 の処理の例を示すフローチャートである。例えば、図 2 に示される処理は、ガスタービンシステム 100 の動作中に、周期的に繰り返されてもよい。

[0026] プロセッサ 90 a は、流量比 R を算出する (ステップ S 100)。本開示において、「流量比」とは、第 1 燃料 X 1 の第 1 流量 F 1 と、第 2 燃料 X 2 の第 2 流量 F 2 と、の間の比率を示す。例えば、本実施形態では、流量比 R は、第 1 流量 F 1 および第 2 流量 F 2 の合計流量に対する、第 2 流量 F 2 の割合を意味する ($R = F 2 / (F 1 + F 2) \times 100 (\%)$)。他の実施形態では、例えば、流量比 R は、第 1 流量 F 1 および第 2 流量 F 2 の合計流量に対する、第 1 流量 F 1 の割合を意味してもよい ($R = F 1 / (F 1 + F 2) \times 100 (\%)$)。プロセッサ 90 a は、第 1 流量 F 1 および第 2 流量 F 2 を、それぞれ第 1 アジャスタ A 1 および第 2 アジャスタ A 2 から受信することができる。

[0027] プロセッサ 90 a は、流量比 R に基づいて、第 1 アジャスタ A 1 および第 2 アジャスタ A 2 を制御し (ステップ S 102)、図 2 に示される動作は終了される。具体的には、プロセッサ 90 a は、以下のように、第 1 アジャスタ A 1 および第 2 アジャスタ A 2 を制御する。

[0028] 図 3 は、ガスタービン 3 の出力 P とタービン 33 の入口のガス温度 T 2 と

の間の関係を示すグラフである。図3において、横軸は、ガスタービン3の出力Pを示し、縦軸は、タービン33の入口におけるガス温度T2、すなわち、燃焼器32からの燃焼ガスX4の温度を示す。

[0029] T0は、タービン33の入口の耐熱温度を示す。例えば、耐熱温度T0は、タービン33の入口に使用される材料等の因子によって決定されてもよい。タービン33において、燃焼ガスX4の温度T2は、インペラを通過する前、すなわち、入口において最も高い。したがって、タービン33の入口の耐熱温度T0が考慮される。

[0030] 図3において、線Y1は、第1燃料X1のみを燃焼する場合、すなわち、流量比R=0(%)の場合の温度T2を示す。線Y2は、第1燃料X1および第2燃料X2を混焼する場合の温度T2を示す。上記のように、第2燃料X2は、第1燃料X1よりも低い断熱火炎温度を有する。したがって、同じ出力条件で比較する場合、第1燃料X1および第2燃料X2を混焼するとき(線Y2)の燃焼ガスX4の温度T2は、第1燃料X1のみを燃焼するとき(線Y1)に比して低い。すなわち、線Y2は線Y1よりも低い。本実施形態では、線Y2は、流量比Rが増加するにつれて、低下する(下向きにスライドする)。

[0031] 線Y1, Y2によって示されるように、出力Pが増加するにつれて、温度T2は増加する。ガスタービン3は、燃焼ガスX4の温度T2が、耐熱温度T0を超えないように運転されなければならない。したがって、第1燃料X1のみを燃焼する場合の最大出力PM1は、線Y1が耐熱温度T0と交差する点として決定することができる。同様に、第1燃料X1および第2燃料X2を混焼する場合の最大出力PM2は、線Y2が耐熱温度T0と交差する点として決定することができる。

[0032] 図3に示されるように、第1燃料X1および第2燃料X2を混焼する場合の最大出力PM2は、第1燃料X1のみを燃焼する場合の最大出力PM1よりも高く設定可能である。したがって、アンモニア等の第2燃料X2を使用する場合には、天然ガス等の第1燃料X1のみを燃焼する場合に比して、最

大出力PM2を増加させることができる。最大出力PM2は、流量比に応じて変動する。具体的には、本実施形態では、最大出力PM2は、流量比Rが増加するにつれて、増加する。

[0033] 例えば、制御装置90は、流量比Rと、ガスタービン3の最大出力PMとの間の関係を示すマップを記憶装置90bに記憶してもよい。例えば、プロセッサ90aは、ステップS100において算出される流量比Rに対応する最大出力PMを、マップから読み出してもよい。代替的にまたは追加的に、制御装置90は、流量比Rと、ガスタービン3の最大出力PMとの間の関係を示す式を記憶装置90bに記憶してもよい。例えば、プロセッサ90aは、ステップS100において算出される流量比Rを式に代入することによって、最大出力PMを算出してもよい。

[0034] 追加的に、制御装置90は、温度センサS1からの温度T1に基づいて、最大出力PMを調整してもよい。一般的に、圧縮機31に吸入される空気X3の温度T1が増加するにつれて、ガスタービン3の出力は低下し、温度T1が低減するにつれて、出力は増加する。したがって、例えば、プロセッサ90aは、温度T1が増加するにつれて、最大出力PMを低下させ、温度T1が低減するにつれて、最大出力PMを増加させるように、最大出力PMを調整してもよい。

[0035] 例えば、制御装置90は、流量比Rと、温度T1と、ガスタービン3の最大出力PMとの間の関係を示すマップを記憶装置90bに記憶してもよい。例えば、プロセッサ90aは、ステップS100において算出される流量比Rと、温度センサS1から受信される温度T1とに対応する最大出力PMを、マップから読み出してもよい。代替的にまたは追加的に、制御装置90は、流量比Rと、温度T1と、ガスタービン3の最大出力PMとの間の関係を示す式を記憶装置90bに記憶してもよい。例えば、プロセッサ90aは、ステップS100において算出される流量比R、および、温度センサS1から受信される温度T1を式に代入することによって、最大出力PMを算出してもよい。

- [0036] プロセッサ 90 a は、ガスタービン 3 の現在の出力 P を得る。例えば、制御装置 90 は、ガスタービン 3 と通信可能に接続されてもよく、ガスタービン 3 から送信される様々な測定データに基づいて、ガスタービン 3 の出力 P を算出してもよい。なお、ガスタービン 3 の出力 P を得る方法は、これに限定されない。
- [0037] プロセッサ 90 a は、得られたガスタービン 3 の出力 P が、決定された最大出力 P_M を超えないように、第 1 アジャスタ A 1 および第 2 アジャスタ A 2 を制御して、第 1 流量 F 1 および第 2 流量 F 2 を調整する。
- [0038] 図 4 は、制御装置 90 の処理の例を示すグラフである。図 4 および以下の図 5、6 において、横軸は流量比 R を示し、縦軸はガスタービン 3 の出力 P を示し、線 Y 3 は上記のように決定されるガスタービン 3 の最大出力 P_M を示し、破線 Y 4 はガスタービン 3 の出力 P を示す。
- [0039] 例えば、ガスタービンシステム 100 は、様々な理由に応じて、一定の流量比 R 1 で動作することを要求される場合がある。この状態の間、最大出力 P_M も一定値に固定される。この場合、プロセッサ 90 a は、ガスタービン 3 の出力 P が、固定された最大出力 P_M を超えないように、かつ、流量比 R が一定の値 R 1 に維持されるように、第 1 アジャスタ A 1 および第 2 アジャスタ A 2 を制御して、第 1 流量 F 1 および第 2 流量 F 2 を調整する。
- [0040] 図 5 は、制御装置 90 の処理の他の例を示すグラフである。
- [0041] 例えば、ガスタービンシステム 100 は、様々な理由に応じて、第 1 燃料 X 1 の第 1 流量 F 1 を固定した状態で、動作することを要求される場合がある。この場合、第 2 燃料 X 2 の第 2 流量 F 2 のみが調整される。この状態の間は、破線 Y 4 で示されるように、本実施形態では、流量比 R が増加するにつれて、ガスタービンの出力 P は増加する。この場合、プロセッサ 90 a は、流量比 R が、線 Y 3 と破線 Y 4 との間の交点に対応する値 R 1 を超えないように、第 2 アジャスタ A 2 のみを制御して、第 2 流量 F 2 のみを調整する。
- [0042] 図 6 は、制御装置 90 の処理のさらに他の例を示すグラフである。

- [0043] 例えば、ガスタービンシステム100は、様々な理由に応じて、第2燃料X2の第2流量F2を固定した状態で、動作することを要求される場合がある。この場合、第1燃料X1の第1流量F1のみが調整される。この状態の間は、破線Y4で示されるように、本実施形態では、流量比Rが減少するにつれて、ガスタービンの出力Pは増加する。この場合、プロセッサ90aは、流量比Rが、線Y3と破線Y4との間の交点に対応する値R1を下回らないように、第1アジャスタA1のみを制御して、第1流量F1のみを調整する。
- [0044] なお、制御装置90は、空気X3の流量と、圧縮機31内の圧力との間の関係を示し、サージングを発生させる境界線およびチョークを発生させる境界線を示す、コンプレッサマップを記憶してもよい。また、制御装置90は、燃焼ガスX4の流量と、タービン33内の圧力との間の関係を示し、チョークを発生させる境界線を示す、タービンマップを記憶してもよい。制御装置90は、これらのマップに基づいて、サージングおよびチョークが発生しないように、システム100を制御してもよい。
- [0045] 以上のようなシステム100は、燃焼器32を含むガスタービン3と、燃焼器32と流体連通し、燃焼器32に第1燃料X1を供給する第1ラインL1と、燃焼器32と流体連通し、燃焼器32に第1燃料X1よりも低い火炎温度を有する第2燃料X2を供給する第2ラインL2と、第1ラインL1に設けられ、燃焼器32に流入する第1燃料X1の第1流量F1を調整する第1アジャスタA1と、第2ラインL2に設けられ、燃焼器32に流入する第2燃料X2の第2流量F2を調整する第2アジャスタA2と、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2と通信可能に接続される制御装置90と、を備える。制御装置90は、第1流量F1と第2流量F2との間の比率を示す流量比Rを算出することと、流量比Rに基づいて、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2を制御することと、を実行するように構成される。上記のように、第1燃料X1および第2燃料X2を混焼する場合の燃焼ガスX4の温度T2は、第1燃料X1のみを燃焼する場合に比して低い。このた

め、第1燃料X1および第2燃料X2を混焼する場合のガスタービン3の最大出力PM2は、第1燃料X1のみを燃焼する場合の最大出力PM1よりも高く設定可能である。また、最大出力PM2は、流量比Rに応じて変動する。したがって、流量比Rに応じて、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2を制御することによって、ガスタービン3の最大出力PMを増加させることができる。

[0046] また、システム100では、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2を制御することは、流量比Rに基づいて、ガスタービン3の最大出力PMを決定することと、ガスタービン3の出力Pを得ることと、ガスタービン3の得られた出力Pが最大出力PMを超えないように、第1流量F1および第2流量F2を調整するよう、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2を制御することと、を含む。このような構成によれば、ガスタービン3の現在の出力Pが最大出力PMを超えることをより確実に防止することができる。

[0047] また、システム100は、ガスタービン3の圧縮機31への吸気X3の温度T1を測定する温度センサS1を備え、制御装置90は、温度センサS1と通信可能に接続され、ガスタービン3の最大出力PMを決定することは、温度センサS1からの測定データに基づいて、ガスタービン3の最大出力PMを調整することを含む。このような構成によれば、最大出力PMをより正確に決定することができる。

[0048] また、上記のようなシステム100は、既存のガスタービンシステムを改造するための以下のような方法によって実現可能である。ガスタービンシステムを改造するための方法は、ガスタービンシステムを制御するためのプログラムを準備することを含む。本方法が適用されるガスタービンシステムは、燃焼器32を含むガスタービン3と、燃焼器32と流体連通し、燃焼器32に第1燃料X1を供給する第1ラインL1と、燃焼器32と流体連通し、燃焼器32に第1燃料X1よりも低い火炎温度を有する第2燃料X2を供給する第2ラインL2と、第1ラインL1に設けられ、燃焼器32に流入する

第1燃料X1の第1流量F1を調整する第1アジャスタA1と、第2ラインL2に設けられ、燃焼器32に流入する第2燃料X2の第2流量F2を調整する第2アジャスタA2と、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2と通信可能に接続される制御装置90と、を備える。また、準備されるプログラムは、第1流量F1と第2流量F2との間の比率を示す流量比Rを算出することと、流量比Rに基づいて、第1アジャスタA1および第2アジャスタA2を制御することと、をコンピュータに実行させるように構成される。本方法は、準備されたプログラムを、制御装置90にインストールすることを含む。このような構成によれば、既存のガスタービンシステムにおいて、ガスタービン3の最大出力PMを増加させることができる。

[0049] 続いて、他の実施形態について説明する。

[0050] 図7は、第2実施形態に係るガスタービンシステム200を示す概略図である。システム200は、システム200が第1分析計S2および第2分析計S3を備える点で、第1実施形態に係るシステム100と異なる。他の構成については、システム200は、システム100と同じであってもよい。

[0051] 第1分析計S2は、第1燃料X1の組成を測定する。例えば、第1分析計S2は、第1ラインL1に設けられてもよい。本実施形態では、第1分析計S2は、第1タンク1と第1アジャスタA1との間で、第1ラインL1に設けられる。他の実施形態では、第1分析計S2は、第1タンク1に設けられてもよく、または、第1アジャスタA1と燃焼器32との間で第1ラインL1に設けられてもよい。例えば、第1分析計S2は、カロリメータであってもよい。第1分析計S2は、制御装置90と通信可能に接続され、測定データを制御装置90に送信する。例えば、制御装置90は、第1分析計S2からの第1燃料X1の測定データに基づいて、第1燃料X1の低位発熱量(LHV)を算出してもよく、低位発熱量から第1燃料X1の火炎温度を算出してもよい。

[0052] 第2分析計S3は、第2燃料X2の組成を測定する。例えば、第2分析計S3は、第2ラインL2に設けられてもよい。本実施形態では、第2分析計

S 3は、第2タンク2と第2アジャスタA 2との間で、第2ラインL 2に設けられる。他の実施形態では、第2分析計S 3は、第2タンク2に設けられてもよく、または、第2アジャスタA 2と燃焼器3 2との間で第2ラインL 2に設けられてもよい。例えば、第2分析計S 3は、カロリーメータであってもよい。第2分析計S 3は、制御装置9 0と通信可能に接続され、測定データを制御装置9 0に送信する。例えば、制御装置9 0は、第2分析計S 3からの第2燃料X 2の測定データに基づいて、第2燃料X 2の低位発熱量を算出してもよく、低位発熱量から第2燃料X 2の火炎温度を算出してもよい。

[0053] 一般的に、燃料の火炎温度は、組成によって変動し得る。例えば、燃料の組成は、様々な要因に応じて変動し得る。第1燃料X 1の火炎温度および第2燃料X 2の火炎温度は、燃焼ガスX 4の温度T 2に影響する。したがって、制御装置9 0は、第1燃料X 1の組成および第2燃料X 2の組成を考慮することによって、許容されるガスタービン3の最大出力P Mをさらに詳細に調整してもよい。

[0054] 例えば、制御装置9 0は、第1燃料X 1および第2燃料X 2の基準の火炎温度を、記憶装置9 0 bに予め記憶してもよく、第1燃料X 1および第2燃料X 2の算出された火炎温度と、第1燃料X 1および第2燃料X 2の基準の火炎温度との間の比率に基づいて、最大出力P Mを調整（補正）してもよい。

[0055] また、例えば、制御装置9 0は、第1燃料X 1および第2燃料X 2の基準の低位発熱量を、記憶装置9 0 bに予め記憶してもよく、第1燃料X 1および第2燃料X 2の算出された低位発熱量と、第1燃料X 1および第2燃料X 2の基準の低位発熱量との間の比率に基づいて、最大出力P Mを調整（補正）してもよい。

[0056] 第1分析計S 2および第2分析計S 3からの測定データに基づく、最大出力P Mの調整方法は、これらに限定されない。

[0057] 以上のようなシステム2 0 0は、システム1 0 0と同様な効果を奏する。

- [0058] 特に、システム200は、第1燃料X1の組成を測定する第1分析計S2を備え、制御装置90は、第1分析計S2と通信可能に接続され、ガスタービン3の最大出力PMを決定することは、第1分析計S2からの測定データに基づいて、ガスタービン3の最大出力PMを調整することを含む。また、システム200は、第2燃料X2の組成を測定する第2分析計S3を備え、制御装置90は、第2分析計S3と通信可能に接続され、ガスタービン3の最大出力PMを決定することは、第2分析計S3からの測定データに基づいて、ガスタービン3の最大出力PMを調整することを含む。これらの構成によれば、最大出力PMをより正確に決定することができる。
- [0059] 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。
- [0060] 例えば、上記の実施形態では、制御装置90は、流量比に基づいて、ガスタービン3の最大出力PMを決定する。他の実施形態では、制御装置90は、最大出力PMを決定しなくてもよい。この場合、例えば、制御装置90は、流量比Rと、流量比Rに対応する最大出力PMを得るための第1流量F1および第2流量F2との間の関係を示すマップまたは式を、記憶装置90bに予め記憶してもよい。この場合、制御装置90は、最大出力PMを決定する必要はない。
- [0061] また、例えば、システム200は、第1分析計S2および第2分析計S3の双方を備える。他の実施形態では、システム200は、第1分析計S2および第2分析計S3の一方のみを備えてもよい。
- [0062] 本開示は、CO₂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（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

[0063]	3	ガスタービン
	3 1	圧縮機
	3 2	燃焼器
	9 0	制御装置
	1 0 0	ガスタービンシステム
	2 0 0	ガスタービンシステム
	A 1	第 1 アジャスタ
	A 2	第 2 アジャスタ
	F 1	第 1 流量
	F 2	第 2 流量
	L 1	第 1 ライン
	L 2	第 2 ライン
	P	ガスタービンの出力
	P M	ガスタービンの最大出力
	R	流量比
	S 1	温度センサ
	S 2	第 1 分析計
	S 3	第 2 分析計
	T 1	吸気の温度
	X 1	第 1 燃料
	X 2	第 2 燃料
	X 3	空気（吸気）

請求の範囲

[請求項1]

燃焼器を含むガスタービンと、
前記燃焼器と流体連通し、前記燃焼器に第1燃料を供給する第1ラインと、
前記燃焼器と流体連通し、前記燃焼器に前記第1燃料よりも低い火炎温度を有する第2燃料を供給する第2ラインと、
前記第1ラインに設けられ、前記燃焼器に流入する前記第1燃料の第1流量を調整する第1アジャスタと、
前記第2ラインに設けられ、前記燃焼器に流入する前記第2燃料の第2流量を調整する第2アジャスタと、
前記第1アジャスタおよび前記第2アジャスタと通信可能に接続される制御装置であって、
当該制御装置は、
前記第1流量と前記第2流量との間の比率を示す流量比を算出することと、
前記流量比に基づいて、前記第1アジャスタおよび前記第2アジャスタを制御することと、
を実行するように構成される、制御装置と、
を備える、ガスタービンシステム。

[請求項2]

前記第1アジャスタおよび前記第2アジャスタを制御することは、
前記流量比に基づいて、前記ガスタービンの最大出力を決定することと、
前記ガスタービンの出力を得ることと、
前記ガスタービンの前記得られた出力が前記最大出力を超えないように、前記第1流量および前記第2流量を調整するよう、前記第1アジャスタおよび前記第2アジャスタを制御することと、
を含む、
請求項1に記載のガスタービンシステム。

- [請求項3] 前記ガスタービンシステムは、前記ガスタービンの圧縮機への吸気の温度を測定する温度センサを備え、
前記制御装置は、前記温度センサと通信可能に接続され、
前記ガスタービンの最大出力を決定することは、前記温度センサからの測定データに基づいて、前記ガスタービンの最大出力を調整することを含む、
請求項2に記載のガスタービンシステム。
- [請求項4] 前記ガスタービンシステムは、前記第1燃料の組成を測定する第1分析計を備え、
前記制御装置は、前記第1分析計と通信可能に接続され、
前記ガスタービンの最大出力を決定することは、前記第1分析計からの測定データに基づいて、前記ガスタービンの最大出力を調整することを含む、
請求項2または3に記載のガスタービンシステム。
- [請求項5] 前記ガスタービンシステムは、前記第2燃料の組成を測定する第2分析計を備え、
前記制御装置は、前記第2分析計と通信可能に接続され、
前記ガスタービンの最大出力を決定することは、前記第2分析計からの測定データに基づいて、前記ガスタービンの最大出力を調整することを含む、
請求項2または3に記載のガスタービンシステム。
- [請求項6] 前記ガスタービンシステムは、前記第2燃料の組成を測定する第2分析計を備え、
前記制御装置は、前記第2分析計と通信可能に接続され、
前記ガスタービンの最大出力を決定することは、前記第2分析計からの測定データに基づいて、前記ガスタービンの最大出力を調整することを含む、
請求項4に記載のガスタービンシステム。

[請求項7] ガスタービンシステムを制御するためのプログラムを準備することであって、

 前記ガスタービンシステムは、

 燃焼器を含むガスタービンと、

 前記燃焼器と流体連通し、前記燃焼器に第1燃料を供給する第1ラインと、

 前記燃焼器と流体連通し、前記燃焼器に前記第1燃料よりも低い火炎温度を有する第2燃料を供給する第2ラインと、

 前記第1ラインに設けられ、前記燃焼器に流入する前記第1燃料の第1流量を調整する第1アジャスタと、

 前記第2ラインに設けられ、前記燃焼器に流入する前記第2燃料の第2流量を調整する第2アジャスタと、

 前記第1アジャスタおよび前記第2アジャスタと通信可能に接続される制御装置と、

 を備え、

 当該プログラムは、

 前記第1流量と前記第2流量との間の比率を示す流量比を算出することと、

 前記流量比に基づいて、前記第1アジャスタおよび前記第2アジャスタを制御することと、

 をコンピュータに実行させる、プログラムを準備することと、

 前記プログラムを、前記制御装置にインストールすることと、

 を含む、ガスタービンシステムを改造するための方法。