

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-123473

(P2014-123473A)

(43) 公開日 平成26年7月3日(2014.7.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 8/04 (2006.01)	H01M 8/04 N	5H026
F02C 6/00 (2006.01)	H01M 8/04 J	5H027
H01M 8/12 (2006.01)	H01M 8/04 Z	
	H01M 8/04 X	
	F02C 6/00 E	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-278682 (P2012-278682)
 (22) 出願日 平成24年12月20日 (2012.12.20)

(出願人による申告) 平成24年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「固体酸化物形燃料電池を用いた事業用発電システム要素技術開発」共同研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 大澤 弘行
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 Fターム(参考) 5H026 AA06
 5H027 AA06 BC11 BC19 KK46 MM16

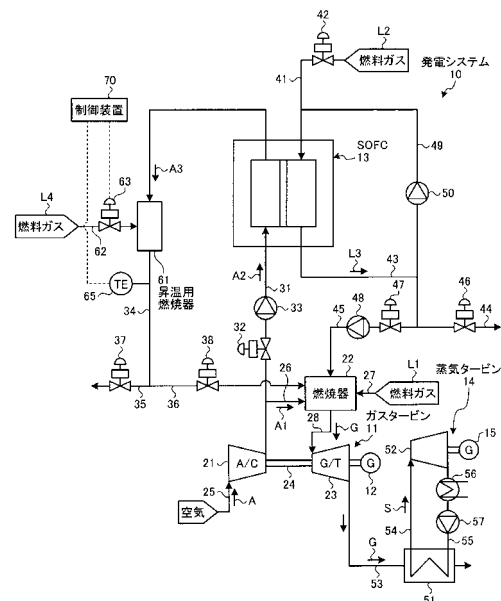
(54) 【発明の名称】 発電システム及び発電システムの運転方法

(57) 【要約】

【課題】燃料電池の起動時において、ガスタービンの燃焼器における燃焼を安定させる。

【解決手段】圧縮機21と燃焼器22を有するガスタービン11と、空気極及び燃料極を有するSOFC13と、SOFC13の空気極側から排出される排空気A3を、燃焼器22に供給する排空気ライン34及び排酸化性ガス供給ライン36と、排空気ライン34に設けられ、燃焼器22に供給される排空気A3を昇温する昇温用燃焼器61と、を備える。この昇温用燃焼器61は、燃料を燃焼させることで排空気A3を昇温する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、
空気極及び燃料極を有する燃料電池と、
前記燃料電池の前記空気極側から排出される排酸化性ガスを、前記燃焼器に供給する排
空気ライン又は排酸化性ガス供給ラインと、
前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記燃焼器に供給され
る前記排酸化性ガスを所定の温度へ昇温する昇温部と、を備えることを特徴とする発電シ
ステム。

【請求項 2】

前記昇温部は、前記燃料電池から排出される前記排酸化性ガスを、燃料を燃焼させるこ
とで昇温する昇温用燃焼器であることを特徴とする請求項 1 に記載の発電システム。

【請求項 3】

前記昇温部は、前記燃料電池から排出される前記排酸化性ガスを、熱媒との熱交換によ
り昇温する熱交換器であることを特徴とする請求項 1 に記載の発電システム。

【請求項 4】

前記熱交換器は、前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられる熱交
換器本体と、前記熱交換器本体の内部に設けられる前記熱媒が流通する加熱流路と、を有
し、

前記加熱流路に接続される熱交換用燃焼器をさらに備え、
前記熱交換用燃焼器は、燃料を燃焼させることで発生する燃焼ガスを、前記熱媒として
、前記加熱流路に供給することを特徴とする請求項 3 に記載の発電システム。

【請求項 5】

前記熱交換器は、前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられる熱交
換器本体と、前記熱交換器本体の内部に設けられる前記熱媒が流通する加熱流路と、を有
し、

前記加熱流路に接続される高温熱源をさらに備え、
前記高温熱源は、前記熱媒を前記加熱流路に供給することを特徴とする請求項 3 に記載
の発電システム。

【請求項 6】

前記排酸化性ガスの流れ方向において、前記昇温部の下流側の前記排空気ライン又は前
記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記排酸化性ガスの温度を検出する温度センサと
、

前記温度センサの検出結果に基づいて、前記昇温部による前記排酸化性ガスの昇温量を
制御する制御装置と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に
記載の発電システム。

【請求項 7】

圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、
空気極及び燃料極を有する燃料電池と、
前記燃料電池の前記空気極側から排出される排酸化性ガスを、前記燃焼器に供給する排
空気ライン又は排酸化性ガス供給ラインと、
前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記燃焼器に供給され
る前記排酸化性ガスを昇温する昇温部と、を備える発電システムの運転方法であって、
前記燃料電池の前記空気極側から排出される前記排酸化性ガスを、所定の温度になるよ
うに前記昇温部において昇温させる昇温工程を含むことを特徴とする発電システムの運転
方法。

【請求項 8】

前記発電システムは、
前記排酸化性ガスの流れ方向において、前記昇温部の下流側の前記排空気ライン又は前
記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記排酸化性ガスの温度を検出する温度センサと

10

20

30

40

50

、

前記温度センサの検出結果に基づいて、前記昇温部による前記排酸化性ガスの昇温量を制御する制御装置と、をさらに備え、

前記昇温工程では、前記制御装置により、前記温度センサの検出結果に基づいて、前記昇温部による前記排酸化性ガスの昇温量を制御することを特徴とする請求項7に記載の発電システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも燃料電池とガスタービンとを組み合わせた発電システム及び発電システムの運転方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

燃料電池としての固体酸化物形燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell：以下SOFC）は、用途の広い高効率な燃料電池として知られている。このSOFCは、イオン導電率を高めるために作動温度が高くされているので、ガスタービンの圧縮機から吐出された空気を空気極側に供給する空気（酸化剤）として使用することができる。また、SOFCは、利用できなかった高温の燃料及び排熱をガスタービンの燃焼器において燃料及び酸化性ガスとして使用することができる。また、SOFCの他に作動温度が高い燃料電池として熔融炭酸塩形燃料電池が知られており、SOFCと同様にガスタービンとの連携による排熱利用が検討されている。

【0003】

このため、例えば、下記特許文献1に記載されるように、高効率発電を達成することができる発電システムとして、SOFCとガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたものが各種提案されている。この特許文献1に記載されたコンバインドシステムは、SOFCと、このSOFCから排出された排燃料ガスと排出空気とを燃焼するガスタービン燃焼器と、空気を圧縮してSOFCに供給する圧縮機を有するガスタービンとを設けたものである。

【0004】

また、例えば、SOFCとガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電システムとして、特許文献2に記載される複合発電設備が知られている。複合発電設備は、SOFC（燃料電池）に供給されるガスタービンの圧縮機からの圧縮空気と、SOFCから排出された排空気との間で熱交換する高温熱交換器が設けられている。この高温熱交換器は、燃料電池の発電時において、燃料電池内で昇温された排空気の熱を回収し、回収した熱によりSOFCに供給される圧縮空気を加熱している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-205930号公報

【特許文献2】特開2004-119239号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した特許文献1及び特許文献2の発電システムは、SOFCの起動時において、ガスタービンの圧縮機により圧縮された空気（圧縮空気）が、圧縮機からSOFCに供給される。このとき、SOFCの起動時は、SOFCの内部の温度が低くなっている。このため、SOFCに供給された圧縮空気は、SOFCやSOFCとガスタービンを連結する配管によって冷やされる。そして、SOFCで冷やされた排空気は、ガスタービンの燃焼器に供給される。冷やされた排空気が、ガスタービンの燃焼器に供給されると、ガスタービン燃焼器での燃焼が好適な燃焼条件から外れることとなり、ガスタービンの出力制御に影

10

20

30

40

50

響を及ぼす可能性がある。なお、特許文献 2 に記載された高温熱交換器は、燃料電池の発電時において、燃料電池内で昇温された排空気の熱を回収し、回収した熱により S O F C に供給される圧縮空気を加熱するものであるから、上記の課題を解決するものではない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、発電システムの起動時であって、燃料電池の起動初期にガスタービンの燃焼器における燃焼を好適な燃焼条件とすることで、未燃成分の増大や失火等の燃焼不良の発生を防止し、ガスタービンの出力制御への影響を抑制することができる発電システム及び発電システムの運転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】

10

【 0 0 0 8 】

上記の目的を達成するための本発明の発電システムは、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、空気極及び燃料極を有する燃料電池と、前記燃料電池の前記空気極側から排出される排酸化性ガスを、前記燃焼器に供給する排空気ライン又は排酸化性ガス供給ラインと、前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記燃焼器に供給される前記排酸化性ガスを所定の温度へ昇温する昇温部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

従って、昇温部は、排空気ライン又は排酸化性ガス供給ラインを通して、ガスタービンの燃焼器に供給される排酸化性ガスを昇温することができる。このため、燃焼器には、昇温された排酸化性ガスが供給される。よって、燃焼器は、昇温された排酸化性ガスを用いて、燃焼を行うことができることから、ガスタービンの燃焼器における燃焼を、安定的なものにすることができる。これにより、ガスタービンの燃焼器における燃焼を安定させることで、未燃成分の増大や失火を抑制したりすることができる。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の発電システムでは、前記昇温部は、前記燃料電池から排出される前記排酸化性ガスを、燃料を燃焼させることで昇温する昇温用燃焼器であることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

従って、昇温用燃焼器は、燃料を燃焼させることで、排酸化性ガスを昇温することができる。このため、昇温用燃焼器は、燃料を燃焼させることで発生した熱によって、排酸化性ガスを直接昇温することができるため、排酸化性ガスの昇温を迅速に行うことができる。なお、昇温用燃焼器としては、燃料を触媒燃焼させる触媒燃焼器を用いてもよいし、燃料を燃焼させるバーナを用いてもよい。また、昇温用燃焼器は、低下した排酸化性ガスの温度域にて良好に燃焼する様に設計される。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の発電システムでは、前記昇温部は、前記燃料電池から排出される前記排酸化性ガスを、熱媒との熱交換により昇温する熱交換器であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

従って、熱交換器は、排酸化性ガスと熱媒との間で熱交換することにより、排酸化性ガスを昇温することができる。このため、熱交換器は、排酸化性ガスに含まれる酸素等の成分を変化させることなく、排酸化性ガスを昇温することができる。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の発電システムでは、前記熱交換器は、前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられる熱交換器本体と、前記熱交換器本体の内部に設けられる前記熱媒が流通する加熱流路と、を有し、前記加熱流路に接続される熱交換用燃焼器をさらに備え、前記熱交換用燃焼器は、燃料を燃焼させることで発生する燃焼ガスを、前記熱媒として、前記加熱流路に供給することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

従って、熱交換用燃焼器は、燃焼ガスを熱媒として供給することができる。このとき、熱交換用燃焼器は、常圧で燃料を燃焼できることから、熱交換用燃焼器として、一般的な燃焼器を適用することができ、また、熱交換用燃焼器周りも平易な構成にすることができ

50

る。

【0016】

本発明の発電システムでは、前記熱交換器は、前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられる熱交換器本体と、前記熱交換器本体の内部に設けられる前記熱媒が流通する加熱流路と、を有し、前記加熱流路に接続される高温熱源をさらに備え、前記高温熱源は、熱媒を前記加熱流路に供給することを特徴とする。

【0017】

従って、発電システムに設けられる高温熱源を活用して、熱媒により排酸化性ガスを昇温することができる。なお、高温熱源の熱媒としては、発電システムに設けられる起動用ボイラからの蒸気、排熱回収ボイラからの蒸気、圧縮機からの圧縮空気、ガスタービンからの排ガス等がある。

10

【0018】

本発明の発電システムでは、前記排酸化性ガスの流れ方向において、前記昇温部の下流側の前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記排酸化性ガスの温度を検出する温度センサと、前記温度センサの検出結果に基づいて、前記昇温部による前記排酸化性ガスの昇温量を制御する制御装置と、をさらに備えることを特徴とする。

【0019】

従って、制御装置は、排酸化性ガスの温度が所定の温度となるように、排酸化性ガスの昇温量を制御することができる。このため、燃料電池から排出される排酸化性ガスの温度が変化しても、昇温部により昇温された排酸化性ガスの温度を所定の温度に保つことができるため、燃焼器に供給される排酸化性ガスの温度を安定させることができる。

20

【0020】

また、本発明の発電システムの運転方法は、圧縮機と燃焼器を有するガスタービンと、空気極及び燃料極を有する燃料電池と、前記燃料電池の前記空気極側から排出される排酸化性ガスを、前記燃焼器に供給する排空気ライン又は排酸化性ガス供給ラインと、前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記燃焼器に供給される前記排酸化性ガスを昇温する昇温部とを備える発電システムの運転方法であって、前記燃料電池の前記空気極側から排出される前記排酸化性ガスを、所定の温度になるように前記昇温部において昇温させる昇温工程を含むことを特徴とする。

【0021】

従って、昇温工程では、排空気ライン又は排酸化性ガス供給ラインを通してガスタービンの燃焼器に供給される排酸化性ガスを、昇温部により昇温することができる。このため、燃焼器には、昇温された排酸化性ガスが供給される。よって、燃焼器は、昇温された排酸化性ガスを用いて、燃焼を行うことができることから、ガスタービンの燃焼器における燃焼を、安定的なものにすることができる。これにより、ガスタービンの燃焼器における燃焼を安定させることで、未燃成分の増大や失火を抑制したりすることができる。

30

【0022】

本発明の発電システムの運転方法では、前記発電システムは、前記排酸化性ガスの流れ方向において、前記昇温部の下流側の前記排空気ライン又は前記排酸化性ガス供給ラインに設けられ、前記排酸化性ガスの温度を検出する温度センサと、前記温度センサの検出結果に基づいて、前記昇温部による前記排酸化性ガスの昇温量を制御する制御装置と、をさらに備え、前記昇温工程では、前記温度センサの検出結果に基づいて、前記昇温部による前記排酸化性ガスの昇温量を制御することを特徴とする。

40

【0023】

従って、昇温工程では、排酸化性ガスの温度が所定の温度となるように、制御部により昇温部を制御することができる。このため、燃料電池から排出される排酸化性ガスの温度が変化しても、昇温部により昇温された排酸化性ガスの温度を所定の温度に保つことができるため、燃焼器に供給される排酸化性ガスの温度を安定させることができる。

【発明の効果】

【0024】

50

本発明の発電システム及び発電システムの運転方法によれば、ガスタービンの燃焼器に供給される排酸化性ガスを昇温することができる。このため、燃焼器は、昇温された排酸化性ガスを用いて、燃焼を行うことができることから、ガスタービンの燃焼器における燃焼を、安定的なものにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、実施例1の発電システムを表す概略構成図である。

【図2】図2は、SOFCの温度変化に関するタイムチャートである。

【図3】図3は、実施例2の発電システムを表す概略構成図である。

【図4】図4は、実施例3の発電システムを表す概略構成図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下に添付図面を参照して、本発明に係る発電システム及び発電システムの運転方法の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせるものも含むものである。

【実施例1】

【0027】

実施例1の発電システムは、固体酸化物形燃料電池（以下、SOFCと称する。）とガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたトリプルコンバインドサイクル（Triple Combined Cycle：登録商標）である。このトリプルコンバインドサイクルは、ガスタービンコンバインドサイクル発電（GTCC）の上流側にSOFCを設置することにより、SOFC、ガスタービン、蒸気タービンの3段階で電気を取り出すことができるため、極めて高い発電効率を実現することができる。なお、以下の説明では、本発明の燃料電池として固体酸化物形燃料電池を適用して説明するが、この形式の燃料電池に限定されるものではない。

20

【0028】

図1は、実施例1の発電システムを表す概略構成図である。実施例1において、図1に示すように、発電システム10は、ガスタービン11及び発電機12と、SOFC13と、蒸気タービン14及び発電機15とを有している。この発電システム10は、ガスタービン11による発電と、SOFC13による発電と、蒸気タービン14による発電とを組み合わせることで、高い発電効率を得るように構成したものである。

30

【0029】

ガスタービン11は、圧縮機21、燃焼器22、タービン23を有しており、圧縮機21とタービン23は、回転軸24により一体回転可能に連結されている。圧縮機21は、空気取り込みライン25から取り込んだ空気Aを圧縮する。燃焼器22は、圧縮機21から第1圧縮空気供給ライン26を通して供給された圧縮空気A1と、第1燃料ガス供給ライン27から供給された燃料ガスL1とを混合して燃焼する。タービン23は、燃焼器22から排ガス供給ライン28を通して供給された排ガス（燃焼ガス）Gにより回転する。なお、図示しないが、タービン23は、圧縮機21で圧縮された圧縮空気A1が車室を通して供給され、この圧縮空気A1を冷却空気として翼などを冷却する。発電機12は、タービン23と同軸上に設けられており、タービン23が回転することで発電することができる。なお、ここで、燃焼器22に供給する燃料ガスL1及び後述する燃料ガスL2、燃料ガスL4の各燃料ガスは、例えば、液化天然ガス（LNG）、水素（ H_2 ）および一酸化炭素（CO）、メタン（ CH_4 ）などの炭化水素ガス、石炭など炭素質原料のガス化設備により製造したガスを用いることが可能である。

40

【0030】

SOFC13は、還元剤としての高温の燃料ガスと、酸化剤としての高温の空気（酸化性ガス）とが供給されることで、所定の作動温度にて反応して発電を行うものである。このSOFC13は、圧力容器内に空気極と固体電解質と燃料極が収容されて構成される。

50

空気極に圧縮機 2 1 で圧縮された一部の圧縮空気 A 2 が供給され、燃料極に燃料ガス L 2 が供給されることで発電を行う。また、S O F C 1 3 に供給される酸化性ガスは、酸素を略 1 5 % ~ 3 0 % 含むガスであり、代表的には空気が好適であるが、空気以外にも燃焼排ガスと空気の混合ガスや、酸素と空気の混合ガスなどが使用可能である（以下、S O F C 1 3 に供給される酸化性ガスを空気という）。

【0031】

この S O F C 1 3 は、第 1 圧縮空気供給ライン 2 6 から分岐した第 2 圧縮空気供給ライン（圧縮酸化性ガス供給ライン）3 1 が連結され、圧縮機 2 1 が圧縮した一部の圧縮空気（圧縮酸化性ガス）A 2 を空気極の導入部に供給することができる。この第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 は、供給する空気量を調整可能な制御弁 3 2 と、圧縮空気 A 2 を昇圧可能なブロワ（昇圧機）3 3 とが空気の流れ方向に沿って設けられている。制御弁 3 2 は、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 における空気の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ 3 3 は、制御弁 3 2 の下流側に設けられている。なお、制御弁 3 2 とブロワ（昇圧機）3 3 の配置は図 1 の配置に限定されることはなく、ブロワ（昇圧機）や制御弁の形式によって順序を逆にして配置しても良い。S O F C 1 3 は、空気極で用いられた排空気（排酸化性ガス）A 3 を排出する排空気ライン 3 4 が連結されている。この排空気ライン 3 4 は、空気極で用いられた排空気 A 3 を外部に排出する排出ライン 3 5 と、燃焼器 2 2 に連結される排酸化性ガス供給ライン 3 6 とに分岐される。つまり、排空気ライン 3 4 と排酸化性ガス供給ライン 3 6 とは、S O F C 1 3 の空気極で用いられた排空気 A 3 を、燃焼器 2 2 に供給するラインとして機能する。排出ライン 3 5 は、排出する空気量を調整可能な制御弁 3 7 が設けられ、排酸化性ガス供給ライン 3 6 は、S O F C とガスタービン間の系統を切り離すための遮断弁 3 8 が設けられている。

【0032】

また、S O F C 1 3 は、燃料ガス L 2 を燃料極の導入部に供給する第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 が設けられている。第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 は、供給する燃料ガスを調整可能な制御弁 4 2 が設けられている。S O F C 1 3 は、燃料極で用いられた排燃料ガス L 3 を排出する排燃料ライン 4 3 が連結されている。この排燃料ライン 4 3 は、外部に排出する排出ライン 4 4 と、燃焼器 2 2 に連結される排燃料ガス供給ライン 4 5 とに分岐される。排出ライン 4 4 は、排出する燃料ガスを調整可能な制御弁 4 6 が設けられ、排燃料ガス供給ライン 4 5 は、供給する燃料ガスを調整可能な制御弁 4 7 と、燃料を昇圧可能なブロワ 4 8 が排燃料ガス L 3 の流れ方向に沿って設けられている。制御弁 4 7 は、排燃料ガス供給ライン 4 5 における排燃料ガス L 3 の流れ方向の上流側に設けられ、ブロワ 4 8 は、制御弁 4 7 の排燃料ガス L 3 の流れ方向の下流側に設けられている。なお、制御弁 4 7 とブロワ（昇圧機）4 8 の配置は図 1 の配置に限定されることはなく、ブロワ（昇圧機）や制御弁の形式によっては順序を逆にして配置しても良い。

【0033】

また、S O F C 1 3 は、排燃料ライン 4 3 と第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 とを連結する燃料ガス再循環ライン 4 9 が設けられている。燃料ガス再循環ライン 4 9 は、排燃料ライン 4 3 の排燃料ガス L 3 を第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 に再循環する再循環ブロワ 5 0 が設けられている。

【0034】

蒸気タービン 1 4 は、排熱回収ボイラ（H R S G）5 1 で生成された蒸気によりタービン 5 2 を回転するものである。この排熱回収ボイラ 5 1 は、ガスタービン 1 1（タービン 2 3）からの排ガスライン 5 3 が連結されており、空気と高温の排ガス G との間で熱交換を行うことで、蒸気 S を生成する。蒸気タービン 1 4（タービン 5 2）は、排熱回収ボイラ 5 1 との間に、蒸気供給ライン 5 4 と給水ライン 5 5 とが設けられている。そして、給水ライン 5 5 は、復水器 5 6 と給水ポンプ 5 7 とが設けられている。発電機 1 5 は、タービン 5 2 と同軸上に設けられており、タービン 5 2 が回転することで発電することができる。なお、排熱回収ボイラ 5 1 で熱が回収された排ガス G は、大気へ放出される。なお、本実施例においては排ガス G を H R S G 5 1 の熱源として利用しているが、排ガス G は H

10

20

30

40

50

R S G 以外の各種機器の熱源として利用することも可能である。

【 0 0 3 5 】

ここで、本実施例の発電システム 1 0 の作動について説明する。発電システム 1 0 を起動する場合、ガスタービン 1 1 が起動した後に、蒸気タービン 1 4、S O F C 1 3 が起動する。

【 0 0 3 6 】

まず、ガスタービン 1 1 にて、圧縮機 2 1 が空気 A を圧縮し、燃焼器 2 2 が圧縮空気 A 1 と燃料ガス L 1 とを混合して燃焼し、タービン 2 3 が排ガス G により回転することで、発電機 1 2 が発電を開始する。次に、蒸気タービン 1 4 にて、排熱回収ボイラ 5 1 により生成された蒸気 S によりタービン 5 2 が回転し、これにより発電機 1 5 が発電を開始する。

10

【 0 0 3 7 】

S O F C 1 3 では、まず、圧縮空気 A 2 を供給して昇圧を開始し、加熱を開始する。排出ライン 3 5 の制御弁 3 7 と排酸化性ガス供給ライン 3 6 の遮断弁 3 8 を閉止し、第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 のブロワ 3 3 を停止した状態もしくはブロワ 3 3 を運転した状態で、制御弁 3 2 もしくは加圧専用の図示されていない制御弁を所定開度だけ開放する。なお、ここで昇圧速度を制御するための開度調整を行う。すると、圧縮機 2 1 で圧縮した一部の圧縮空気 A 2 が第 2 圧縮空気供給ライン 3 1 から S O F C 1 3 側へ供給される。これにより、S O F C 1 3 側は、圧縮空気 A 2 が供給されることで圧力が上昇する。

【 0 0 3 8 】

20

一方、S O F C 1 3 では、燃料極側に燃料ガス L 2、窒素等の不活性ガスを供給して昇圧を開始する。ここで、図示されていないが、圧縮空気ラインの分岐から圧縮空気（酸化性ガス）を供給することで燃料極側を昇圧することも可能である。排出ライン 4 4 の制御弁 4 6 と排燃料ガス供給ライン 4 5 の制御弁 4 7 を閉止し、ブロワ 4 8 を停止した状態で、第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 の制御弁 4 2 を開放すると共に、燃料ガス再循環ライン 4 9 の再循環ブロワ 5 0 を駆動する。なお、再循環ブロワ 5 0 は燃料極側の加圧前に起動していても良い。すると、燃料ガス L 2 が第 2 燃料ガス供給ライン 4 1 から S O F C 1 3 側へ供給されると共に、排燃料ガス L 3 が燃料ガス再循環ライン 4 9 により再循環する。これにより、S O F C 1 3 側は、燃料ガス L 2、不活性ガス、空気等が供給されることで圧力が上昇する。

30

【 0 0 3 9 】

そして、S O F C 1 3 の空気極側の圧力が圧縮機 2 1 の出口圧力になると、制御弁 3 2 にて S O F C への供給空気流量を制御すると共に、ブロワ 3 3 が起動していなければブロワ 3 3 を駆動する。それと同時に遮断弁 3 8 を開放して S O F C 1 3 からの排空気 A 3 を排酸化性ガス供給ライン 3 6 から燃焼器 2 2 に供給する。このとき、制御弁 3 7 も開放して S O F C 1 3 からの排空気 A 3 の一部を排出ライン 3 5 から排出してもよい。すると、圧縮空気 A 2 がブロワ 3 3 により S O F C 1 3 側へ供給される。それと同時に制御弁 4 6 を開放して S O F C 1 3 からの排燃料ガス L 3 を排出ライン 4 4 から排出する。そして、S O F C 1 3 における空気極側の圧力と燃料極側の圧力が目標圧力に到達すると、S O F C 1 3 の昇圧が完了する。

40

【 0 0 4 0 】

その後、S O F C 1 3 の圧力制御が安定したら、制御弁 3 7 が開となっている場合は閉止する一方、遮断弁 3 8 の開放を維持する。このため、S O F C 1 3 からの排空気 A 3 が排酸化性ガス供給ライン 3 6 から燃焼器 2 2 に供給され続ける。また、排燃料ガス L 3 の成分が燃焼器へ投入可能な成分となったら、制御弁 4 6 を閉止する一方、制御弁 4 7 を開放してブロワ 4 8 を駆動する。すると、S O F C 1 3 からの排燃料ガス L 3 が排燃料ガス供給ライン 4 5 から燃焼器 2 2 に供給される。このとき、第 1 燃料ガス供給ライン 2 7 から燃焼器 2 2 に供給される燃料ガス L 1 を減量する。

【 0 0 4 1 】

ここで、ガスタービン 1 1 の駆動による発電機 1 2 での発電、S O F C 1 3 での発電、

50

蒸気タービン 14 の駆動により発電機 15 での発電が全て行われることとなり、発電システム 10 が定常運転となる。

【0042】

次に、図 2 を参照して、S O F C 13 の空気極側に導入される圧縮空気 A 2 の温度変化と、S O F C 13 から排出される排空気 A 3 の温度変化について説明する。図 2 は、S O F C の温度変化に関するタイムチャートである。

【0043】

図 2 は、その横軸が時間となっており、その縦軸が温度となっている。S O F C 13 の空気極側に導入される圧縮空気 A 2 の温度は T_1 となっており、S O F C 13 から排出される排空気 A 3 の温度は T_2 となっている。また、0 から t_1 までの時間が起動期間となっており、 t_1 から t_2 までの時間が昇温期間となっており、 t_2 以降が発電期間となっている。

10

【0044】

図 2 に示すように、発電システム 10 において、S O F C 13 の起動が開始されると、ガスタービン 11 の圧縮機 21 から圧縮空気 A 2 が供給される。このとき、時間 0 から t_1 までの起動期間において、S O F C 13 に供給される圧縮空気 A 2 の温度 T_1 は、圧縮機 21 において昇温・昇圧される。このため、起動時において、S O F C 13 に供給される圧縮空気 A 2 の温度 T_1 は、ガスタービン 11 に依存するが 300 ~ 650 程度である。一方で、時間 0 から t_1 までの起動期間において、S O F C 13 の内部は、圧縮空気 A 2 の温度 T_1 より低くなっている。このため、S O F C 13 の内部を通過して排出される排空気 A 3 は、S O F C 13 の内部で熱交換されるため、S O F C 13 に供給される圧縮空気 A 2 の温度 T_1 よりも 100 以上低くなっている。また、時間 t_2 以降における S O F C 13 から排出される排空気 A 3 の温度 T_2 は、例えば、550 ~ 650 に設定されている。よって、燃焼器 22 は、発電期間（時間 t_2 以降）で安定して燃焼することが望ましく、発電期間（時間 t_2 以降）の排空気 A 3 の温度 T_2 が好適な燃焼条件として設定されており、上記の排空気 A 3 の温度 T_2 と同様に、550 ~ 650 としている。

20

【0045】

このように、発電システム 10 では、S O F C 13 の起動時（起動期間中）において、S O F C 13 から排出される排空気 A 3 の温度 T_2 が、S O F C 13 に供給される圧縮空気 A 2 の温度 T_1 よりも低くなっている。このため、ガスタービン 11 の燃焼器 22 には、低温の排空気 A 3 が供給される。この場合、燃焼器 22 は、発電期間で供給される 550 ~ 650 の排空気 A 3 や圧縮空気 A 2 と比較して低温となる 50 ~ 300 の排空気 A 3 を用いて燃料ガス L 1 及び排燃料ガス L 3 を燃焼させることになるため、燃焼器 22 における燃焼条件から大幅に外れることから、燃焼が安定でなくなり、未燃成分の増加や最悪の場合失火する可能性がある。そこで、上記の発電システム 10 では、燃焼器 22 に供給される排空気 A 3 を昇温している。

30

【0046】

再び、図 1 を参照するが、実施例 1 の発電システム 10 は、排空気ライン 34 に設けられる昇温用燃焼器 61 を有している。昇温用燃焼器 61 は、例えば、供給される燃料ガス L 4 を燃焼させるバーナである。ここで、排空気ライン 34 は高圧となっていることから、昇温用燃焼器 61 としてバーナを適用する場合には、高圧下で燃料ガス L 4 を燃焼させることが可能なバーナを用いることがよい。そして、バーナは、燃料ガス L 4 を燃焼させることで、低温の排空気 A 3 を昇温する。

40

【0047】

なお、昇温用燃焼器 61 は、例えば、触媒燃焼器を用いてもよい。昇温用燃焼器 61 として触媒燃焼器を適用する場合、触媒燃焼器は、白金 (Pt) 系またはパラジウム (Pd) 系の触媒を用いた、ガス流れへの圧力損失が少なく反応表面積が多いハニカム構造やペレット構造、粒状構造等にしてもよい。また、触媒燃焼器は、その活性温度が、S O F C 13 の空気極の活性温度よりも低くすることが好ましい。そして、触媒燃焼器は、燃料ガ

50

ス L 4 を触媒燃焼させることで、低温の排空気 A 3 を昇温してもよい。

【 0 0 4 8 】

昇温用燃焼器 6 1 には、昇温用燃料ガス供給ライン 6 2 が接続されている。昇温用燃料ガス供給ライン 6 2 は、昇温用燃焼器 6 1 へ向けて燃料ガス L 4 を供給する。昇温用燃料ガス供給ライン 6 2 は、供給する燃料ガスを調整可能な制御弁 6 3 が設けられている。

【 0 0 4 9 】

昇温用燃焼器 6 1 に燃料ガス L 4 が供給されると、昇温用燃焼器 6 1 は、燃焼ガス L 4 と、酸化性ガスとしての排空気 A 3 とを酸化反応させることで、燃料ガス L 4 を燃焼させる。そして、燃料ガス L 4 を燃焼させることで発生した熱により、排空気 A 3 を昇温する。

10

【 0 0 5 0 】

また、発電システム 1 0 は、排空気 A 3 の流れ方向において、昇温用燃焼器 6 1 の下流側の排空気ライン 3 4 に、温度センサ 6 5 が設けられている。温度センサ 6 5 は、昇温用燃焼器 6 1 において昇温された排空気 A 3 の温度を検出している。

【 0 0 5 1 】

ここで、発電システム 1 0 には、制御装置 7 0 が設けられている。制御装置 7 0 は、発電システム 1 0 の各部を制御することで、発電システム 1 0 の運転を制御している。この制御装置 7 0 には、制御弁 6 3 と温度センサ 6 5 とが接続されている。なお、図示はしないが、この制御装置 7 0 には、制御弁 6 3 及び温度センサ 6 5 の他、各種制御弁及び各機器が接続されている。

20

【 0 0 5 2 】

制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 の検出結果に基づいて、制御弁 6 3 を制御している。具体的に、制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 で検出された排空気 A 3 の温度が、所定の温度となるように、制御弁 6 3 の開度をフィードバック制御（例えば、P I D 制御）する。つまり、制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 により検出した検出温度が、予め設定した所定の温度よりも高ければ、制御弁 6 3 の開度を閉弁側に制御する。一方で、制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 により検出した検出温度が、予め設定した所定の温度以下であれば、制御弁 6 3 の開度を開弁側に制御する。このように、制御装置 7 0 は、制御弁 6 3 を制御することで、昇温用燃焼器 6 1 に供給する燃料ガス L 4 の供給量を制御し、これにより、昇温用燃焼器 6 1 による排空気 A 3 の昇温量を制御する。ここで、所定の温度とは、例えば、発電期間以降に S O F C 1 3 を経由して燃焼器 2 2 に供給される圧縮空気 A 3 の温度であり、5 5 0 ~ 6 5 0 の温度である。

30

【 0 0 5 3 】

次に、実施例 1 の発電システム 1 0 の運転方法について説明する。この発電システム 1 0 の運転方法は、S O F C 1 3 を昇温及び昇圧させて、S O F C 1 3 が発電可能な状態に至る過程において、S O F C 1 3 から排出される排空気 A 3 を所定の温度まで昇温するときに行われる。

【 0 0 5 4 】

発電システム 1 0 が起動され、制御弁 3 2 が所定開度を開弁されることで、S O F C 1 3 に圧縮機 2 1 から圧縮空気 A 2 が供給され、かつ、遮断弁 3 8 が開弁されることで、S O F C 1 3 を経由して燃焼器 2 2 へ排空気 A 3 が供給されると、圧縮空気の昇温工程が実行される。つまり、昇温工程は、S O F C 1 3 から排出される排空気 A 3 の温度が、S O F C 1 3 に導入される圧縮空気 A 2 の温度よりも低い場合に実行される。

40

【 0 0 5 5 】

昇温工程では、制御装置 7 0 が、温度センサ 6 5 の検出温度が所定の温度となるように制御弁 6 3 を所定の開度に制御し、昇温用燃料ガス供給ライン 6 2 から燃料ガス L 4 を昇温用燃焼器 6 1 に供給する。そして、昇温工程では、昇温用燃焼器 6 1 において供給された燃料ガス L 4 を燃焼させることで、排空気 A 3 を昇温する。つまり、昇温工程では、昇温用燃焼器 6 1 において、供給された燃料ガス L 4 と酸化性ガスとしての排空気 A 3 とを酸化反応させることで燃料ガス L 4 を燃焼させ、燃料ガス L 4 を燃焼させることで発生し

50

た熱により、排空気 A 3 を昇温する。

【0056】

このように実施例 1 の発電システム 10 にあっては、圧縮機 21 と燃焼器 22 を有するガスタービン 11 と、空気極及び燃料極を有する SOFC 13 と、SOFC 13 の空気極側から排出される排空気 A 3 を、燃焼器 22 に供給する排空気ライン 34 及び排酸化性ガス供給ライン 36 と、排空気ライン 34 に設けられ、燃焼器 22 に供給される排空気 A 3 を昇温する昇温用燃焼器 61 と、を備える。

【0057】

従って、昇温用燃焼器 61 は、排空気ライン 34 及び排酸化性ガス供給ライン 36 を通って、ガスタービン 11 の燃焼器 22 に供給される排空気 A 3 を昇温することができる。このため、燃焼器 22 には、昇温された排空気 A 3 が供給される。よって、燃焼器 22 は、昇温された排空気 A 3 を用いて、燃焼を行うことができることから、ガスタービン 11 の燃焼器 22 における燃焼を、好適な燃焼条件にすることができる。これにより、ガスタービン 11 の燃焼器 22 における燃焼を安定させることで、未燃成分の増加や失火を抑制し、ガスタービンの出力制御への外乱を抑制することができる。

【0058】

実施例 1 の発電システム 10 では、昇温用燃焼器 61 は、SOFC 13 から排出される排空気 A 3 を、燃料ガス L 4 を燃焼させることで昇温させる。従って、昇温用燃焼器 61 は、燃料ガス L 4 を燃焼させることで発生した熱によって、排空気 A 3 を直接昇温することができるため、排空気 A 3 の昇温を迅速に行うことができる。なお、上記したように、昇温用燃焼器 61 としては、触媒燃焼器を用いてもよいし、バーナを用いてもよい。

【0059】

実施例 1 の発電システム 10 では、排空気 A 3 の流れ方向において、昇温用燃焼器 61 の下流側の排空気ライン 34 に設けられ、排空気 A 3 の温度を検出する温度センサ 65 と、温度センサ 65 の検出結果に基づいて、昇温用燃焼器 61 による排空気 A 3 の昇温量を制御する制御装置 70 と、をさらに備える。従って、制御装置 70 は、排空気 A 3 の温度が所定の温度となるように、制御弁 63 を制御することで、排空気 A 3 の昇温量を制御することができる。このため、SOFC 13 から排出される排空気 A 3 の温度が変化しても、昇温用燃焼器 61 により昇温された排空気 A 3 の温度を所定の温度に保つことができ、燃焼器 22 に供給される排空気 A 3 の温度を安定させることができる。

【0060】

また、実施例 1 の発電システム 10 の運転方法にあっては、圧縮機 21 と燃焼器 22 を有するガスタービン 11 と、空気極及び燃料極を有する SOFC 13 と、SOFC 13 の空気極側から排出される排空気 A 3 を、燃焼器 22 に供給する排空気ライン 34 及び排酸化性ガス供給ライン 36 と、排空気ライン 34 に設けられ、燃焼器 22 に供給される排空気 A 3 を昇温する昇温用燃焼器 61 と、を備える発電システム 10 の運転方法であって、SOFC 13 の空気極側から排出される排空気 A 3 を、昇温用燃焼器 61 において昇温させる昇温工程を含む。

【0061】

従って、昇温工程では、排空気ライン 34 及び排酸化性ガス供給ライン 36 を通ってガスタービン 11 の燃焼器 22 に供給される排空気 A 3 を、昇温用燃焼器 61 により昇温することができる。このため、燃焼器 22 には、昇温された排空気 A 3 が供給される。よって、燃焼器 22 は、昇温された排空気 A 3 を用いて、燃焼を行うことができることから、ガスタービン 11 の燃焼器 22 における燃焼を、好適な燃焼条件にすることができる。これにより、ガスタービン 11 の燃焼器 22 における燃焼を安定させることで、未燃成分の増加や失火を抑制し、ガスタービンの出力制御への影響を抑制することができる。

【0062】

実施例 1 の発電システム 10 の運転方法では、発電システム 10 は、排空気 A 3 の流れ方向において、昇温用燃焼器 61 の下流側の排空気ライン 34 に設けられ、排空気 A 3 の温度を検出する温度センサ 65 と、温度センサ 65 の検出結果に基づいて、昇温用燃焼器

6 1 による排空気 A 3 の昇温量を制御する制御装置 7 0 と、をさらに備え、昇温工程では、温度センサ 6 5 の検出結果に基づいて、昇温用燃焼器 6 1 による排空気 A 3 の昇温量を制御する。従って、昇温工程では、排空気 A 3 の温度が所定の温度となるように、制御装置 7 0 により昇温用燃焼器 6 1 を制御することができる。このため、S O F C 1 3 から排出される排空気 A 3 の温度が変化しても、昇温用燃焼器 6 1 により昇温された排空気 A 3 の温度を所定の温度に保つことができ、燃焼器 2 2 に供給される排空気 A 3 の温度を安定させることができる。

【実施例 2】

【0063】

次に、図 3 を参照して、実施例 2 の発電システム 8 0 について説明する。図 3 は、実施例 2 の発電システムを表す概略構成図である。なお、実施例 2 では、実施例 1 と重複する記載を避けるべく、実施例 1 と異なる部分について説明する。実施例 1 では、発電システム 1 0 の排空気ライン 3 4 に昇温用燃焼器 6 1 を設けたが、実施例 2 では、昇温用燃焼器 6 1 に代えて、発電システム 1 0 の排空気ライン 3 4 に熱交換器 8 1 が設けられている。以下、実施例 2 の発電システム 8 0 について説明する。

【0064】

図 3 に示すように、発電システム 8 0 において、排空気ライン 3 4 には、熱交換器 8 1 が設けられている。熱交換器 8 1 は、熱交換器本体 8 1 a と、加熱ライン（加熱流路）8 1 b とを有している。熱交換器本体 8 1 a には、排空気ライン 3 4 が接続されており、排空気ライン 3 4 から供給された排空気 A 3 が、熱交換器本体 8 1 a の内部で流通する。加熱ライン 8 1 b は、その内部に熱媒が流通しており、熱交換器本体 8 1 a の内部に設けられている。

【0065】

また、発電システム 8 0 は、加熱ライン 8 1 b に接続される熱交換用燃焼器 8 2 を有している。熱交換用燃焼器 8 2 には、燃焼用燃料ガス供給ライン 8 3 と、燃焼用空気供給ライン 8 5 とが接続されている。燃焼用燃料ガス供給ライン 8 3 は、熱交換用燃焼器 8 2 へ向けて燃料ガス L 4 を供給する。燃焼用燃料ガス供給ライン 8 3 は、供給する燃料ガス量を調整可能な制御弁 8 4 が設けられている。燃焼用空気供給ライン 8 5 は、熱交換用燃焼器 8 2 へ向けて空気 A を供給する。燃焼用空気供給ライン 8 5 は、供給する空気 A を昇圧可能なブロワ（昇圧機）8 6 が設けられている。

【0066】

熱交換用燃焼器 8 2 に燃料ガス L 4 及び空気 A が供給されると、熱交換用燃焼器 8 2 は、燃料ガス L 4 を燃焼させることで、燃焼ガス B を発生させる。このとき、熱交換用燃焼器 8 2 による燃焼は常圧で行われる。そして、熱交換用燃焼器 8 2 は、発生した燃焼ガス B を熱媒として加熱ライン 8 1 b に供給する。

【0067】

加熱ライン 8 1 b に熱媒が供給されると、加熱ライン 8 1 b は、熱交換器本体 8 1 a の内部を流通する排空気 A 3 を加熱することで、排空気 A 3 を昇温する。

【0068】

この発電システム 8 0 の制御装置 7 0 には、制御弁 8 4 と温度センサ 6 5 とが接続されている。なお、温度センサ 6 5 は、実施例 1 と同様であるため、説明を省略する。

【0069】

制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 の検出結果に基づいて、制御弁 8 4 を制御している。具体的に、制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 で検出された排空気 A 3 の温度が、所定の温度となるように、制御弁 8 4 の開度をフィードバック制御（例えば、P I D 制御）する。つまり、制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 により検出した検出温度が、予め設定した所定の温度よりも高ければ、制御弁 8 4 の開度を閉弁側に制御する。一方で、制御装置 7 0 は、温度センサ 6 5 により検出した検出温度が、予め設定した所定の温度以下であれば、制御弁 8 4 の開度を開弁側に制御する。このように、制御装置 7 0 は、制御弁 8 4 を制御することで、熱交換用燃焼器 8 2 に供給する燃料ガス L 4 の供給量を制御する。これにより

、制御装置 70 は、熱交換器 81 の加熱ライン 81 b に供給する燃焼ガス B の流量を制御し、熱交換器 81 による排空気 A3 の昇温量を制御する。

【0070】

このように実施例 2 の発電システム 80 にあっては、熱交換器 81 は、S O F C 13 から排出される排空気 A3 を、熱交換により昇温しており、排空気ライン 34 に設けられる熱交換器本体 81 a と、熱交換器本体 81 a の内部に設けられる熱媒が流通する加熱ライン 81 b と、を有する。従って、熱交換器 81 は、熱交換器本体 81 a の内部に供給された排空気 A3 を、加熱ライン 81 b により昇温することができる。このため、熱交換器 81 は、排空気 A3 に含まれる酸素等の成分を変化させることなく、排空気 A3 を昇温することができる。

10

【0071】

また、実施例 2 の発電システム 80 では、加熱ライン 81 b に接続される熱交換用燃焼器 82 は、燃料ガス L4 を燃焼させることで発生する燃焼ガス B を、熱媒として、加熱ライン 81 b に供給する。従って、熱交換用燃焼器 82 は、常圧で燃料ガス L4 を燃焼できることから、熱交換用燃焼器 82 として、一般的な燃焼器を適用することができ、また、熱交換用燃焼器 82 周りも平易な構成にすることができる。

【実施例 3】

【0072】

次に、図 4 を参照して、実施例 3 の発電システム 90 について説明する。図 4 は、実施例 3 の発電システムを表す概略構成図である。なお、実施例 3 では、実施例 2 と重複する記載を避けるべく、実施例 2 と異なる部分について説明する。実施例 2 では、発電システム 80 の熱交換器 81 の加熱ライン 81 b に供給される熱媒が、熱交換用燃焼器 82 からの燃焼ガス B であったが、実施例 3 では、発電システム 90 の熱交換器 81 の加熱ライン 81 b に供給される熱媒が、高温熱源 91 からの熱媒となっている。以下、実施例 3 の発電システム 90 について説明する。

20

【0073】

図 4 に示すように、発電システム 90 において、排空気ライン 34 には、実施例 2 と同様の熱交換器 81 が設けられている。なお、熱交換器 81 に係る説明は省略する。熱交換器 81 の加熱ライン 81 b には、熱媒ライン 92 が接続されている。熱媒ライン 92 は、その一端が高温熱源 91 に接続され、その他端が加熱ライン 81 b に接続されており、高温熱源 91 からの熱媒を、加熱ライン 81 b に供給する。熱媒ライン 92 は、供給する熱媒の流量を調整可能な制御弁 93 が設けられている。

30

【0074】

高温熱源 91 は、発電システム 90 に設置される熱源であれば、いずれであってもよく、例えば、発電システム 90 の起動時に用いられる図示しない起動用ボイラを熱源として用いても良い。高温熱源 91 として起動用ボイラを用いる場合、熱媒としては、起動用ボイラで発生する蒸気が用いられる。

【0075】

つまり、高温熱源 91 は、熱媒ライン 92 を介して熱交換器 81 の加熱ライン 81 b に熱媒を供給すると、加熱ライン 81 b は、熱交換器本体 81 a の内部を流通する排空気 A3 を加熱することで、排空気 A3 を昇温する。

40

【0076】

なお、高温熱源 91 の熱媒は、起動用ボイラの蒸気に限らず、排熱回収ボイラ 51 の蒸気、ガスタービン 11 の圧縮機 21 から排出される圧縮空気 A2、またはガスタービン 11 のタービン 23 から排出される排ガス G 等を用いてもよい。このとき、これらの熱媒を併用してもよく、この場合、熱媒を切り替え可能に構成してもよい。

【0077】

この発電システム 90 の制御装置 70 には、制御弁 93 と温度センサ 65 とが接続されている。なお、温度センサ 65 は、実施例 2 と同様であるため、説明を省略する。

【0078】

50

制御装置 70 は、温度センサ 65 の検出結果に基づいて、制御弁 93 を制御している。具体的に、制御装置 70 は、温度センサ 65 で検出された排空気 A3 の温度が、所定の温度となるように、制御弁 93 の開度をフィードバック制御（例えば、PID 制御）する。つまり、制御装置 70 は、温度センサ 65 により検出した検出温度が、予め設定した所定の温度よりも高ければ、制御弁 93 の開度を閉弁側に制御する。一方で、制御装置 70 は、温度センサ 65 により検出した検出温度が、予め設定した所定の温度以下であれば、制御弁 93 の開度を開弁側に制御する。このように、制御装置 70 は、制御弁 93 を制御することで、熱交換器 81 に供給される熱媒の供給量を制御し、これにより、熱交換器 81 による排空気 A3 の昇温量を制御する。

【0079】

このように実施例 3 の発電システム 90 にあっては、熱交換器 81 の加熱ライン 81b に接続される高温熱源 91 は、発生した熱媒を加熱ライン 81b に供給する。従って、発電システム 90 に設けられる高温熱源 91 を活用して、排空気 A3 を昇温することができる。

【0080】

なお、実施例 3 では、高温熱源 91 からの蒸気を、熱交換器 81 の加熱ライン 81b に供給し、加熱ライン 81b により排空気 A3 を昇温した。しかしながら、高温熱源 91 からの蒸気を、排空気ライン 34 に直接供給して、蒸気により排空気 A3 を昇温してもよい。

【符号の説明】

【0081】

- 10 発電システム
- 11 ガスタービン
- 12 発電機
- 13 SOFC（固体酸化物形燃料電池：燃料電池）
- 14 蒸気タービン
- 15 発電機
- 21 圧縮機
- 22 燃焼器
- 23 タービン
- 26 第 1 圧縮空気供給ライン
- 31 第 2 圧縮空気供給ライン
- 32 制御弁
- 33 ブロワ（昇圧機）
- 34 排空気ライン
- 35 排出ライン
- 36 排酸化性ガス供給ライン
- 37 制御弁
- 38 遮断弁
- 61 昇温用燃焼器
- 62 昇温用燃料ガス供給ライン
- 63 制御弁
- 65 温度センサ
- 70 制御装置
- 80 発電システム（実施例 2）
- 81 熱交換器
- 81a 熱交換器本体
- 81b 加熱ライン
- 83 燃焼用燃料ガス供給ライン
- 85 燃焼用空気供給ライン

10

20

30

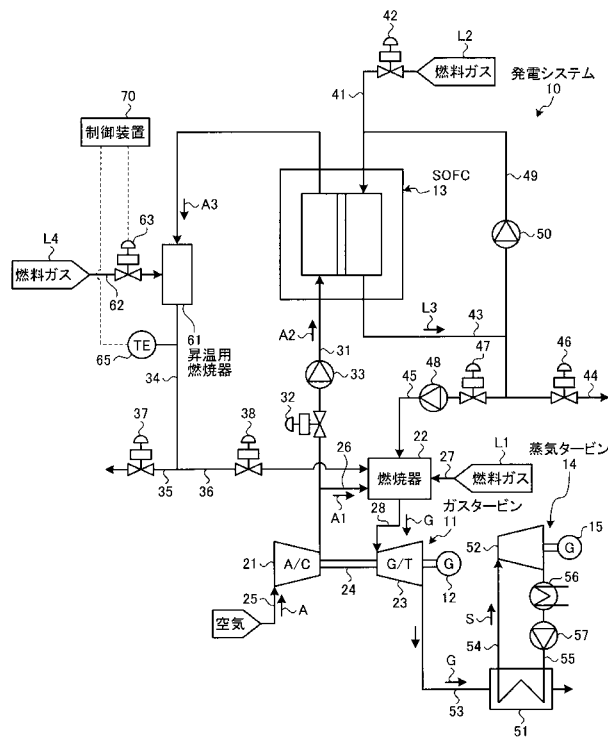
40

50

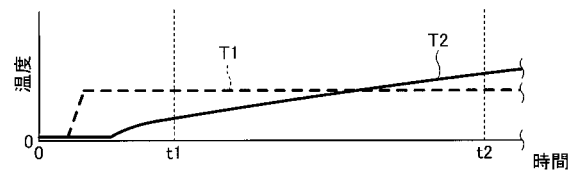
8 4 制御弁
 9 0 発電システム（実施例 3）
 9 1 高温熱源
 9 2 熱媒ライン
 9 3 制御弁
 L 1 燃料ガス
 L 2 燃料ガス
 L 3 排燃料ガス
 L 4 燃料ガス
 A 1 圧縮空気
 A 2 圧縮空気
 A 3 排空気

10

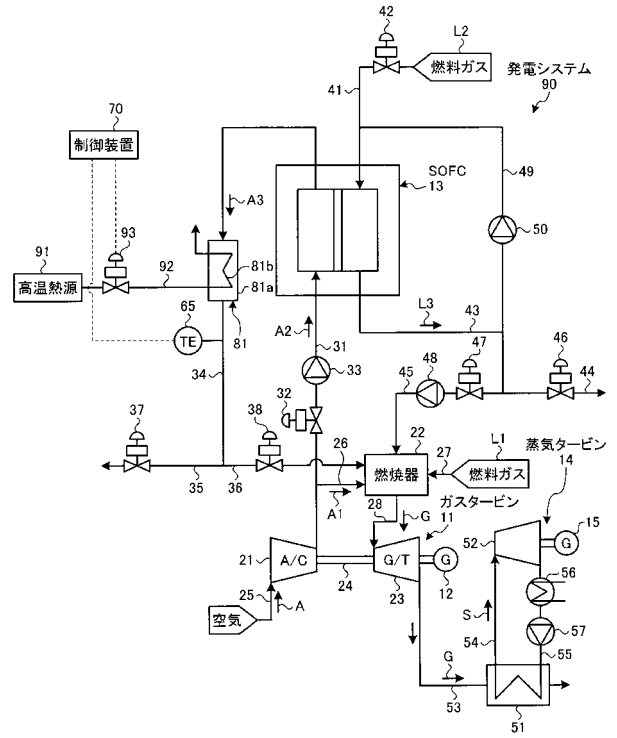
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 M 8/12