

(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2013-199925

(P2013-199925A)

(43) 公開日 平成25年10月3日 (2013. 10. 3)

(51) Int. Cl.

F02C 7/224 (2006.01)

F02C 7/18 (2006.01)

F I

F02C 7/224

F02C 7/18

テーマコード (参考)

E

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2012-237136 (P2012-237136)
 (22) 出願日 平成24年10月26日 (2012. 10. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-34701 (P2012-34701)
 (32) 優先日 平成24年2月21日 (2012. 2. 21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

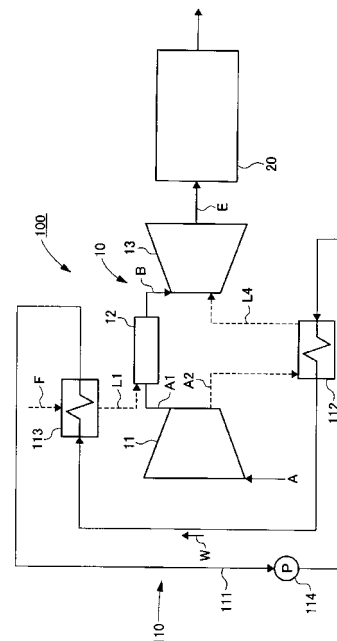
(54) 【発明の名称】 ガスタービン設備

(57) 【要約】

【課題】タービン翼冷却用の圧縮空気の冷却と燃料ガスの予熱を同時に効果的に行う。

【解決手段】圧縮機11と燃焼器12とタービン13でガスタービン10が構成されている。水Wを循環流通する循環ライン111には、冷却空気冷却器112と燃料ガス加熱器113とポンプ114が接続されている。冷却空気冷却器112は、水Wによりタービン冷却用の圧縮空気A2を冷却し、燃料ガス加熱器113は暖まった水Wにより燃料ガスFを予熱する。よって排熱ボイラー20が停止してガスタービン10が単独運転していても、タービン冷却用の圧縮空気A2の冷却と、燃料ガスFの予熱を効果的に行うことができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧縮機と、前記圧縮機から圧縮空気が送られてくると共に燃料ラインを通して燃料ガスが供給されて燃焼ガスを発生する燃焼器と、前記燃焼ガスにより回転駆動すると共に前記圧縮空気の一部を分岐したタービン翼冷却用の圧縮空気が圧縮空気ラインを通して送られてきてタービン翼の冷却をするタービンとを備えたガスタービン設備において、

前記タービン翼冷却用の圧縮空気から熱を奪ってこの圧縮空気の冷却をし、奪った熱を熱伝達媒体を介して伝達し、伝達した熱を前記燃料ガスに与えてこの燃料ガスを予熱する熱交換部を備えることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 2】

10

請求項 1 において、

前記熱交換部は、

液体の熱伝達媒体を循環流通させる循環ラインと、

前記循環ライン及び前記圧縮空気ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記タービン翼冷却用の圧縮空気を冷却する冷却空気冷却器と、

前記循環ライン及び前記燃料ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記燃料ガスを予熱する燃料ガス加熱器とを有し、

前記液体の熱伝達媒体を前記循環ライン内で循環流通させることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 3】

20

請求項 2 において、

前記熱伝達媒体は、前記圧縮機から導出される前記圧縮空気及び前記燃料ガスと混合されて不燃状態を維持可能であることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 において、

前記熱伝達媒体は、大気圧よりも大きい圧力で加圧されていることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 のいずれか一項において、

前記熱伝達媒体は、水または合成系有機熱媒体油のいずれかであることを特徴とするガスタービン設備。

30

【請求項 6】

請求項 2 または請求項 3 において、

前記熱伝達媒体は、飽和温度よりも 5 度以上低い温度の亜臨界圧流体であることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 7】

請求項 2 または請求項 3 において、

前記熱伝達媒体は、擬臨界温度よりも 5 度以上低い温度の超臨界圧流体であることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 8】

40

請求項 2 または請求項 3 において、

前記熱伝達媒体は、臨界温度よりも 5 度以上低い温度の臨界圧流体であることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 9】

請求項 1 において、

前記熱交換部は、

気体の熱伝達媒体を循環流通させる循環ラインと、

前記循環ライン及び前記圧縮空気ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記タービン翼冷却用の圧縮空気を冷却する冷却空気冷却器と、

前記循環ライン及び前記燃料ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記燃料

50

ガスを予熱する燃料ガス加熱器とを有し、

前記気体の熱伝達媒体を前記循環ライン内で循環流通させることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記熱伝達媒体は、前記圧縮機から導出される前記圧縮空気及び前記燃料ガスと混合されて不燃状態を維持可能であることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 11】

請求項 9 または請求項 10 において、

前記熱伝達媒体は、大気圧よりも大きい圧力で加圧されていることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項において、

前記タービンに送られてくる前記タービン翼冷却用の圧縮空気の温度、または、前記燃焼器に供給される前記燃料ガスの温度を調整する温度調整手段を有することを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 13】

請求項 12 において、

前記温度調整手段は、前記タービンから排出された排気ガスの熱を回収する排熱回収ボイラーから導出される温水と前記燃料ガスとを熱交換する燃料ガス用熱交換器を有することを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記燃料ガス用熱交換器は、複数設けられていることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 15】

請求項 12 から請求項 14 のいずれか一項において、

前記温度調整手段は、前記タービンから排出された排気ガスの熱を回収する排熱回収ボイラーに導入される水と前記冷却空気冷却器から導出される圧縮空気とを熱交換する圧縮空気用熱交換器を有することを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 16】

請求項 13 から請求項 15 のいずれか一項において、

前記タービンと前記排熱回収ボイラーとの間には、ダンパーを経由して前記タービンから排出された排気ガスの熱を大気に放出するバイパススタックが設けられていることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 17】

請求項 12 から請求項 16 のいずれか一項において、

前記温度調整手段は、

前記圧縮空気ラインに設けられており、前記冷却空気冷却器をバイパスして前記タービン翼冷却用の圧縮空気を流すと共に流量制御弁が介装された圧縮空気バイパスライン、

前記燃料ラインに設けられており、前記燃料ガス加熱器をバイパスして前記燃料ガスを流すと共に流量制御弁が介装された燃料バイパスライン、

前記循環ラインに設けられており、前記冷却空気冷却器をバイパスして前記熱伝達媒体を流すと共に流量制御弁が介装された第 1 の熱伝達媒体バイパスライン、

前記循環ラインに設けられており、前記燃料ガス加熱器をバイパスして前記熱伝達媒体を流すと共に流量制御弁が介装された第 2 の熱伝達媒体バイパスライン、

のうちの少なくとも一つを有することを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 18】

請求項 2 乃至請求項 17 のいずれか一項において、

排熱回収ボイラーに水を送る給水ラインと前記循環ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記給水ラインに送られる水を加熱する給水加熱器が備えられていることを

10

20

30

40

50

特徴とするガスタービン設備。

【請求項 19】

請求項 1 において、

前記熱交換部は、前記熱伝達媒体が熱交換時に相変化を伴い、ヒートパイプとして作用することを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 20】

請求項 19 において、

前記熱交換部は、

前記燃料ラインに接続されて前記燃料ガスが流通する第 1 空間と、前記圧縮空気ラインに接続されて前記タービン冷却用の圧縮空気が流通する第 2 空間とが、隔壁により分離・区画された筐体と、

前記隔壁を貫通する状態で備えられて、一端側が前記第 1 空間に露出し、他端側が前記第 2 空間側に露出している管状の熱交換体を備え、

前記管状の熱交換体に封入された前記熱伝達媒体が熱交換時に相変化することを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 21】

請求項 20 において、

前記圧縮空気ラインに設けられた前記筐体をバイパスして前記タービン翼冷却用の圧縮空気を流すと共に流量制御弁が介装された圧縮空気バイパスラインと、

前記燃料ラインに設けられた前記筐体をバイパスして前記燃料ガスを流すと共に流量制御弁が介装された燃料バイパスラインのうち、少なくともいずれか一方を備えることを特徴とするガスタービン設備。

【請求項 22】

請求項 2 から請求項 21 のいずれかにおいて、

前記冷却空気冷却器と前記タービンとの間には、該冷却空気冷却器から導出される圧縮空気の流量を調整する流量制御弁が設けられていることを特徴とするガスタービン設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はガスタービン設備に関するものであり、タービン翼冷却用の圧縮空気の冷却と燃料ガスの予熱を同時に効果的に行うことができるように工夫したものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ガスタービン設備の一例を、図 12 を参照して説明する。

このガスタービン設備 1 は、ガスタービン 10 や排熱回収ボイラー 20などを備えている。

【0003】

ガスタービン 10 は、圧縮機 11 と燃焼器 12 とタービン 13 を主要部材として構成されている。圧縮機 11 は空気 A を圧縮して圧縮空気 A1 を燃焼器 12 に送る。燃焼器 12 では、圧縮機 11 から圧縮空気 A1 が送られると共に、燃料ライン L1 を通して燃料ガス F が供給され、燃料ガス F を燃焼させて高温・高圧の燃焼ガス B を発生する。この高温・高圧の燃焼ガス B がタービン 13 で膨張してタービン 13 が回転駆動し、タービン 13 の回転力により発電機（図示省略）を回転して発電が行われる。

【0004】

排熱回収ボイラー（H R S G : heat recovery steam generator）20 は、タービン 13 から排出される高温・高圧の排気ガス E のエネルギーを回収し、回収した熱により高温・高圧の蒸気を発生させ、この蒸気により蒸気タービン（図示省略）を回転させている。

【0005】

このようなガスタービン設備 1 において、ガスタービン 10 の出力を増大し、また大きな効率を得るために、タービン 13 の入口における作動媒体（燃焼ガス B）の温度は千数

10

20

30

40

50

百度という高温になっている。このような高いタービン入口温度は、タービン翼の耐熱性に関する材料上の問題を生じさせるため、通常ではタービン翼表面の冷却を実施する。

【0006】

その冷却のために使用される冷却媒体としては、圧縮機11で圧縮された空気を分岐した圧縮空気A2を用いており、この圧縮空気A2を冷却空気冷却器15で冷却し、冷却した圧縮空気A2によりタービン13のタービン翼の冷却をしている。

【0007】

冷却空気冷却器15は、圧縮空気ラインL4及び排熱回収ボイラー20に水W1を給水する給水ラインL2に接続されており、水W1により圧縮空気A2の冷却をしている。

冷却空気冷却器15に供給される水W1の温度は、例えば100～150であり、圧縮機11から冷却空気冷却器15に供給される圧縮空気A2の温度は、例えば400～450であり、圧縮空気A2を水W1により冷却している。

【0008】

また、ガスタービン10では、一般に燃料ガスFと圧縮空気A1との混合物を使用して燃焼するが、燃料ガスFの温度が低い場合には、燃料温度を上昇させるためにエネルギーの一部が使用されるため、ガスタービン10の性能を低下させると共に効率を低下させることになる。そのため、燃焼前に燃料を予熱することが望ましい。

【0009】

その予熱のために使用される加熱媒体としては、給水ラインL3を通して排熱回収ボイラー20に送られる水W2を用いており、燃料ガスFを燃料ガス加熱器16で予熱している。

【0010】

燃料ガス加熱器16は、給水ラインL3に接続されており、水W2により燃料ガスFの予熱をしている。

燃料ガス加熱器16に供給される水W2の温度は、例えば150～200であり、燃料ガスFを水W2により予熱している。

【0011】

なお、燃料ガスFの予熱のために、補助ボイラー等を設置する例もある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特許第3650112号公報

【特許文献2】特開2010-261456号公報

【特許文献3】特開2010-96495号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

ところで上記従来技術では、圧縮空気A2を冷却する冷却系統と、燃料Fを予熱する予熱系統が、独立した別の系統であるため、熱の有効利用をすることができなかった。

【0014】

また図12に示すように、排熱回収ボイラー20に送られる水W1、即ち、蒸気タービンサイクル側の給水を用いて圧縮空気A2の冷却をし、排熱回収ボイラー20に送られる水W2、即ち、蒸気タービンサイクル側の給水を用いて燃料Fの予熱をしている場合には、排熱回収ボイラーを含むプラントの起動時において、圧縮空気A2の冷却や燃料Fの予熱の調整が難しいという問題がある。

また、検査等により蒸気タービン側が停止して、ガスタービン側が単独運転する場合には、水W1による圧縮空気A2の冷却や、水W2による燃料Fの予熱ができなくなる。

【0015】

本発明は、上記従来技術に鑑み、ガスタービン側が単独運転していても熱の有効利用をしつつ、タービン冷却用の圧縮空気の冷却と燃料ガスの予熱を同時に効果的に行うことが

10

20

30

40

50

できる、ガスタービン設備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】

【0016】

上記課題を解決する本発明の構成は、

圧縮機と、前記圧縮機から圧縮空気が送られてくると共に燃料ラインを通して燃料ガスが供給されて燃焼ガスを発生する燃焼器と、前記燃焼ガスにより回転駆動すると共に前記圧縮空気の一部を分岐したタービン翼冷却用の圧縮空気が圧縮空気ラインを通して送られてきてタービン翼の冷却をするタービンとを備えたガスタービン設備において、

前記タービン翼冷却用の圧縮空気から熱を奪ってこの圧縮空気の冷却をし、奪った熱を熱伝達媒体を介して伝達し、伝達した熱を前記燃料ガスに与えてこの燃料ガスを予熱する熱交換部を備えることを特徴とする。

10

【0017】

また本発明の構成は、

前記熱交換部は、

液体の熱伝達媒体を循環流通させる循環ラインと、

前記循環ライン及び前記圧縮空気ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記タービン翼冷却用の圧縮空気を冷却する冷却空気冷却器と、

前記循環ライン及び前記燃料ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記燃料ガスを予熱する燃料ガス加熱器とを有し、

前記液体の熱伝達媒体を前記循環ライン内で循環流通させることを特徴とする。

20

【0018】

また本発明の構成は、

前記熱伝達媒体は、前記圧縮機から導出される前記圧縮空気及び前記燃料ガスと混合されて不燃状態を維持可能であることを特徴とする。

【0019】

また本発明の構成は、

前記熱伝達媒体は、大気圧よりも大きい圧力で加圧されていることを特徴とする。

【0020】

また本発明の構成は、

前記熱伝達媒体は、水または合成系有機熱媒体油のいずれかであることを特徴とする。

30

【0021】

また本発明の構成は、

前記熱伝達媒体は、飽和温度よりも5度以上低い温度の亜臨界圧流体であること特徴とする

【0022】

また本発明の構成は、

前記熱伝達媒体は、擬臨界温度よりも5度以上低い温度の超臨界圧流体であることを特徴とする。

【0023】

また本発明の構成は、

前記熱伝達媒体は、臨界温度よりも5度以上低い温度の臨界圧流体であることを特徴とする。

40

【0024】

また本発明の構成は、

前記熱交換部は、

気体の熱伝達媒体を循環流通させる循環ラインと、

前記循環ライン及び前記圧縮空気ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記タービン翼冷却用の圧縮空気を冷却する冷却空気冷却器と、

前記循環ライン及び前記燃料ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記燃料ガスを予熱する燃料ガス加熱器とを有し、

50

前記気体の熱伝達媒体を前記循環ライン内で循環流通させることを特徴とする。

【0025】

また本発明の構成は、

前記タービンに送られてくる前記タービン翼冷却用の圧縮空気の温度、または、前記燃焼器に供給される前記燃料ガスの温度を調整する温度調整手段を有することを特徴とする。

【0026】

また本発明の構成は、

前記温度調整手段は、前記タービンから排出された排気ガスの熱を回収する排熱回収ボイラーから導出される温水と前記燃料ガスとを熱交換する燃料ガス用熱交換器を有することを特徴とする。

10

【0027】

また本発明の構成は、

前記燃料ガス用熱交換器は、複数設けられていることを特徴とする。

【0028】

また本発明の構成は、

前記温度調整手段は、前記タービンから排出された排気ガスの熱を回収する排熱回収ボイラーに導入される水と前記冷却空気冷却器から導出される圧縮空気とを熱交換する圧縮空気用熱交換器を有することを特徴とする。

20

【0029】

また本発明の構成は、

前記タービンと前記排熱回収ボイラーとの間には、ダンパーを経由して前記タービンから排出された排気ガスの熱を大気に放出するバイパススタックが設けられていることを特徴とする。

【0030】

また本発明の構成は、

前記温度調整手段は、

前記圧縮空気ラインに設けられており、前記冷却空気冷却器をバイパスして前記タービン翼冷却用の圧縮空気を流すと共に流量制御弁が介装された圧縮空気バイパスライン、

前記燃料ラインに設けられており、前記燃料ガス加熱器をバイパスして前記燃料ガスを流すと共に流量制御弁が介装された燃料バイパスライン、

前記循環ラインに設けられており、前記冷却空気冷却器をバイパスして前記熱伝達媒体を流すと共に流量制御弁が介装された第1の熱伝達媒体バイパスライン、

前記循環ラインに設けられており、前記燃料ガス加熱器をバイパスして前記熱伝達媒体を流すと共に流量制御弁が介装された第2の熱伝達媒体バイパスラインのうちの少なくとも一つを有することを特徴とする。

30

【0031】

また本発明の構成は、

排熱回収ボイラーに水を送る給水ラインと前記循環ラインに接続されており、前記熱伝達媒体により前記給水ラインに送られる水を加熱する給水加熱器が更に備えられていることを特徴とする。

40

【0032】

また本発明の構成は、

前記熱交換部は、前記熱伝達媒体が熱交換時に相変化を伴い、ヒートパイプとして作用することを特徴とする。

【0033】

また本発明の構成は、

前記熱交換部は、

前記燃料ラインに接続されて前記燃料ガスが流通する第1空間と、前記圧縮空気ラインに接続されて前記タービン冷却用の圧縮空気が流通する第2空間とが、隔壁により分離・

50

区画された筐体と、

前記隔壁を貫通する状態で備えられて、一端側が前記第 1 空間に露出し、他端側が前記第 2 空間側に露出している管状の熱交換体を備え、

前記管状の熱交換体に封入された前記熱伝達媒体が熱交換時に相変化することを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

また本発明の構成は、

前記圧縮空気ラインに設けられた前記筐体をバイパスして前記タービン翼冷却用の圧縮空気を流すと共に流量制御弁が介装された圧縮空気バイパスラインと、

前記燃料ラインに設けられた前記筐体をバイパスして前記燃料ガスを流すと共に流量制御弁が介装された燃料バイパスラインのうち、少なくともいずれか一方を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 3 5 】

また本発明の構成は、

前記冷却空気冷却器と前記タービンとの間には、該冷却空気冷却器から導出される圧縮空気の流量を調整する流量制御弁が設けられていることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 6 】

本発明によれば、圧縮空気の冷却と燃料ガスの予熱を同時に実施することができ、熱の有効利用を図ることができる。また、燃料ガスを予熱することでタービン性能を向上させ、効率を改善させることができる。

20

【 0 0 3 7 】

更に、蒸気タービン用の給水システムを使用しないため、ガスタービンを単独運転した時においても、圧縮空気の冷却と燃料ガスの予熱が可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 2 】 本発明の実施例 2 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 3 】 本発明の実施例 3 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 4 】 本発明の実施例 4 に係るガスタービン設備を示す構成図。

30

【 図 5 】 本発明の実施例 5 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 6 】 実施例 5 で用いるヒートパイプ熱交換部を示す構成図。

【 図 7 】 本発明の実施例 6 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 8 】 本発明の実施例 9 に係るガスタービン設備において、熱伝達媒体を構成する流体の温度と定圧比熱の関係を示すグラフ。

【 図 9 】 本発明の実施例 10 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 10 】 本発明の実施例 11 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 11 】 本発明の実施例 12 に係るガスタービン設備を示す構成図。

【 図 12 】 従来ガスタービン設備の一例を示す構成図。

【 発明を実施するための形態 】

40

【 0 0 3 9 】

以下、本発明の実施の形態について、実施例に基づき詳細に説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 4 0 】

本発明の実施例 1 に係るガスタービン設備 100 を、図 1 を参照して説明する。

図 1 に示すように、実施例 1 のガスタービン設備 100 は、ガスタービン 10、排熱回収ボイラー 20 及び熱交換部 110 を備えている。

【 0 0 4 1 】

ガスタービン 10 は、圧縮機 11 と燃焼器 12 とタービン 13 を主要部材として構成されている。圧縮機 11 は空気 A を圧縮して圧縮空気 A1 を燃焼器 12 に送る。燃焼器 12

50

では、圧縮機 11 から圧縮空気 A1 が送られると共に、燃料ライン L1 を通して燃料ガス F が供給され、燃料ガス F を燃焼させて高温・高圧の燃焼ガス B を発生する。この高温・高圧の燃焼ガス B がタービン 13 で膨張してタービン 13 が回転駆動し、タービン 13 の回転力により発電機（図示省略）を回転して発電が行われる。

【0042】

排熱回収ボイラー（HRS G: heat recovery steam generator）20 は、タービン 13 から排出される高温・高圧の排気ガス E のエネルギーを回収し、回収した熱により高温・高圧の蒸気を発生させ、この蒸気により蒸気タービン（図示省略）を回転させている。

【0043】

熱交換部 110 は、循環ライン 111 に、冷却空気冷却器 112 と燃料ガス加熱器 113 とポンプ 114 を接続して構成されている。

10

【0044】

循環ライン 111 は、熱伝達媒体を循環流通させるライン（配管）であり、熱伝達媒体としては例えば水 W を使用している。なお、熱伝達媒体としては、液体が好ましく、例えば水や油などを採用することができる。

ポンプ 114 が駆動することにより、熱伝達媒体である水 W は、循環ライン 111 内を循環流通する。

【0045】

圧縮機 11 で圧縮された空気の一部は分岐され、この分岐された圧縮空気 A2 は圧縮空気ライン L4 を通ってタービン 13 に送られてタービン翼の冷却をする。

20

【0046】

冷却空気冷却器 112 は、循環ライン 111 に接続されると共に、圧縮空気ライン L4 に接続されており、熱伝達媒体である水 W により圧縮空気 A2 を冷却し、冷却した圧縮空気 A2 によりタービン 13 のタービン翼の冷却をしている。

この場合、圧縮機 11 から出ていく圧縮空気 A2 の温度は例えば 400 ~ 450 であり、冷却空気冷却器 112 により冷却されてタービン 13 に送られる圧縮空気 A2 の温度は例えば 200 ~ 250 になる。

また、冷却空気冷却器 112 に入る熱伝達媒体である水 W の温度は例えば 150 であり、冷却空気冷却器 112 から出ていく水 W は昇温してその温度は例えば 200 ~ 250 になる。

30

【0047】

燃料ガス加熱器 113 は、熱伝達媒体である水 W の流れ方向に関して冷却空気冷却器 112 よりも下流位置で、循環ライン 111 に接続されると共に、燃料ライン L1 に接続されている。燃料ガス加熱器 113 は、冷却空気冷却器 112 から送られてくる昇温した熱伝達媒体である水 W により燃料ガス F を予熱する。予熱された燃料ガス F は燃焼器 12 に送られて燃焼する。

この場合、燃料ガス加熱器 113 に入る熱伝達媒体である水 W の温度は例えば 200 ~ 250 であり、燃料ガス加熱器 113 から出ていく水 W は降温してその温度は例えば 150 になる。

【0048】

40

燃料ガス加熱器 113 から出ていく水 W は、ポンプ 114 により送られて、再び冷却空気冷却器 112 に送られ、循環流通する。

【0049】

結局、実施例 1 のガスタービン設備 100 では、循環ライン 111 を循環流通する熱伝達媒体である水 W が、圧縮空気 A2 と燃料ガス F との熱交換をして、圧縮空気 A2 の冷却と燃料ガス F の予熱を同時に実施している。このため熱の有効利用をすることができる。

【0050】

このように、タービン 13 のタービン翼を冷却する圧縮空気 A2 を冷却することで、冷却能力が向上するため抽出する空気量を減少させることができ、ガスタービンの出力向上及び効率の改善につながる。

50

また、圧縮空気 A 2 の冷却に伴う廃熱を用いて、燃料ガス F の予熱を行うことで、廃熱の有効活用ができるため効率を改善できる。

【 0 0 5 1 】

しかも、熱交換部 1 1 0 は、蒸気タービンサイクル側の給水を用いることなく、蒸気タービンサイクル側とは独立したシステムであるため、プラントの起動時や、蒸気タービン側が停止してガスタービン 1 0 が単独運転しているときであっても、問題なく、圧縮空気 A 2 の冷却及び燃料ガス F の予熱を行うことができる。

【 0 0 5 2 】

なお、液体の熱伝達媒体である水 W 等を使用せずに、燃料ガス F と圧縮空気 A 2 とを熱交換器を用いて直接熱交換することも考えられるが、本実施例では、熱伝達媒体として液体の水 W 等を用いることで熱交換部での熱伝達を向上させることができ、熱交換器のサイズを小さくすることができる。また、これによりコストダウンを図ることができる。

また、燃料ガスの予熱のため補助ボイラーを設置する必要がないため、コストダウンを図ることができる。

【 0 0 5 3 】

また、熱伝達媒体として水 W 等の液体を使用しているため、熱伝達媒体が気体である場合よりも熱交換部 1 1 0 を小型化、さらにはガスタービン設備 1 全体の小型化を図ることができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 4 】

本発明の実施例 2 に係るガスタービン設備 1 0 0 A を、図 2 を参照して説明する。実施例 2 のガスタービン設備 1 0 0 A は、実施例 1 のガスタービン設備 1 0 0 を改良したものであるため、実施例 1 と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【 0 0 5 5 】

図 2 に示すように、実施例 2 のガスタービン設備 1 0 0 A は、ガスタービン 1 0 、排熱回収ボイラー 2 0 及び熱交換部 1 1 0 を備えている。

【 0 0 5 6 】

更に実施例 2 のガスタービン設備 1 0 0 A では、圧縮空気ライン L 4 に、圧縮空気バイパスライン 1 1 5 が設けられている。この圧縮空気バイパスライン 1 1 5 は、圧縮空気ライン L 4 のうちで、圧縮空気 A 2 の流れ方向に関して冷却空気冷却器 1 1 2 よりも上流側部分と冷却空気冷却器 1 1 2 よりも下流側部分を接続するものであり、流量制御弁 V 1 が介装されている。

【 0 0 5 7 】

また、圧縮空気ライン L 4 のうち、圧縮空気バイパスライン 1 1 5 の上流側が接続されている部分と冷却空気冷却器 1 1 2 が接続されている部分の間には、流量制御弁 V 2 が介装されている。なお、流量制御弁 V 2 を、圧縮空気ライン L 4 のうち、圧縮空気バイパスライン 1 1 5 の下流側が接続されている部分と冷却空気冷却器 1 1 2 が接続されている部分の間に介装してもよい。

【 0 0 5 8 】

燃料ライン L 1 には、燃料バイパスライン 1 1 6 が設けられている。この燃料バイパスライン 1 1 6 は、燃料ライン L 1 のうちで、燃料ガス F の流れ方向に関して燃料ガス加熱器 1 1 3 よりも上流側部分と燃料ガス加熱器 1 1 3 よりも下流側部分を接続するものであり、流量制御弁 V 3 が介装されている。

【 0 0 5 9 】

また燃料ライン L 1 のうち、燃料バイパスライン 1 1 6 の上流側が接続されている部分と燃料ガス加熱器 1 1 3 が接続されている部分の間には、流量制御弁 V 4 が介装されている。なお、流量制御弁 V 4 を、燃料ライン L 1 のうち、燃料バイパスライン 1 1 6 の下流側が接続されている部分と燃料ガス加熱器 1 1 3 が接続されている部分の間に介装してもよい。

【 0 0 6 0 】

他の部分の構成は、図 1 に示す実施例 1 と同様である。

【0061】

実施例 2 に係るガスタービン設備 100A では、部分負荷や負荷変動が発生した場合において、流量制御弁 V1, V2 の開度を調整することにより、圧縮空気バイパスライン 115 を流れる圧縮空気 A2 の流量と冷却空気冷却器 112 を流れる圧縮空気 A2 の流量を調整することにより、タービン 13 に送られていく圧縮空気 A2 の温度を容易に調整することができる。

また、流量制御弁 V3, V4 の開度を調整することにより、燃料バイパスライン 116 を流れる燃料ガス F の流量と燃料ガス加熱器 113 を流れる燃料ガス F の流量を調整することにより、燃焼器 12 に送られていく燃料ガス F の温度を容易に調整することができる。

10

【0062】

このように、圧縮空気バイパスライン 115, 116 及び流量制御弁 V1, V2, V3, V4 を用いて温度調整をすることができるため、部分負荷や負荷変動が発生した場合であっても、圧縮空気 A2 の冷却及び燃料ガス F の予熱を過不足なく実施することができ、効率を向上させることができる。

【0063】

なお、図 2 に示す実施例 2 において、圧縮空気バイパスライン 115 及び流量制御弁 V1, V2 からなる圧縮空気の温度調整手段と、燃料バイパスライン 116 及び流量制御弁 V3, V4 からなる燃料ガスの温度調整手段のうち、一方のみを備えるようにすることもできる。

20

【実施例 3】

【0064】

本発明の実施例 3 に係るガスタービン設備 100B を、図 3 を参照して説明する。実施例 3 のガスタービン設備 100B は、圧縮空気の温度調整手段と燃料ガスの温度調整手段が、実施例 2 のガスタービン設備 100A のものと異なるが、他の部分は実施例 2 と同様である。したがって実施例 2 と異なる部分についてのみ説明をする。

【0065】

循環ライン 111 には、第 1 の熱伝達媒体バイパスライン 117 が設けられている。この熱伝達媒体バイパスライン 117 は、循環ライン 111 のうちで、水（熱伝達媒体）W の流れ方向に関して冷却空気冷却器 112 よりも上前側部分と冷却空気冷却器 112 よりも下流側部分を接続するものであり、流量制御弁 V5 が介装されている。

30

【0066】

また循環ライン 111 のうち、熱伝達媒体バイパスライン 117 の上流側が接続されている部分と冷却空気冷却器 112 が接続されている部分の間には、流量制御弁 V6 が介装されている。なお、流量制御弁 V6 を、循環ライン 111 のうち、熱伝達媒体バイパスライン 117 の下流側が接続されている部分と冷却空気冷却器 112 が接続されている部分の間に介装してもよい。

【0067】

循環ライン 111 には、第 2 の熱伝達媒体バイパスライン 118 が設けられている。この熱伝達媒体バイパスライン 118 は、循環ライン 111 のうちで、水（熱伝達媒体）W の流れ方向に関して燃料ガス加熱器 113 よりも上前側部分と燃料ガス加熱器 113 よりも下流側部分を接続するものであり、流量制御弁 V7 が介装されている。

40

【0068】

また循環ライン 111 のうち、熱伝達媒体バイパスライン 118 の上流側が接続されている部分と燃料ガス加熱器 113 が接続されている部分の間には、流量制御弁 V8 が介装されている。なお、流量制御弁 V8 を、循環ライン 111 のうち、熱伝達媒体バイパスライン 118 の下流側が接続されている部分と燃料ガス加熱器 113 が接続されている部分の間に介装してもよい。

【0069】

50

実施例 3 に係るガスタービン設備 100B では、部分負荷や負荷変動が発生した場合において、流量制御弁 V5 , V6 の開度を調整することにより、熱伝達媒体バイパスライン 117 を流れる水 W の流量と冷却空気冷却器 112 を流れる水 W の流量を調整することにより、タービン 13 に送られていく圧縮空気 A2 の温度を容易に調整することができる。

また、流量制御弁 V7 , V8 の開度を調整することにより、熱伝達媒体バイパスライン 118 を流れる水 W の流量と燃料ガス加熱器 113 を流れる水 W の流量を調整することにより、燃焼器 12 に送られていく燃料ガス F の温度を容易に調整することができる。

【0070】

このように、熱伝達媒体バイパスライン 117 , 118 及び流量制御弁 V5 , V6 , V7 , V8 を用いて温度調整をすることができるため、部分負荷や負荷変動が発生した場合であっても、圧縮空気 A2 の冷却及び燃料ガス F の予熱を過不足なく実施することができ、効率を向上させることができる。

【0071】

なお、図 3 に示す実施例 3 において、熱伝達媒体バイパスライン 117 及び流量制御弁 V5、V6 からなる圧縮空気の温度調整手段と、熱伝達媒体バイパスライン 118 及び流量制御弁 V7、V8 からなる燃料ガスの温度調整手段のうち、一方のみを備えるようにすることもできる。

【0072】

また、図 3 に示す実施例 3 において、熱伝達媒体バイパスライン 117 及び流量制御弁 V5 , V6 からなる圧縮空気の温度調整手段の代わりに、図 2 に示す実施例 2 において説明される、圧縮空気バイパスライン 115 及び流量制御弁 V1 , V2 からなる圧縮空気の温度調整手段を備えるようにすることもできる。

【0073】

更に、図 3 に示す実施例 3 において、熱伝達媒体バイパスライン 118 及び流量制御弁 V7 , V8 からなる燃料ガスの温度調整手段の代わりに、図 2 に示す実施例 2 において説明される、燃料バイパスライン 116 及び流量制御弁 V3 , V4 からなる燃料ガスの温度調整手段を備えるようにすることもできる。

【実施例 4】

【0074】

本発明の実施例 4 に係るガスタービン設備 100C を、図 4 を参照して説明する。実施例 4 のガスタービン設備 100C は、実施例 1、実施例 2、または実施例 3 のガスタービン設備 100、100A、または 100B を改良したものである。以下では実施例 1 のガスタービン設備 100 を改良した形態で説明するため、実施例 1 と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【0075】

更に実施例 4 のガスタービン設備 100C では、循環ライン 111 のうち燃料ガス加熱器 113 よりも下流側に、給水加熱器 120 が接続されている。この給水加熱器 120 は、蒸気タービンサイクル側の給水である水 W3 を排熱回収ボイラー 20 に送る給水ライン L5 にも接続されており、熱伝達媒体である水 W により、蒸気タービンサイクル側の給水である水 W3 の加熱をしている。

例えば、水 W3 の温度は、給水加熱器 120 に入るときは 50 ~ 100 であり、給水加熱器 120 から出るときには 100 ~ 150 になる。

これにより、圧縮空気 A2 の廃熱により、燃料ガス F だけでなく、蒸気タービンサイクル側の給水である水 W3 の加熱も同時に行うことができる。

【0076】

なお、燃焼器 12 が最も高温となるため、より高温の流体が燃焼器 12 に流れ込むように、燃料ガス F を加熱する燃料ガス加熱器 113 は、循環ライン 111 のうちで、水（熱伝達媒体）W の流れ方向に関して給水加熱器 120 よりも上流側に接続することが好ましいが、循環ライン 111 のうち燃料ガス加熱器 113 よりも上流側に、給水加熱器 120 を接続することもできる。

10

20

30

40

50

【実施例 5】

【0077】

本発明の実施例 5 に係るガスタービン設備 200 を、図 5 を参照して説明する。

図 5 に示すように、実施例 5 のガスタービン設備 200 は、ガスタービン 10、排熱回収ボイラー 20 及びヒートパイプ熱交換部 210 を備えている。

【0078】

ガスタービン 10 は、圧縮機 11 と燃焼器 12 とタービン 13 を主要部材として構成されている。圧縮機 11 は空気 A を圧縮して圧縮空気 A1 を燃焼器 12 に送る。燃焼器 12 では、圧縮機 11 から圧縮空気 A1 が送られると共に、燃料ライン L1 を通して燃料ガス F が供給され、燃料ガス F を燃焼させて高温・高圧の燃焼ガス B を発生する。この高温・高圧の燃焼ガス B がタービン 13 で膨張してタービン 13 が回転駆動し、タービン 13 の回転力により発電機（図示省略）を回転して発電が行われる。

10

【0079】

圧縮機 11 で圧縮された空気の一部は分岐され、この分岐された圧縮空気 A2 は圧縮空気ライン L4 を通ってタービン 13 に送られてタービン翼の冷却をする。

【0080】

排熱回収ボイラー（HRSG: heat recovery steam generator）20 は、タービン 13 から排出される高温・高圧の排気ガス E のエネルギーを回収し、回収した熱により高温・高圧の蒸気を発生させ、この蒸気により蒸気タービン（図示省略）を回転させている。

【0081】

20

ヒートパイプ熱交換部 210 は、圧縮空気ライン L4 と燃料ライン L1 に接続されており、熱伝達媒体であるヒートパイプ 211 を用いて、圧縮空気ライン L4 を流れる圧縮空気 A2 から熱を奪い、燃料ライン L1 を流れる燃料ガス F に熱を与える。つまり、ヒートパイプ 211 を介して、圧縮空気 A2 の熱を燃料ガス F に熱伝達し、圧縮空気 A2 の冷却と燃料ガス F の予熱を同時に実施している。このため熱の有効利用をすることができる。

【0082】

ここで正面側から見た断面図である図 6 を参照して、ヒートパイプ熱交換部 210 の構造について説明する。

図 6 に示すように、ヒートパイプ熱交換部 210 は、筐体 212 内に水平な隔壁 213 が備えられており、この隔壁 213 により筐体 212 内は上側空間 214a と下側空間 214b に分離・区画されている。

30

複数本のヒートパイプ 211 は鉛直方向に沿って配置されて、隔壁 213 を貫通する状態で設置されており、ヒートパイプ 211 の上側部分は上側空間 214a に露出し、ヒートパイプ 211 の下側部分は下側空間 214b に露出している。

ヒートパイプ 211 の上側部分及び下側部分には、フィン 211a が取り付けられている。

【0083】

上側空間 214a には燃料ライン L1 が接続されており、燃料ライン L1 を流れる燃料ガス F が上側空間 214a 内を流通する。また、下側空間 214b には圧縮空気ライン L4 が接続されており、圧縮空気ライン L4 を流れる圧縮空気 A2 が下側空間 214b 内を流通する。

40

このため、高温側の圧縮空気 A2 の熱を、低温側の燃料ガス F に熱伝達することができる。この場合、ヒートパイプ 211 を鉛直配置し、下方側を高温域とし上方側を低温域としているため、ヒートパイプ 211 の熱伝達性能が高くなる。

【0084】

このため、圧縮空気 A2 は抜熱されて冷却され、タービン 13 のタービン翼の冷却を効果的に行うことができる。この結果、冷却能力が向上するため抽出する空気量を減少させることができ、ガスタービンの出力向上及び効率の改善につながる。

【0085】

また、圧縮空気 A2 の冷却に伴う廃熱を用いて、燃料ガス F の予熱を行うことで、廃熱

50

の有効活用ができるため効率を改善できる。

【0086】

ヒートパイプ熱交換部210は、蒸気タービンサイクル側の給水を用いることなく、蒸気タービンサイクル側とは独立したシステムであるため、プラントの起動時や、蒸気タービン側が停止してガスタービン10が単独運転しているときであっても、問題なく、圧縮空気A2の冷却及び燃料ガスFの予熱を行うことができる。

【0087】

また、ヒートパイプ211を用いるため、熱交換のために特に動力は必要としない。更に、ヒートパイプ211を介して熱交換を行うため、例えば高温側（圧縮空気A2）の熱伝達に使用可能な表面積は、低温側（燃料ガスF）に制限されることなく設定することができる。

10

ヒートパイプ211の形状はほぼ円筒形であるが、ヒートパイプの代わりに、平坦プレートを含む様々な形状及び寸法の導管を採用することもできる。

【0088】

本実施例のガスタービン設備200では、ヒートパイプ211により熱伝達をする構成にしたので、装置が単純になると共に、特に動力を要しないためコストダウンを図ることができる。

また、圧縮空気A2と燃料ガスFとを熱交換器（ガス－ガス熱交換器）を用いて直接熱交換させる場合に比べて、ヒートパイプ211を介することで熱伝達を向上させることができるため、熱交換部210のサイズを小さくすることができる。また、これによりコストダウンを図ることができる。

20

【実施例6】

【0089】

本発明の実施例6に係るガスタービン設備200Aを、図7を参照して説明する。実施例6のガスタービン設備200Aは、実施例5のガスタービン設備200を改良したものであるため、実施例5と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【0090】

図7に示すように、実施例6のガスタービン設備200Aは、ガスタービン10、排熱回収ボイラー20及びヒートパイプ熱交換部210を備えている。

【0091】

更に実施例6のガスタービン設備200Aでは、圧縮空気ラインL4に、圧縮空気バイパスライン215が設けられている。この圧縮空気バイパスライン215は、圧縮空気ラインL4のうちで、圧縮空気A2の流れ方向に関してヒートパイプ熱交換器210よりも上流側部分とヒートパイプ熱交換器210よりも下流側部分を接続するものであり、流量制御弁V11が介装されている。

30

【0092】

また、圧縮空気ラインL4のうち、圧縮空気バイパスライン215の上流側が接続されている部分とヒートパイプ熱交換器210が接続されている部分の間には、流量制御弁V12が介装されている。なお、流量制御弁V12を、圧縮空気ラインL4のうち、圧縮空気バイパスライン215の下流側が接続されている部分とヒートパイプ熱交換器210が接続されている部分の間に介装してもよい。

40

【0093】

燃料ラインL1には、燃料バイパスライン216が設けられている。この燃料バイパスライン216は、燃料ラインL1のうちで、燃料ガスFの流れ方向に関してヒートパイプ熱交換部210よりも上前側部分とヒートパイプ熱交換部210よりも下流側部分を接続するものであり、流量制御弁V13が介装されている。

【0094】

また燃料ラインL1のうち、燃料バイパスライン216の上流側が接続されている部分とヒートパイプ熱交換器210が接続されている部分の間には、流量制御弁V14が介装されている。なお、流量制御弁V14を、燃料ラインL1のうち、燃料バイパスライン2

50

16の下流側が接続されている部分とヒートパイプ熱交換器210が接続されている部分の間に介装してもよい。

【0095】

他の部分の構成は、図5に示す実施例5と同様である。

【0096】

実施例6に係るガスタービン設備200Aでは、部分負荷や負荷変動が発生した場合において、流量制御弁V11、V12の開度を調整することにより、圧縮空気バイパスライン215を流れる圧縮空気A2の流量とヒートパイプ熱交換器210を流れる圧縮空気A2の流量を調整することにより、タービン13に送られていく圧縮空気A2の温度を容易に調整することができる。

10

また、流量制御弁V13、V14の開度を調整することにより、燃料バイパスライン216を流れる燃料ガスFの流量とヒートパイプ熱交換器210を流れる燃料ガスFの流量を調整することにより、燃焼器12に送られていく燃料ガスFの温度を容易に調整することができる。

【0097】

このように、バイパスライン215、216及び流量制御弁V11、V12、V13、V14を用いた温度調整をすることができるため、部分負荷や負荷変動が発生した場合であっても、圧縮空気A2の冷却及び燃料ガスFの予熱を過不足なく実施することができ、効率を向上させることができる。

【0098】

20

なお、図7に示す実施例6において、圧縮空気バイパスライン215及び流量制御弁V11、V12からなる圧縮空気の温度調整手段と、燃料バイパスライン216及び流量制御弁V13、V14からなる燃料ガスの温度調整手段のうち、一方のみを備えるようにすることもできる。

【実施例7】

【0099】

本発明の実施例7に係るガスタービン設備100について説明する。実施例7のガスタービン設備100は、実施例1のガスタービン設備100を改良したものであるため、実施例1と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【0100】

30

実施例7のガスタービン設備は、熱伝達媒体として、圧縮機11から導出される圧縮空気A1及び燃料ガスFと混合されて不燃状態を維持可能な物質を使用している。すなわち、熱伝達媒体は、約350～500の圧縮空気A1と混合しても発火しない程度の不燃性を有し、且つ燃料ガスFと混合して発火する助燃性を有さない物質である。

【0101】

上記の熱伝達媒体として、例えば実施形態1の水の他、ヘリウム、二酸化炭素や窒素等の気体、塩化亜鉛、亜硝酸ナトリウム、硝酸ナトリウム若しくは硝酸カリウム又はこれらの混合物等の溶融塩、はんだ、スズ等の液体金属が挙げられる。さらには、ジベンジルトルエンを主成分とする油（商品名：「パーレムサーム400」松村石油株式会社）等の合成系有機熱媒体油が挙げられる。

40

【0102】

実施例7に係るガスタービン設備100では、例えば燃料ガス加熱器113を構成する伝熱管に損傷が生じた場合に、伝熱管内から漏出した熱伝達媒体が圧縮空気A1又は燃料ガスFと混合したとしても発火する虞がない。よって、ガスタービン設備100の安全性を確保することができる。

【実施例8】

【0103】

本発明の実施例8に係るガスタービン設備100について説明する。実施例8のガスタービン設備100は、実施例1のガスタービン設備100を改良したものであるため、実施例1と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

50

【0104】

実施例8のガスタービン設備は、ポンプ114が駆動していない状態においても、熱伝達媒体が大気圧よりも大きい圧力で加圧されており、これにより熱伝達媒体の静圧が増加されている。例えば、前準備として大気圧よりも大きい圧力で加圧された熱伝達媒体を準備しておき、加圧されたこの熱伝達媒体を循環ライン111に導入する。

【0105】

実施例8に係るガスタービン設備100では、熱伝達媒体が液体の場合には飽和温度（沸点）が上昇し、高い温度まで液体の状態を保つことができる。また、熱伝達媒体が気体の場合には密度が高くなるため、効率的に熱交換することができる。よって、燃料ガス加熱器113及び冷却空気冷却器112の小型化、さらにはガスタービン設備1全体の小型化を図ることができる。

10

【実施例9】

【0106】

本発明の実施例9に係るガスタービン設備100について説明する。実施例9のガスタービン設備100は、実施例1のガスタービン設備100を改良したものであるため、実施例1と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【0107】

実施例9のガスタービン設備は、熱伝達媒体として、飽和温度よりも5度以上低い温度の亜臨界圧流体、擬臨界温度よりも5度以上低い温度の超臨界圧流体、又は臨界温度よりも5度以上低い温度の臨界圧流体を使用している。なお、擬臨界温度とは超臨界圧流体において、定圧比熱が極大となる温度のことである。

20

【0108】

ここで、本実施例で用いる熱伝達媒体の一例として水の温度と定圧比熱の関係を図8に示す。図8では、横軸が温度を、縦軸が定圧比熱をそれぞれ示している。図8によれば、亜臨界圧21.0MPaの水は飽和温度 $P_{21.0}$ よりも5度以上低い場合、臨界圧22.12MPaの水は臨界温度 $P_{22.12}$ よりも5度以上低い場合、超臨界圧23.0MPaの水は擬臨界温度 $P_{23.0}$ よりも5度以上低い場合、超臨界圧24.0MPaの水は擬臨界温度 $P_{24.0}$ よりも5度以上低い場合にはそれぞれ定圧比熱が低いことが示されている。

【0109】

30

このように、実施例9に係るガスタービン設備100では、熱伝達媒体の定圧比熱が高い温度領域を避けて使用し、熱伝達媒体を効率的に高温にすることができるため、燃料ガス加熱器113における熱交換及び燃料ガスFの予熱を効率的に行うことができる。

【実施例10】

【0110】

本発明の実施例10に係るガスタービン設備100Dを、図9を参照して説明する。実施例10のガスタービン設備100Dは、実施例1のガスタービン設備100を改良したものであるため、実施例1と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【0111】

40

図9に示すように、実施例10のガスタービン設備100Dは、ガスタービン10、排熱回収ボイラー20及び熱交換部110を備えている。

【0112】

更に実施例10のガスタービン設備100Dでは、排熱回収ボイラー20で生成した高温の温水Hを流通させる第一流通ラインM1と、燃料ガスFを流通させる第一燃料ガスインF1と、第一流通ラインM1に接続された燃料ガス用熱交換器131とを有している。

【0113】

第一流通ラインM1は、排熱回収ボイラー20と燃料ガス用熱交換器131とを接続しており、排熱回収ボイラー20から導出された温水Hを排熱回収ボイラー20と燃料ガス

50

用熱交換器 131 との間で循環させている。

【0114】

燃料ガス用熱交換器 131 は、第一流通ライン M1 に接続されると共に、第一燃料ガスライン F1 に接続されている。燃料ガス用熱交換器 131 は、排熱回収ボイラー 20 から送られてくる温水 H により燃料ガス F を予熱する。予熱された燃料ガス F は燃料ガス加熱器 113 に送られてさらに高い温度に予熱される。

【0115】

また、冷却空気冷却器 112 とタービン 13 とを接続する圧縮空気ライン L4 には、冷却空気冷却器 112 から導出される圧縮空気 A2 の流量を調整する流量調整弁 134 と、圧縮空気ライン L4 を流通する圧縮空気 A2 の温度を測定する温度測定部 135 とが設けられている。

10

【0116】

他の部分の構成は、図 1 に示す実施例 1 と同様である。

【0117】

実施例 10 に係るガスタービン設備 100D では、排熱回収ボイラー 20 で生成される温水 H を利用して燃料ガス用熱交換器 131 にて燃料ガス F を予熱した後、冷却空気冷却器 112 から送り出される温水 H よりも高温の水 W を利用して燃料ガス加熱器 113 にて燃料ガス F をさらに高温に予熱することができる。よって、廃熱を用いて燃料ガス F を効率的に予熱することができるため、熱の有効利用を図ることができるとともに、ガスタービン設備 100D 全体のエネルギー効率を高めることができる。

20

【0118】

また、例えば排熱回収ボイラー 20 が停止している場合でも、実施例 1 と同様に、燃料ガス加熱器 113 において燃料ガス F を予熱することができるとともに、燃料ガス加熱器 113 で熱交換した水 W を用いて冷却空気冷却器 112 において圧縮空気 A2 を冷却することができる。

【0119】

また、圧縮空気ライン L4 を流通する圧縮空気 A2 の温度を温度測定部 135 により測定して、測定結果に応じて流量調整弁 134 の開度を調整して、タービン 13 に導入される圧縮空気 A2 の温度を一定に維持することができる。よって、一定条件下でタービン 13 を稼動することができるため、ガスタービン設備 100D としての信頼性を高めることができる。

30

【実施例 11】

【0120】

本発明の実施例 11 に係るガスタービン設備 100E を、図 10 を参照して説明する。実施例 11 のガスタービン設備 100E は、実施例 10 のガスタービン設備 100D を改良したものであるため、実施例 10 と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

【0121】

図 10 に示すように、実施例 11 のガスタービン設備 100E は、ガスタービン 10、排熱回収ボイラー 20、熱交換部 110、第一流通ライン M1、第一燃料ガスライン F1 及び燃料ガス用熱交換器 131 を備えている。

40

【0122】

更に実施例 11 のガスタービン設備 100E では、排熱回収ボイラー 20 で生成した高温の温水 H を流通させる第二流通ライン M2 と、第二流通ライン M2 に接続された燃料ガス用熱交換器 132 と、燃料ガス F を流通させる第二燃料ガスライン F2 と、排熱回収ボイラー 20 から導出された水 I を流通させる第三流通ライン M3 と、第三流通ライン M3 に接続された圧縮空気用熱交換器 136 とを有している。

【0123】

第二流通ライン M2 は、排熱回収ボイラー 20 と燃料ガス用熱交換器 132 とを接続しており、排熱回収ボイラー 20 から導出された温水 H を排熱回収ボイラー 20 と燃料ガス

50

用熱交換器 132 との間で循環させている。

【0124】

燃料ガス用熱交換器 132 は、第二流通ライン M2 に接続されると共に、第二燃料ガスライン F2 に接続されている。燃料ガス用熱交換器 132 は、排熱回収ボイラー 20 から送り出される温水 H により燃料ガス F を予熱する。予熱された燃料ガス F は燃料ガス加熱器 113 に送られてさらに高い温度に予熱される。

つまり、実施例 11 では、複数の燃料ガス用熱交換器 131, 132 を有している。

【0125】

第三流通ライン M3 は、排熱回収ボイラー 20 と圧縮空気用熱交換器 136 とを接続しており、排熱回収ボイラー 20 から導出された水 I を排熱回収ボイラー 20 と圧縮空気用熱交換器 136 との間で循環させている。

10

【0126】

圧縮空気用熱交換器 136 は、第三流通ライン M3 に接続されると共に、圧縮空気ライン L6 に接続されている。圧縮空気用熱交換器 136 は、排熱回収ボイラー 20 から送られてくる水 I と冷却空気冷却器 112 から送られてくる圧縮空気 A2 とを熱交換する。これにより、圧縮空気 A2 の温度が下がり、水 I の温度が上昇する。

【0127】

他の部分の構成は、図 9 に示す実施例 10 と同様である。

【0128】

実施例 11 に係るガスタービン設備 100E では、複数の燃料ガス用熱交換器 131, 132 を設けることにより燃料ガス F を効率的に予熱することができるため、熱の有効利用を図ることができるとともに、ガスタービン設備 100E 全体のエネルギー効率を高めることができる。

20

【0129】

また、圧縮空気用熱交換器 136 において、排熱回収ボイラー 20 から送り出される水 I を利用して、圧縮空気 A2 をさらに冷却することができるので、圧縮空気 A2 による冷却の対象となる部材を効果的に冷却し、過熱による損傷を防止することができる。更に、その廃熱を水 I に有効に回収し、エネルギー効率を更に高めることができる。

【実施例 12】

【0130】

本発明の実施例 12 に係るガスタービン設備 100F を、図 11 を参照して説明する。実施例 12 のガスタービン設備 100F は、実施例 10 のガスタービン設備 100D を改良したものであるため、実施例 10 と同一部分には同一符号を付し、重複する部分の説明は省略する。

30

【0131】

図 11 に示すように、実施例 12 のガスタービン設備 100F は、第一流通ライン M1 と、第一燃料ガスライン F1 と、燃料ガス用熱交換器 131 とを有している。

【0132】

更に実施例 12 のガスタービン設備 100F では、タービン 13 と排熱回収ボイラー 20 との間に第一ダンパー D1 を介してバイパススタック 137 が設けられている。

40

【0133】

タービン 13 と排熱回収ボイラー 20 とは第一排気ガスライン H1 で接続されており、該第一排気ガスライン H1 には第二ダンパー D2 が設けられている。また、第一排気ガスライン H1 から分岐して第二排気ガスライン H2 が設けられ、該第二排気ガスライン H2 に第一ダンパー D1 とバイパススタック 137 とが設けられている。このバイパススタック 137 は、タービン 13 から排出された排気ガス E を大気に放出する。

【0134】

他の部分の構成は、図 9 に示す実施例 10 と同様である。

【0135】

実施例 12 に係るガスタービン設備 100F では、第一ダンパー D1 を開状態にすると

50

ともに第二ダンパー D 2 を閉状態とすることで、排気ガス E をバイパススタック 1 3 7 に送って、該バイパススタック 1 3 7 から排気ガス E を大気に放出することができる。よって、排熱回収ボイラー 2 0 の空焚きを防止することができるため、該排熱回収ボイラー 2 0 が簡易な構成であっても該排熱回収ボイラー 2 0 の損傷を防止することができる。

【0136】

一方、第一ダンパー D 1 を閉状態にするとともに第二ダンパー D 2 を開状態とすることで、排気ガス E を排熱回収ボイラー 2 0 に送って、実施例 1 0 と同様に、排熱回収ボイラー 2 0 で生成される温水 H を利用して燃料ガス用熱交換器 1 3 1 にて燃料ガス F を予熱した後、冷却空気冷却器 1 1 2 から送り出される温水 H よりも高温の水 W を利用して燃料ガス加熱器 1 1 3 にて燃料ガス F をさらに予熱することができる。

10

【0137】

以上のように、第一ダンパー D 1 及び第二ダンパー D 2 の開閉状態を調整することで、ガスタービン設備 1 0 0 F の使用態様を変更することができる。例えば、第一ダンパー D 1 を開状態にするとともに第二ダンパー D 2 を閉状態とすることで、ガスタービン 1 3 を駆動させながら、排熱回収ボイラー 2 0 の点検が可能となる。

【0138】

なお、上述した実施の形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

【0139】

20

例えば、実施例 1 1 において、燃料ガス用熱交換器 1 3 1 , 1 3 2 は並列に設けられているが、直列に設けてもよい。この場合には上流側に配される燃料ガス用熱交換器に導入される温水 H の温度よりも、下流側に配される燃料ガス用熱交換器に導入される温水 H の温度の方を高くすることで、燃料ガス F を段階的に予熱することができる。

【符号の説明】

【0140】

1 ガスタービン設備

1 0 ガスタービン

1 1 圧縮機

1 2 燃焼器

1 3 タービン

1 5 冷却空気冷却器

1 6 燃料ガス加熱器

2 0 排熱回収ボイラー

1 0 0 , 1 0 0 A , 1 0 0 B , 1 0 0 C , 1 0 0 D , 1 0 0 E , 1 0 0 F , 2 0 0 A

ガスタービン設備

1 1 0 熱交換部

1 1 1 循環ライン

1 1 2 冷却空気冷却器

1 1 3 燃料ガス加熱器

1 1 4 ポンプ

1 1 5 圧縮空気バイパスライン

1 1 6 燃料バイパスライン

1 1 7 , 1 1 8 熱伝達媒体バイパスライン

1 2 0 給水加熱器

2 1 0 ヒートパイプ熱交換部

2 1 1 ヒートパイプ

2 1 2 筐体

2 1 3 隔壁

2 1 a 上側空間

30

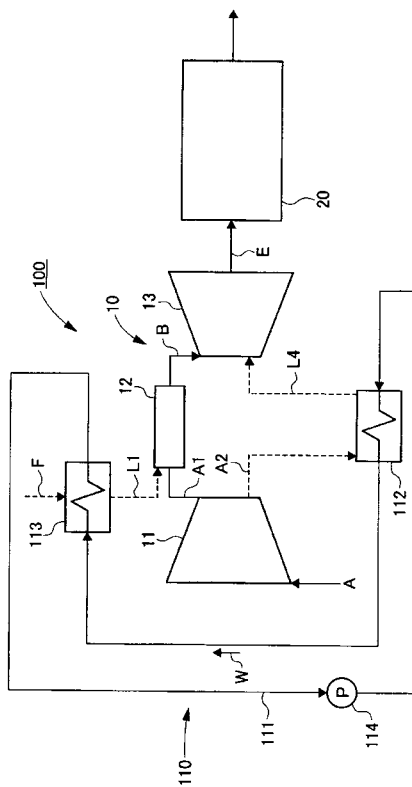
40

50

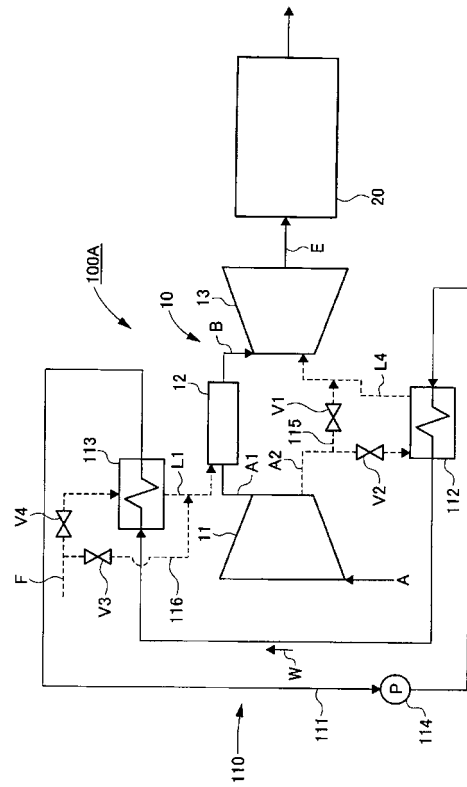
2 1 b 下側空間
 2 1 5 空気バイパスライン
 2 1 6 燃料バイパスライン
 V 1 ~ V 8 , V 1 1 ~ V 1 4 流量制御弁
 W , W 1 , W 2 、 W 3 水
 L 1 燃料ライン
 L 2 , L 3 , L 5 給水ライン
 L 4 圧縮空気ライン
 A 空気
 A 1 , A 2 圧縮空気
 F 燃料ガス
 B 燃焼ガス
 E 排気ガス

10

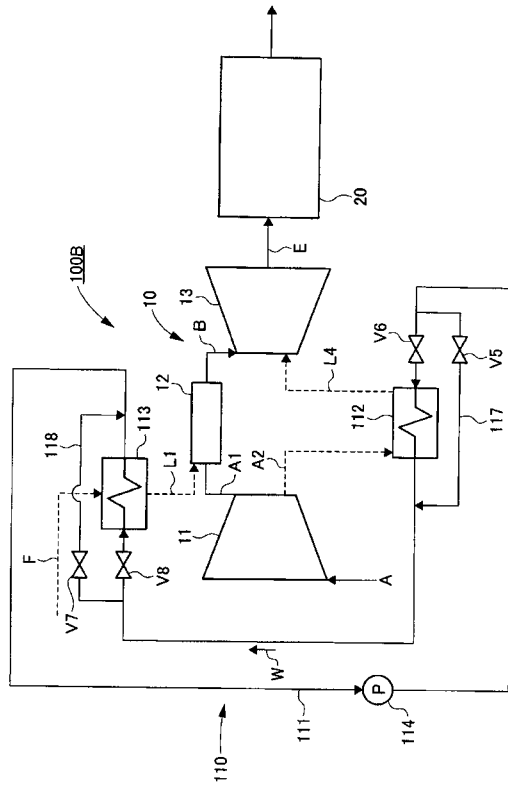
【図 1】



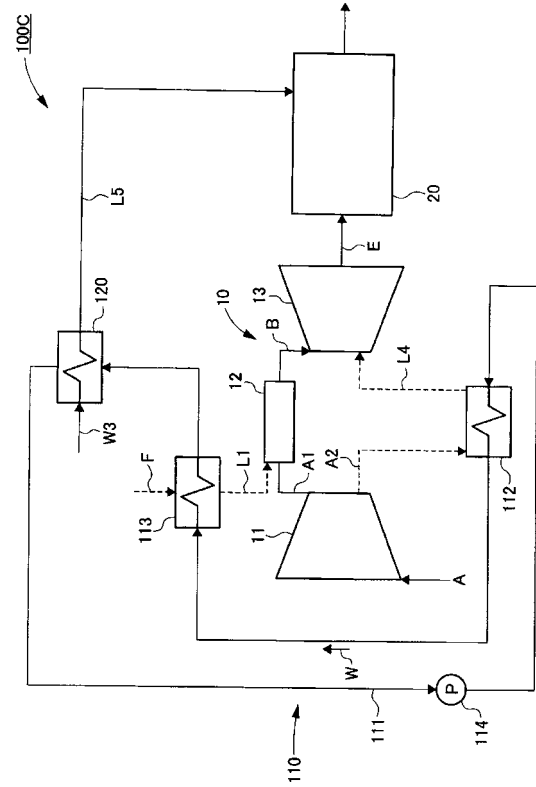
【図 2】



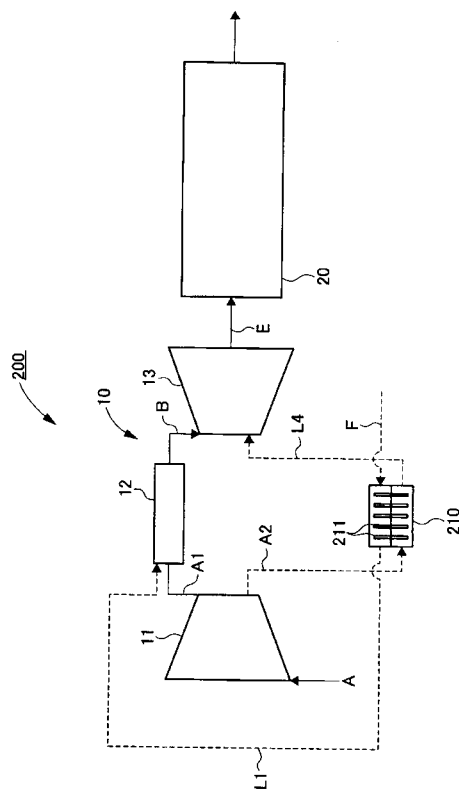
【図 3】



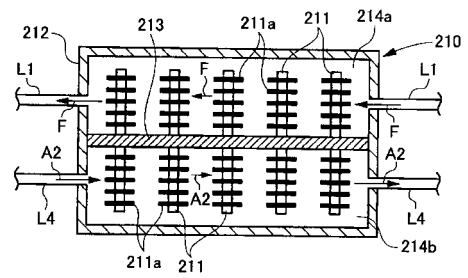
【図 4】



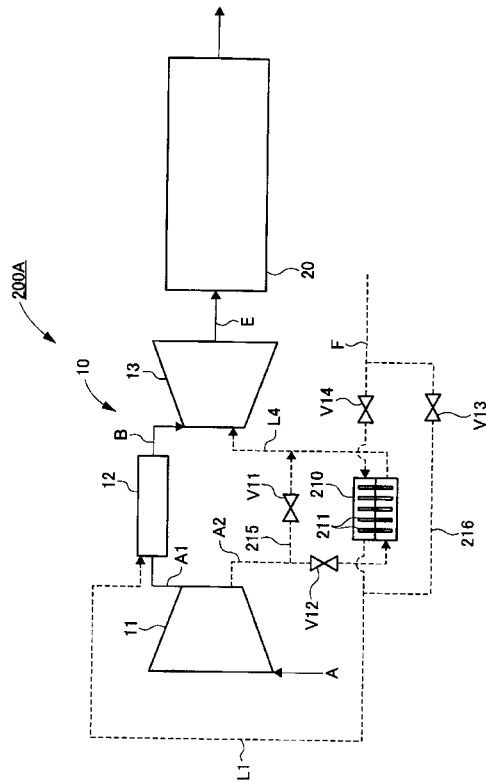
【図 5】



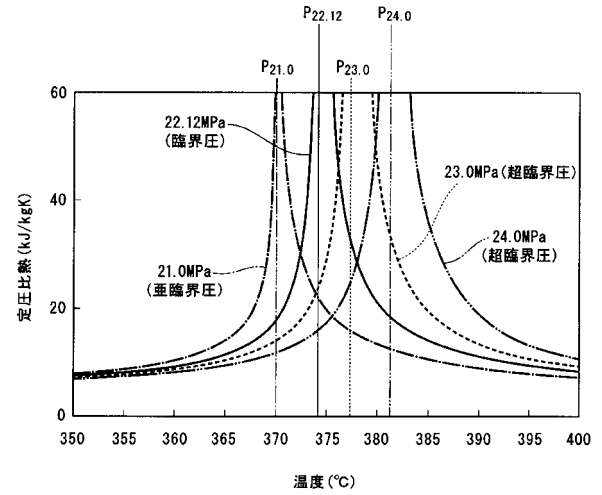
【図 6】



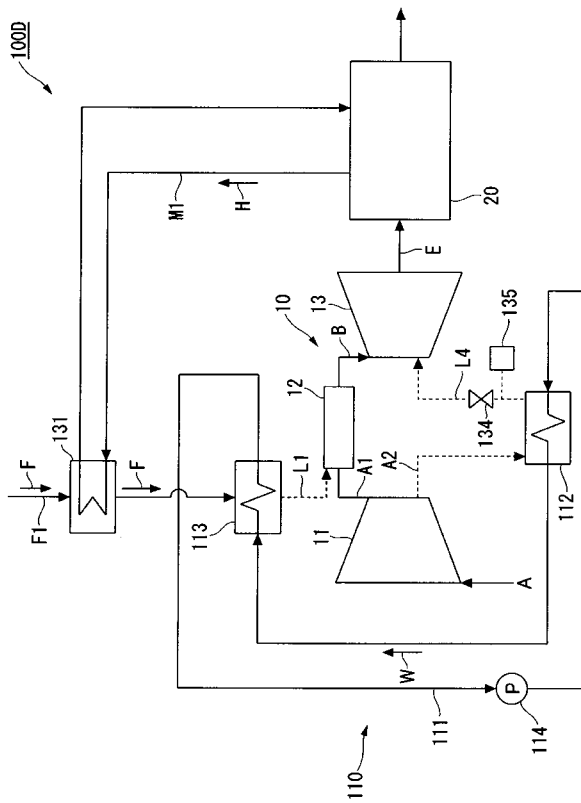
【図 7】



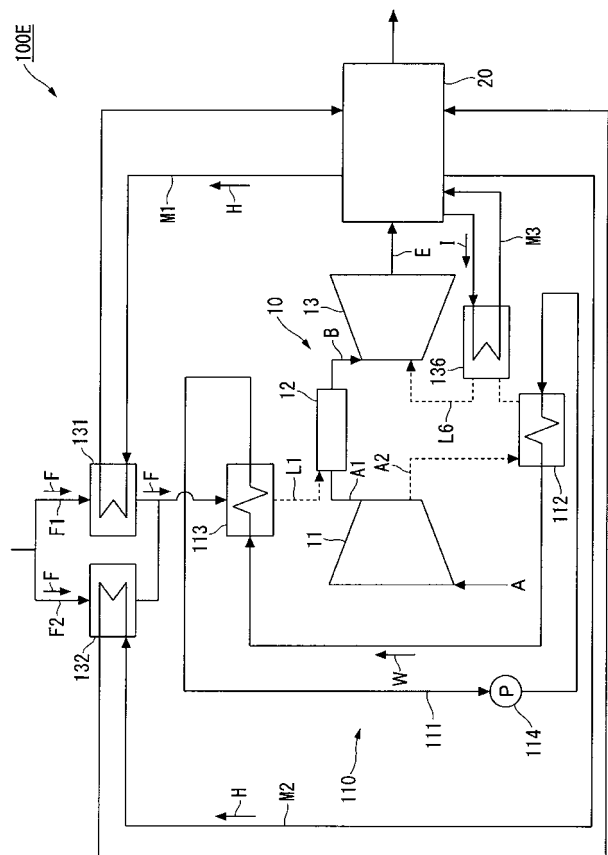
【図 8】



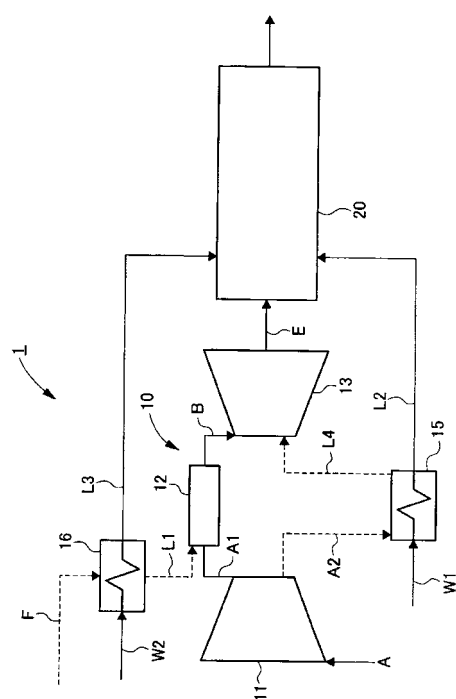
【図 9】



【図 10】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 上地 英之
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 伊藤 栄作
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 吉川 雅司
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 高 橋 稔昌
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 中本 行政
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 斎藤 直仁
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 園田 隆
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 岡 雄一
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 後藤 良介
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内