

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3800384号
(P3800384)

(45) 発行日 平成18年7月26日(2006.7.26)

(24) 登録日 平成18年5月12日(2006.5.12)

(51) Int. Cl. F I
FO1K 23/10 (2006.01) FO1K 23/10 C
FO2C 7/18 (2006.01) FO2C 7/18 A

請求項の数 6 (全 18 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平10-347855 | (73) 特許権者 | 000005108 |
| (22) 出願日 | 平成10年11月20日(1998.11.20) | | 株式会社日立製作所 |
| (65) 公開番号 | 特開2000-161014(P2000-161014A) | | 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 |
| (43) 公開日 | 平成12年6月13日(2000.6.13) | (73) 特許権者 | 390023928 |
| 審査請求日 | 平成16年2月24日(2004.2.24) | | 日立エンジニアリング株式会社 |
| | | | 茨城県日立市幸町3丁目2番1号 |
| | | (74) 代理人 | 100099302 |
| | | | 弁理士 笹岡 茂 |
| | | (72) 発明者 | 平賀 一郎 |
| | | | 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会 |
| | | | 社日立製作所日立工場内 |
| | | (72) 発明者 | 岩本 祐一 |
| | | | 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会 |
| | | | 社日立製作所日立工場内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンバインド発電設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービン高温部の一部または全部を蒸気により冷却するガスタービンと、該ガスタービンからの排ガスを利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラにより発生した蒸気を動力源とする蒸気タービンと、ガスタービン高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気を供給する系統の一つとして、高圧蒸気タービンから排熱回収ボイラ再熱器へ低温再熱蒸気を導く蒸気配管から分岐して低温再熱蒸気の一部もしくは全部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と共に、排熱回収ボイラの中圧過熱器から中圧蒸気をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と、排熱回収ボイラの高圧過熱器から高圧蒸気タービンへ高圧蒸気を導く蒸気配管から分岐して高圧蒸気の一部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統を有するコンバインド発電設備であって、

10

ガスタービン各負荷に対してガスタービン冷却蒸気の温度許容幅の下限値から所定の幅を持たせた下限域を設定する温度下限域設定手段と、該温度下限域とガスタービン冷却蒸気温度を比較する手段とを設け、ガスタービン冷却蒸気温度が前記下限域になった時には、高温の高圧蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン冷却蒸気温度を前記下限域以上に上昇させ、前記温度許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給することを特徴とするコンバインド発電設備。

【請求項2】

ガスタービン高温部の一部または全部を蒸気により冷却するガスタービンと、該ガスタービンからの排ガスを利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラによ

20

り発生した蒸気を動力源とする蒸気タービンと、ガスタービン高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気を供給する系統の一つとして、高圧蒸気タービンから排熱回収ボイラ再熱器へ低温再熱蒸気を導く蒸気配管から分岐して低温再熱蒸気の一部もしくは全部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と共に、排熱回収ボイラの中圧過熱器から中圧蒸気をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と、排熱回収ボイラの高圧過熱器から高圧蒸気タービンへ高圧蒸気を導く蒸気配管から分岐して高圧蒸気の一部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統を有するコンバインド発電設備であって、

ガスタービン各負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気の必要温度の下限値に対して、所定値を加算した冷却蒸気温度を設定する冷却蒸気温度設定手段と、該冷却蒸気温度設定手段で設定された冷却蒸気設定温度と測定されたガスタービン冷却蒸気気温とを比較する温度判定手段を備える冷却蒸気温度上昇制御手段を設け、

10

ガスタービン負荷上昇に伴い、前記冷却蒸気の必要温度が上昇するために、ガスタービン負荷上昇時にガスタービン冷却蒸気温度が前記冷却蒸気設定温度を下まわる時には、ガスタービン負荷上昇に先行して高温の高圧蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷上昇時にガスタービン冷却蒸気温度が前記冷却蒸気設定温度となるまでガスタービン冷却蒸気を昇温した後、ガスタービン負荷上昇を行うことを特徴とするコンバインド発電設備。

【請求項 3】

ガスタービン高温部の一部または全部を蒸気により冷却するガスタービンと、該ガスタービンからの排ガスを利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラにより発生した蒸気を動力源とする蒸気タービンと、ガスタービン高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気を供給する系統の一つとして、高圧蒸気タービンから排熱回収ボイラ再熱器へ低温再熱蒸気を導く蒸気配管から分岐して低温再熱蒸気の一部もしくは全部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と共に、排熱回収ボイラの中圧過熱器から中圧蒸気をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と、排熱回収ボイラにおいて高圧過熱器が二つ以上に分割され、高圧ドラムを出た蒸気が高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へシリーズに導かれる構成を有し、排熱回収ボイラの高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へ蒸気を導く蒸気配管から分岐して高圧一次過熱器出口蒸気の一部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統を有するコンバインド発電設備であって、

20

ガスタービン各負荷に対してガスタービン冷却蒸気の温度許容幅の上限値から所定の幅を持たせた上限域を設定する温度上限域設定手段を設け、ガスタービン冷却蒸気温度が前記上限域になった時には、ガスタービン冷却蒸気に較べて低温の高圧一次過熱器出口蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン冷却蒸気温度を前記上限域より降下させ、前記温度許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給することを特徴とするコンバインド発電設備。

30

【請求項 4】

ガスタービン高温部の一部または全部を蒸気により冷却するガスタービンと、該ガスタービンからの排ガスを利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラにより発生した蒸気を動力源とする蒸気タービンと、ガスタービン高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気を供給する系統の一つとして、高圧蒸気タービンから排熱回収ボイラ再熱器へ低温再熱蒸気を導く蒸気配管から分岐して低温再熱蒸気の一部もしくは全部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と共に、排熱回収ボイラの中圧過熱器から中圧蒸気をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と、排熱回収ボイラにおいて高圧過熱器が二つ以上に分割され、高圧ドラムを出た蒸気が高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へシリーズに導かれる構成を有し、排熱回収ボイラの高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へ蒸気を導く蒸気配管から分岐して高圧一次過熱器出口蒸気の一部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統を有するコンバインド発電設備であって、

40

ガスタービン各負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気の必要温度の上限値に対して、所定値を減算した冷却蒸気温度を設定する冷却蒸気温度設定手段と、該冷却蒸気温度設定手段で設定された冷却蒸気設定温度と測定されたガスタービン冷却蒸気気温とを比

50

較する温度判定手段を備える冷却蒸気温度降下制御手段を設け、

ガスタービン負荷降下に伴い、前記冷却蒸気の必要温度が降下するために、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が前記冷却蒸気設定温度を上まわる時には、ガスタービン負荷降下に先行してガスタービン冷却蒸気に較べて低温の高圧一次過熱器出口蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が前記冷却蒸気設定温度となるまでガスタービン冷却蒸気温度を降下させた後、ガスタービン負荷降下を行うことを特徴とするコンバインド発電設備。

【請求項 5】

ガスタービン高温部の一部または全部を蒸気により冷却するガスタ - ビンと、該ガスタ - ビンからの排ガスを利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラにより発生した蒸気を動力源とする蒸気タ - ビンと、ガスタービン高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気を供給する系統の一つとして、高圧蒸気タービンから排熱回収ボイラ再熱器へ低温再熱蒸気を導く蒸気配管から分岐して低温再熱蒸気の一部もしくは全部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と共に、排熱回収ボイラの中圧過熱器から中圧蒸気をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と、排熱回収ボイラにおいて高圧過熱器が少なくとも二つ以上に分割され、高圧ドラムを出た蒸気が高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へシリーズに導かれる構成を有し、高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へ蒸気を導く蒸気配管から分岐して、高圧一次過熱器出口蒸気を高圧二次過熱器をバイパスさせる系統を有するコンバインド発電設備であって、

10

ガスタービン各負荷に対してガスタービン冷却蒸気の温度許容幅の上限値から所定の幅を持たせた上限域を設定する温度上限域設定手段を設け、ガスタービン冷却蒸気温度が前記上限域になった時には、高圧一次過熱器出口蒸気の一部もしくは全部を高圧二次過熱器をバイパスさせて高圧蒸気温度を降下させ、温度の降下した低温再熱蒸気をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン冷却蒸気温度を前記上限域より降下させ、前記温度許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給することを特徴とするコンバインド発電設備。

20

【請求項 6】

ガスタービン高温部の一部または全部を蒸気により冷却するガスタ - ビンと、該ガスタ - ビンからの排ガスを利用して蒸気を発生する排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラにより発生した蒸気を動力源とする蒸気タ - ビンと、ガスタービン高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気を供給する系統の一つとして、高圧蒸気タービンから排熱回収ボイラ再熱器へ低温再熱蒸気を導く蒸気配管から分岐して低温再熱蒸気の一部もしくは全部をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と共に、排熱回収ボイラの中圧過熱器から中圧蒸気をガスタービン冷却蒸気の供給配管へ導く系統と、排熱回収ボイラにおいて高圧過熱器が少なくとも二つ以上に分割され、高圧ドラムを出た蒸気が高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へシリーズに導かれる構成を有し、高圧一次過熱器から高圧二次過熱器へ蒸気を導く蒸気配管から分岐して、高圧一次過熱器出口蒸気を高圧二次過熱器をバイパスさせる系統を有するコンバインド発電設備であって、

30

ガスタービン各負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気の必要温度の上限値に対して、所定値を減算した冷却蒸気温度を設定する冷却蒸気温度設定手段と、該冷却蒸気温度設定手段で設定された冷却蒸気設定温度と測定されたガスタービン冷却蒸気温度とを比較する温度判定手段を備える冷却蒸気温度降下制御手段を設け、

40

ガスタービン負荷降下に伴い、前記冷却蒸気の必要温度が降下するために、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が前記冷却蒸気設定温度を上まわる時には、ガスタービン負荷降下に先行して高圧一次過熱器出口蒸気の一部もしくは全部を高圧二次過熱器をバイパスさせて高圧蒸気温度を降下させ、温度の降下した低温再熱蒸気をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が前記冷却蒸気設定温度となるまでガスタービン冷却蒸気温度を降下させた後、ガスタービン負荷降下を行うことを特徴とするコンバインド発電設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスタービンの高温部の一部もしくは全部を蒸気によって冷却するガスタービンを用いたコンバインド発電設備、特に、ガスタービン冷却蒸気の供給に対するコンバインド発電設備に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、ガスタービンの高温部を蒸気によって冷却する蒸気冷却型のガスタービンを用いた排熱回収コンバインド発電設備（以下、「プラント」という。）として、高温部を冷却するガスタービンが必要とするガスタービン冷却蒸気の状態（流量、圧力、温度）の観点から、ガスタービン冷却蒸気は、高圧蒸気タービンから送り出される低温再熱蒸気の一部もしくは全部と排熱回収ボイラで発生する中圧蒸気を用いて供給され、冷却により過熱されたガスタービン冷却蒸気は高温再熱蒸気管へ回収させるようにしたものが知られている。この種のプラントに関連する公知例は、例えば米国特許第5577377号明細書が挙げられる。

10

この米国特許第5577377号では、ガスタービン冷却蒸気の供給源として、低温再熱蒸気と中圧蒸気の他に、プラント起動時において蒸気タービンへ蒸気を導入する以前、すなわち、高圧蒸気タービンから低温再熱蒸気が排出されていない時には、排熱回収ボイラから発生する高温の高圧蒸気と高圧一次過熱器出口蒸気も用いることが記載されている。この種のプラントにおいては、通常、ガスタービンの高温部を冷却するガスタービン冷却蒸気の前記の必要とされる条件（流量・圧力・温度）は、ガスタービン高温部の状態によりガスタービン各負荷においてもそれぞれ指定される。

20

プラント起動及び停止、負荷上昇及び負荷降下運用を行う場合、ガスタービン冷却蒸気の流量及び圧力については、調整弁制御によりガスタービン負荷に応じたガスタービン冷却蒸気条件に調整することは比較的行き易いが、しかし、ガスタービン冷却蒸気の状態については、蒸気配管と蒸気との間で行われる熱の授受が要因となり、通常運用時のガスタービン冷却蒸気供給源が低温再熱蒸気と中圧蒸気のみではガスタービン負荷変化に対するガスタービン冷却蒸気温度の追従に時間遅れが発生し、ガスタービン冷却蒸気必要温度条件を満たせなくなる、という問題がある。

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明の課題は、蒸気冷却型ガスタービンを安全に運用するために設定されたガスタービン各負荷において要求されるガスタービン冷却蒸気の状態許容幅に対して、プラント起動及び停止、負荷上昇及び降下においてもその状態許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給することにある。

30

【0004】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために、ガスタービン各負荷に対してガスタービン冷却蒸気の状態許容幅の下限値から所定の幅を持たせた下限域を設定する温度下限域設定手段と、該温度下限域とガスタービン冷却蒸気温度を比較する手段とを設け、ガスタービン冷却蒸気温度が下限域になった時には、高温の高圧蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン冷却蒸気温度を下限域以上に上昇させ、状態許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給する。

40

また、ガスタービン各負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気の状態許容幅の下限値に対して、所定値を加算した冷却蒸気温度を設定する冷却蒸気温度設定手段と、冷却蒸気温度設定手段で設定された冷却蒸気設定温度と測定されたガスタービン冷却蒸気温度とを比較する温度判定手段を備える冷却蒸気温度上昇制御手段を設け、ガスタービン負荷上昇に伴い、冷却蒸気の状態許容幅が上昇するために、ガスタービン負荷上昇時にガスタービン冷却蒸気温度が冷却蒸気設定温度を下まわるときには、ガスタービン負荷上昇に先行して高温の高圧蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷上昇時にガスタービン冷却蒸気温度が冷却蒸気設定温度となるまでガスタービン冷却蒸気を昇温した後、

50

ガスタービン負荷上昇を行う。

また、ガスタービン各負荷に対してガスタービン冷却蒸気の温度許容幅の上限値から所定の幅を持たせた上限域を設定する温度上限域設定手段を設け、ガスタービン冷却蒸気温度が上限域になった時には、ガスタービン冷却蒸気に較べて低温の高圧一次過熱器出口蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン冷却蒸気温度を上限域より降下させ、温度許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給する。

また、ガスタービン各負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気の必要温度の上限値に対して、所定値を減算した冷却蒸気温度を設定する冷却蒸気温度設定手段と、冷却蒸気温度設定手段で設定された冷却蒸気設定温度と測定されたガスタービン冷却蒸気気温とを比較する温度判定手段を備える冷却蒸気温度降下制御手段を設け、ガスタービン負荷降下に伴い、冷却蒸気の必要温度が降下するために、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が冷却蒸気設定温度を上まわる時には、ガスタービン負荷降下に先行してガスタービン冷却蒸気に較べて低温の高圧一次過熱器出口蒸気の一部をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が冷却蒸気設定温度となるまでガスタービン冷却蒸気温度を降下させた後、ガスタービン負荷降下を行う。

10

また、ガスタービン各負荷に対してガスタービン冷却蒸気の温度許容幅の上限値から所定の幅を持たせた上限域を設定する温度上限域設定手段を設け、ガスタービン冷却蒸気温度が上限域になった時には、高圧一次過熱器出口蒸気の一部もしくは全部を高圧二次過熱器をバイパスさせて高圧蒸気温度を降下させ、温度の降下した低温再熱蒸気をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン冷却蒸気温度を上限域より降下させ、温度許容幅内となるガスタービン冷却蒸気を供給する。

20

また、ガスタービン各負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気の必要温度の上限値に対して、所定値を減算した冷却蒸気温度を設定する冷却蒸気温度設定手段と、冷却蒸気温度設定手段で設定された冷却蒸気設定温度と測定されたガスタービン冷却蒸気気温とを比較する温度判定手段を備える冷却蒸気温度降下制御手段を設け、ガスタービン負荷降下に伴い、冷却蒸気の必要温度が降下するために、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が冷却蒸気設定温度を上まわる時には、ガスタービン負荷降下に先行して高圧一次過熱器出口蒸気の一部もしくは全部を高圧二次過熱器をバイパスさせて高圧蒸気温度を降下させ、温度の降下した低温再熱蒸気をガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷降下時にガスタービン冷却蒸気温度が冷却蒸気設定温度となるまでガスタービン冷却蒸気温度を降下させた後、ガスタービン負荷降下を行う。

30

【 0 0 0 5 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

図 1 は、本発明の実施形態による蒸気冷却型ガスタービンをを用いたコンバインド発電設備（プラント）の全体構成を示す。図 1 において、蒸気冷却型ガスタービンをを用いたプラントは、ガスタービン本体 1、空気圧縮機 2、燃焼器 3、ガスタービン 4、高圧蒸気タービン 5、中圧蒸気タービン 6、低圧蒸気タービン 7、発電機 8、復水器 9、排熱回収ボイラ 10 を有する。

ガスタービン本体 1 では、ガスタービン圧縮機入口吸気 11 が空気圧縮機 2 によって圧縮され、圧縮された吐出空気を燃焼器 3 へ導入する。一方、燃料供給系統 12 から燃焼器 3 に例えば天然ガス等の燃料を供給し、吐出空気によって燃焼することにより高温の燃焼ガスを得る。この高温の燃焼ガスはガスタービン 4 において仕事をする。ガスタービン 4 から排出される高温の排ガス 13 は排熱回収ボイラ 10 で給水 31、32、33 との熱交換を行った後、低温の排ガス 14 となって煙突などから大気に放出される。

40

一方、排熱回収ボイラ 10 は、高温の排ガス 13 の熱を利用して蒸気を発生する。排熱回収ボイラ 10 では、効率良く高温の排ガス 13 からの熱回収が行えるように、高圧三次過熱器 15、再熱器 16、中圧ドラム 23 に接続された中圧過熱器 20、低圧ドラム 24 に接続された低圧過熱器 21 などの熱交換器が配置されている。高圧三次過熱器 15 において発生した高圧蒸気は、高圧蒸気管 25 を経て高圧タービン 5 に送られて仕事をする。そ

50

の仕事をし終えた高圧蒸気は、低温再熱蒸気となって低温再熱蒸気管 28 を経て減温器 17 を介して排熱回収ボイラ 10 の再熱器 16 へ導かれる。再熱器 16 において再熱された高温再熱蒸気は、高温再熱蒸気管 26 を経て中圧蒸気タービン 6 で仕事をし、その仕事をし終えた蒸気は、低温過熱器 21 において発生した低温蒸気管 27 を経て導かれる低温蒸気と混合され、低温蒸気タービン 7 で仕事をする。

発電機 8 は、ガスタービン 4 と高圧蒸気タービン 5、中圧蒸気タービン 6 及び低温蒸気タービン 7 と同軸上に設けられ、これらタービンにより駆動され、電力を発生する。

高圧蒸気タービン 5、中圧蒸気タービン 6、低温蒸気タービン 7 で順次仕事をし終えた蒸気は、復水器 9 により復水にされ、復水ポンプ 29、給水ポンプ 30 でそれぞれ昇圧されて給水 31、32、33 として排熱回収ボイラ 10 へ戻される。

10

【0006】

本実施形態において、低温再熱蒸気管 28 から分岐して逆止弁 34、流量調整弁 35 を有し、ガスタービン高温部 36 へガスタービン冷却蒸気を供給する冷却蒸気供給管 37 を設置する。ガスタービン高温部 36 には、例えば、ガスタービン動翼、静翼及びシュラウドがある。また、中圧過熱器 20 から中圧蒸気を導く圧力調整弁 38 及び逆止弁 39 を有する中圧蒸気管 40 を冷却蒸気供給管 37 の逆止弁 34 後流に接続する。また、高圧蒸気管 25 から分岐して温度調整弁 46 及び逆止弁 47 を有する冷却蒸気バックアップ管 48 及び 49 を設置する。

また、高圧過熱器は、高圧一次過熱器 19、高圧二次過熱器 18、高圧三次過熱器 15 に分割されて、高圧ドラム 22 を出た蒸気はこれら高圧過熱器をシリーズに導かれる。さらに、高圧一次過熱器 19 から高圧二次過熱器 18 へ蒸気を導く配管から分岐して、冷却蒸気供給管 37 へ接続される温度調整弁 50 を有する冷却蒸気バックアップ管 51 を設置する。さらに、高圧一次過熱器 19 から温度調整弁 54 を有する高圧二次過熱器 18 へ蒸気を導く配管から分岐して、高圧三次過熱器 15 へ接続される温度調整弁 52 を有する高圧二次過熱器バイパス管 53 を設置する。

20

【0007】

ガスタービン高温部 36 を冷却して過熱されたガスタービン冷却蒸気は圧力調整弁 41 を有し、高温再熱蒸気管 26 に接続される冷却蒸気戻し管 42 を経て高温再熱蒸気と混合され、中圧蒸気タービン 6 へ導かれる。なお、ガスタービン高温部 36 を冷却して過熱されたガスタービン冷却蒸気は、ガスタービン高温部 36 から低温再熱蒸気管 28 の流量調整弁 45 の後流へ接続される系統を設置して低温再熱蒸気へ混合させても良い。また、ガスタービン冷却蒸気がガスタービン高温部 36 をバイパスできるように、冷却蒸気供給管 37 から分岐して冷却蒸気戻り管 42 へ接続される流量調整弁 43 を有する冷却蒸気バイパス管 44 を設置しても良い。

30

この種のプラントにおいては、通常、ガスタービン各負荷においてガスタービン高温部 36 を冷却するガスタービン冷却蒸気の必要とされる条件（流量・圧力・温度）がガスタービン高温部の状態から指定される。例えば、ガスタービン全負荷においては、ガスタービン冷却蒸気の流量は 200 ~ 250 ton/h、圧力は 30 ~ 40 ata、温度は 330 ~ 400 で供給されることが要求される。

【0008】

図 2 に、ガスタービン各負荷に対して要求されるガスタービン冷却蒸気温度の温度許容幅の一例を示す。横軸のガスタービン負荷（%）に対して示す縦軸のガスタービン冷却蒸気温度（ ）の上限と下限の領域がガスタービンの安全運転の温度許容幅となる。

40

【0009】

本実施形態では、ガスタービン冷却蒸気（供給管 37）は、ガスタービン高温部冷却に要求される冷却蒸気条件を満たすために、通常運用時（プラント負荷整定時）では、低温再熱蒸気（供給管 28）の一部もしくは全部と中圧蒸気（供給管 40）の全部を混合して用いられる。

ここで、例えばガスタービン全負荷において、ガスタービン冷却蒸気に用いられる低温再熱蒸気は流量 190 ton/h、圧力 38 ata、370、中圧蒸気は流量 40 ton

50

/h、圧力38atm、340 であり、混合されたガスタービン冷却蒸気は流量230 ton/h、圧力38atm、365 となる。

プラント起動及び停止、プラント負荷上昇及び負荷降下運用を行う場合、ガスタービン負荷の変動に伴い、ガスタービン冷却蒸気の必要条件も変動する。この場合、ガスタービン冷却蒸気の供給流量及び圧力については、調整弁制御によりガスタービン冷却蒸気必要条件に応じた調整は比較的行き易い。例えば、ガスタービン高温部36へ供給される冷却蒸気の流量調整は、流量調整弁35または43または45またはそれら流量調整弁いずれかの組合せまたはそれら流量調整弁全てを用いても良い。また、例えば、ガスタービン高温部36へ供給される冷却蒸気の圧力調整は圧力調整弁41を用いても良い。

【0010】

しかし、ガスタービン高温部36へ供給される冷却蒸気の温度については、ガスタービン負荷変化時に、蒸気配管と蒸気との間で行われる熱の授受が要因となり、ガスタービン冷却蒸気温度の追従に時間遅れが発生し、図2に示されるようなガスタービン冷却蒸気必要温度条件を満たせなくなる問題がある。

【0011】

そこで、本発明の第1の運用形態は、ガスタービンを安全に運用するために、ガスタービン各負荷に対して設定されたガスタービン冷却蒸気の温度許容幅に対して、ガスタービン冷却蒸気温度が温度許容幅の下限域を下回ることが予想される場合には、ガスタービン冷却蒸気よりも高温の蒸気を冷却蒸気バックアップとして供給してガスタービン冷却蒸気の温度を上昇させる運用を行う。バックアップとして用いる高温蒸気の選定基準には、その高温の蒸気圧力がガスタービン冷却蒸気よりも高圧である必要がある。本実施形態のプラントの場合、条件に該当するバックアップ蒸気には高圧蒸気が該当する。

【0012】

図3に、ガスタービン冷却蒸気に対して設定される温度許容幅の下限域を示す。図3は、ガスタービン各負荷に対するガスタービン冷却蒸気の温度許容幅に対し、必要温度下限値から の幅を持たせた下限域を設定することを示す。

図4に、第1の運用形態で行われる高圧蒸気バックアップの運用フローを示す。ガスタービン冷却蒸気温度が下限域のとき、温度調節弁46を開き、下限域以上になったとき、温度調節弁46を閉じる。

【0013】

図5に、第1の運用形態で行われるガスタービン冷却蒸気温度の制御図を示す。燃料流量計55で検出されるガスタービン燃料流量はほぼガスタービン負荷を表わす。ガスタービン負荷を表わすデータとしては、その他、ガスタービンの吸気または排気流量、圧縮空気吐出圧力、ガスタービンのみに発電機を設置する場合の発電機出力などがある。

ガスタービン燃料流量から計算されるガスタービン負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気必要温度の下限域を温度下限域設定器57により設定する。この温度下限域と温度計56によって測定されるガスタービン冷却蒸気供給温度との差から弁開度制御器58において温度調節弁46を調整する。弁開度制御器58では、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度下限値であるときには温度調整弁46を全開にする信号を発信し、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度下限値よりも上回るにつれ、温度調整弁46の開度を小さくし、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度下限値よりも すなわち下限域を上回るとき、温度調整弁46を閉とする信号を発信する。

この制御により、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度下限域にあるときには高温の高圧蒸気を冷却蒸気バックアップ管48、49を経てガスタービン冷却蒸気供給管37へ導き、ガスタービン冷却蒸気温度を上昇させ、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

【0014】

本発明の第2の運用形態は、ガスタービン負荷上昇において、ガスタービンを安全に運用するために設定されたガスタービン冷却蒸気の温度許容幅がガスタービン負荷上昇に伴って上昇することに対し、蒸気配管と蒸気との間で行われる熱の授受が要因となり、ガスタ

10

20

30

40

50

ービン冷却蒸気温度の温度上昇がガスタービン負荷上昇に対して時間遅れを有するために、温度許容幅の下限を下回ることが予想される場合には、ガスタービン負荷上昇に先行してガスタービン冷却蒸気よりも高温の高圧蒸気を冷却蒸気バックアップとして供給し、ガスタービン負荷上昇時でもガスタービン冷却蒸気温度が該温度許容幅内となるような設定値までガスタービン冷却蒸気を昇温した後、ガスタービン負荷を上昇させる運用を行う。

【0015】

図6に、ガスタービン負荷を上昇させる時のガスタービン冷却蒸気に対して設定される冷却蒸気温度設定値を示す。図6は、例えばガスタービン負荷を5%/分で上昇させる場合のガスタービン各負荷に対するガスタービン冷却蒸気温度に対し、冷却蒸気必要温度下限値から加算した冷却蒸気温度を設定することを示す。

10

図7に、第2の運用形態で行われる高圧蒸気バックアップの運用フローを示す。ガスタービン負荷を5%/分で上昇させる場合、温度調整弁46を開き、ガスタービン冷却蒸気温度が下限値+になったとき、温度調整弁46を閉じる。

【0016】

図8に、第2の運用形態で行われるガスタービン冷却蒸気温度の制御図を示す。燃料流量計55で検出されるガスタービン燃料流量はほぼガスタービン負荷を表わす。ガスタービン負荷を表わすデータとしては、その他、ガスタービンの吸気または排気流量、圧縮空気吐出圧力、ガスタービンのみに発電機を設置する場合の発電機出力などがある。

プラント負荷上昇のためにガスタービン負荷を例えば5%/分で上昇させる指令が発信された場合、その時点におけるガスタービン燃料流量から計算されるガスタービン負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気必要温度の下限値に対して、加算した冷却蒸気温度を冷却蒸気温度設定器59により設定する。この温度設定値と温度計56によって測定されるガスタービン冷却蒸気供給温度との差から弁開度制御器60において温度調節弁46を調整する。弁開度制御器60では、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値に対して低いときには温度調整弁46を開にする信号を発信し、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値に近づくとつれ、温度調整弁46の開度を小さくし、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となると、温度調整弁46を閉とする信号を発信する。一方、ガスタービン冷却蒸気温度と温度設定値の偏差値が0以上になったとき、温度判定器がON指令を出力し、負荷上昇指令器の指令との論理積によりガスタービン負荷上昇制御器が作動し、ガスタービン負荷上昇を開始する。

20

30

この制御により、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となるまで高温の高圧蒸気を冷却蒸気バックアップ管48、49を経てガスタービン冷却蒸気供給管37へ導き、ガスタービン冷却蒸気温度を上昇させ、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となり、ガスタービン負荷を上昇させてガスタービン冷却蒸気の必要温度が上昇してもガスタービン冷却蒸気が冷却蒸気温度許容幅を下回る危険がなくなったとき、ガスタービン負荷を上昇させることで、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

なお、ガスタービン負荷上昇中においても、高圧蒸気を用いて本設定値に沿った冷却蒸気温度制御を行っても良い。

【0017】

本発明の第3の運用形態は、ガスタービンを安全に運用するために、ガスタービン各負荷に対して設定されたガスタービン冷却蒸気の温度許容幅に対して、ガスタービン冷却蒸気温度が温度許容幅の上限域を上回ることが予想される場合には、ガスタービン冷却蒸気よりも低温の蒸気を冷却蒸気バックアップとして供給してガスタービン冷却蒸気の温度を下げる運用を行う。

40

バックアップとして用いる低温蒸気の選定基準には、その低温の蒸気をガスタービン高温部へ供給するために低温蒸気圧力がガスタービン冷却蒸気よりも高圧である必要がある。本実施形態のプラントの場合、その圧力条件に該当する蒸気には高圧蒸気が該当する。しかし、高圧蒸気は高温であるため、バックアップ蒸気として用いるためには、減温する必要がある。本実施形態のプラントでは、ガスタービン冷却蒸気バックアップとして高圧一次過熱器出口蒸気を選定している。

50

なお、ガスタービン冷却蒸気としてミストの混入した蒸気が許容される場合には、ガスタービン冷却蒸気供給管 37 において減温スプレを用いても良い。

図 9 に、ガスタービン冷却蒸気に対して設定される温度許容幅の上限域を示す。図 9 は、ガスタービン各負荷に対するガスタービン冷却蒸気の温度許容幅に対し、必要温度上限値から の幅を持たせた上限域を設定することを示す。

図 10 に、第 3 の運用形態で行われる高圧一次過熱器出口蒸気バックアップの運用フローを示す。ガスタービン冷却蒸気温度が上限域に達したとき、温度調節弁 50 を開き、上限域以下になったとき、温度調節弁 50 を閉じる。

【 0 0 1 8 】

図 11 に、第 3 の運用形態で行われるガスタービン冷却蒸気温度の制御図を示す。燃料流量計 55 で検出されるガスタービン燃料流量はほぼガスタービン負荷を表わす。ガスタービン負荷を表わすデータとしては、その他、ガスタービンの吸気または排気流量、圧縮空気吐出圧力、ガスタービンのみに発電機を設置する場合の発電機出力などがある。

ガスタービン燃料流量から計算されるガスタービン負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気必要温度の上限域を温度上限域設定器 61 により設定する。この温度上限域と温度計 56 によって測定されるガスタービン冷却蒸気供給温度との差から弁開度制御器 62 において温度調節弁 50 を調整する。弁開度制御器 62 では、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限値であるときには温度調整弁 50 を全開にする信号を発信し、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限値よりも下回るにつれ、温度調整弁 50 の開度を小さくし、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限値よりも すなわち上限域を下回るとき、温度調整弁 50 を閉とする信号を発信する。

この制御により、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限域にあるときには低温の高圧一次過熱器出口蒸気を冷却蒸気バックアップ管 51、49 を経てガスタービン冷却蒸気供給管 37 へ導き、ガスタービン冷却蒸気温度を下げてガスタービンを安全に運用することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 4 の運用形態は、ガスタービン負荷降下において、ガスタービンを安全に運用するために設定されたガスタービン冷却蒸気の温度許容幅がガスタービン負荷降下に伴って降下することに対し、蒸気配管と蒸気との間で行われる熱の授受が要因となり、ガスタービン冷却蒸気温度の温度降下がガスタービン負荷降下に対して時間遅れを有するために、温度許容幅の上限を上回ることが予想される場合には、ガスタービン負荷降下に先行してガスタービン冷却蒸気よりも低温の高圧一次過熱器出口蒸気を冷却蒸気バックアップとして供給し、ガスタービン負荷降下時でもガスタービン冷却蒸気温度が該温度許容幅内となるような設定値までガスタービン冷却蒸気温度を降下させた後、ガスタービン負荷を降下させる運用を行う。

なお、ガスタービン冷却蒸気としてミストの混入した蒸気が許容される場合には、ガスタービン負荷降下に先行して、ガスタービン冷却蒸気供給管 37 において減温スプレを用いても良い。

【 0 0 2 0 】

図 12 に、ガスタービン負荷を降下させる時のガスタービン冷却蒸気に対して設定される冷却蒸気温度設定値を示す。図 12 は、例えばガスタービン負荷を 5 % / 分で降下させる場合のガスタービン各負荷に対するガスタービン冷却蒸気温度に対し、冷却蒸気必要温度上限値から 減算した冷却蒸気温度を設定することを示す。

図 13 に、第 4 の運用形態で行われる高圧一次過熱器出口蒸気バックアップの運用フローを示す。ガスタービン負荷を 5 % / 分で下降させる場合、温度調整弁 50 を開き、ガスタービン冷却蒸気温度が 上限値 - になったとき、温度調整弁 50 を閉じる。

【 0 0 2 1 】

図 14 に、第 4 の運用形態で行われるガスタービン冷却蒸気温度の制御図を示す。燃料流量計 55 で検出されるガスタービン燃料流量はほぼガスタービン負荷を表わす。ガスタービン負荷を表わすデータとしては、その他、ガスタービンの吸気または排気流量、圧縮空

10

20

30

40

50

気吐出圧力、ガスタービンのみに発電機を設置する場合の発電機出力などがある。

プラント負荷降下のために、ガスタービン負荷を例えば5% / 分で降下させる指令が発信された場合、その時点におけるガスタービン燃料流量から計算されるガスタービン負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気必要温度の上限値に対して減算した冷却蒸気温度を冷却蒸気温度設定器63により設定する。この温度設定値と温度計56によって測定されるガスタービン冷却蒸気供給温度との差から弁制御器64において温度調節弁50を調整する。弁開度制御器64ではガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値に対して高いときには温度調整弁を開にする信号を発信し、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値に近づくとつれ、温度調整弁50の開度を小さくし、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となると、温度調整弁50を閉とする信号を発信する。一方、ガスタービン冷却蒸気温度と温度設定値の偏差値が0以下になったとき、温度判定器がON指令を出力し、負荷降下指令器の指令との論理積によりガスタービン負荷降下制御器が作動し、ガスタービン負荷降下を開始する。

この制御により、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となるまで高圧一次過熱器出口蒸気を冷却蒸気バックアップ管51、49を経てガスタービン冷却蒸気供給管37へ導き、ガスタービン冷却蒸気温度を降下させ、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となり、ガスタービン負荷を降下させてガスタービン冷却蒸気の必要温度が降下してもガスタービン冷却蒸気が冷却蒸気温度許容幅を上回る危険がなくなったとき、ガスタービン負荷を降下させることで、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

なお、ガスタービン負荷降下中においても、高圧一次過熱器出口蒸気を用いて本設定値に沿った冷却蒸気温度制御を行っても良い。

【0022】

本発明の第5の運用形態は、ガスタービンを安全に運用するために、ガスタービン各負荷に対して設定されたガスタービン冷却蒸気の温度許容幅に対して、ガスタービン冷却蒸気温度が温度許容幅の上限域を上回ることが予想される場合には、ガスタービン冷却蒸気として供給される低温再熱蒸気について、高圧蒸気温度を下げることにより低温再熱蒸気温度を下げ、ガスタービン高温部へ供給することにより、ガスタービン冷却蒸気の温度を下げる運用を行う。本実施形態のプラントでは、高圧蒸気温度を下げるために高圧一次過熱器19から発生する蒸気の一部もしくは全部を高圧二次過熱器18をバイパスして高圧三次過熱器15へ導く運用を選定した。

なお、ガスタービン冷却蒸気としてミストの混入した蒸気が許容される場合には、減温のために高圧蒸気に対して減温スプレを用いても良い。または、ガスタービン冷却蒸気供給管37において減温スプレを用いても良い。また、高圧蒸気温度が下がることにより、蒸気タービンへ導入される高圧蒸気と高温再熱蒸気との温度差により発生する熱応力が例えば蒸気タービンのロータまたはケーシングにとって障害となる場合には、高圧蒸気の減温にあわせて高温再熱蒸気を例えば減温スプレを用いて減温しても良い。

【0023】

図9に、ガスタービン冷却蒸気に対して設定される温度許容幅の上限域を示す。図9は、ガスタービン各負荷に対するガスタービン冷却蒸気の温度許容温度幅に対し、必要温度上限値からの幅を持たせた上限域を設定することを示す。図15に、第5の運用形態で行われる高圧蒸気温度降下の運用フローを示す。ガスタービン冷却蒸気温度が上限域に達したとき、温度調節弁52を開き、上限域以下になったとき、温度調節弁52を閉じる。

【0024】

図16に、第5の運用形態で行われるガスタービン冷却蒸気温度の制御図を示す。燃料流量計55で検出されるガスタービン燃料流量はほぼガスタービン負荷を表わす。ガスタービン負荷を表わすデータとしては、その他、ガスタービンの吸気または排気流量、圧縮空気吐出圧力、ガスタービンのみに発電機を設置する場合の発電機出力などがある。

ガスタービン燃料流量から計算されるガスタービン負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気必要温度の上限域を温度上限域設定器65により設定する。この温度上限域と温度計56によって測定されるガスタービン冷却蒸気供給温度との差から弁開度制御器6

10

20

30

40

50

6において温度調節弁52を調整する。弁開度制御器66ではガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限値であるときには温度調整弁52を全開にする信号を発信し、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限値よりも下回るにつれ、温度調整弁52の開度を小さくし、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限値よりも すなわち上限域を下回るとき、温度調整弁52を閉とする信号を発信する。

この制御により、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限域にあるときには、低温の高圧一次過熱器出口蒸気を高圧二次過熱器バイパス管53を経て高圧三次過熱器15へ導き、高圧蒸気の温度を降下させ、低温再熱蒸気の温度を降下させ、ガスタービン冷却蒸気温度を下げることにより、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

【0025】

本発明の第6の運用形態は、ガスタービン負荷降下において、ガスタービンを安全に運用するために設定されたガスタービン冷却蒸気の温度許容幅がガスタービン負荷降下に伴って下降することに対し、蒸気配管と蒸気との間で行われる熱の授受が要因となり、ガスタービン冷却蒸気温度の温度降下がガスタービン負荷降下に対して時間遅れを有するために、温度許容幅の上限を上回ることが予想される場合には、ガスタービン冷却蒸気として供給される低温再熱蒸気について、ガスタービン負荷降下に先行して高圧蒸気温度を下げることで低温再熱蒸気温度を下げてガスタービン高温部へ供給し、ガスタービン負荷降下時でもガスタービン冷却蒸気温度が該温度許容幅内となるような設定値までガスタービン冷却蒸気温度を降下させた後、ガスタービン負荷を降下させる運用を行う。本実施形態のプラントでは、高圧蒸気温度を下げるために、高圧一次過熱器19から発生する蒸気の一部もしくは全部を高圧二次過熱器18をバイパスして高圧三次過熱器15へ導く運用を選定した。

なお、ガスタービン冷却蒸気としてミストの混入した蒸気が許容される場合には、ガスタービン負荷降下に先行して高圧蒸気に対して減温スプレを用いても良い。または、ガスタービン冷却蒸気供給管37において減温スプレを用いても良い。また、高圧蒸気温度が下がることにより、蒸気タービンへ導入される高圧蒸気と高温再熱蒸気との温度差により発生する熱応力が例えば蒸気タービンのロータまたはケーシングにとって障害となる場合には、高圧蒸気の減温にあわせて高温再熱蒸気を例えば減温スプレを用いて減温しても良い。

【0026】

図12に、ガスタービン負荷を降下させる時のガスタービン冷却蒸気に対して設定される冷却蒸気温度設定値を示す。図12は、例えばガスタービン負荷を5%/分で降下させる場合のガスタービン各負荷に対するガスタービン冷却蒸気温度に対し、冷却蒸気必要温度上限値から 減算した冷却蒸気温度を設定することを示す。

図17に、第6の運用形態で行われる高圧一次過熱器出口蒸気の高圧二次過熱器バイパス運用フローを示す。ガスタービン負荷を5%/分で降下させる場合、温度調整弁52を開き、ガスタービン冷却蒸気温度が上限値になったとき、温度調整弁52を閉じる。

【0027】

図18に、第6の運用形態で行われるガスタービン冷却蒸気温度の制御図を示す。燃料流量計55で検出されるガスタービン燃料流量はほぼガスタービン負荷を表わす。ガスタービン負荷を表わすデータとしては、その他、ガスタービンの吸気または排気流量、圧縮空気吐出圧力、ガスタービンのみに発電機を設置する場合の発電機出力などがある。

プラント負荷降下のために、ガスタービン負荷を例えば5%/分で降下させる指令が発信された場合、その時点におけるガスタービン燃料流量から計算されるガスタービン負荷に応じて設定されるガスタービン冷却蒸気必要温度の上限値に対して 減算した冷却蒸気温度を冷却蒸気温度設定器67により設定する。この温度設定値と温度計56によって測定されるガスタービン冷却蒸気供給温度との差から弁開度制御器68において温度調節弁52を調整する。弁開度制御器68ではガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値に対して高いときには温度調整弁52を開にする信号を発信し、ガスタービン冷却蒸気温度が温度

10

20

30

40

50

設定値に近づくとつれ、温度調整弁 5 2 の開度を小さくし、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となる時、温度調整弁 5 2 を閉とする信号を発信する。

この制御により、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となるまで高圧一次過熱器出口蒸気を高圧二次過熱器バイパス管 5 3 を経て高圧三次過熱器 1 5 へ導き、高圧蒸気温度を下げることににより低温再熱蒸気温度ひいてはガスタービン冷却蒸気温度を降下させ、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となり、ガスタービン負荷を降下させてガスタービン冷却蒸気の必要温度が降下しても、ガスタービン冷却蒸気が冷却蒸気温度許容幅を上回る危険がなくなったとき、ガスタービン負荷を降下させることで、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

なお、ガスタービン負荷降下中においても、高圧一次過熱器出口蒸気の高圧二次過熱器バイパス操作を行い、本設定値に沿った冷却蒸気温度制御を行っても良い。

【 0 0 2 8 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度下限域にあるときには高温の高圧蒸気を冷却蒸気バックアップ管を経てガスタービン冷却蒸気供給管へ導くことにより、ガスタービン冷却蒸気温度を上昇させ、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

また、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となるまで高温の高圧蒸気を冷却蒸気バックアップ管を経てガスタービン冷却蒸気供給管へ導き、ガスタービン冷却蒸気温度を上昇させ、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となり、ガスタービン負荷を上昇させてガスタービン冷却蒸気の必要温度が上昇してもガスタービン冷却蒸気が冷却蒸気温度許容幅を下回る危険がなくなったとき、ガスタービン負荷を上昇させることにより、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

また、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限域にあるときには低温の高圧一次過熱器出口蒸気を冷却蒸気バックアップ管を経てガスタービン冷却蒸気供給管へ導くことにより、ガスタービン冷却蒸気温度を下げてガスタービンを安全に運用することが可能となる。

また、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となるまで高圧一次過熱器出口蒸気を冷却蒸気バックアップ管を経てガスタービン冷却蒸気供給管へ導き、ガスタービン冷却蒸気温度を降下させ、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となり、ガスタービン負荷を降下させてガスタービン冷却蒸気の必要温度が降下してもガスタービン冷却蒸気が冷却蒸気温度許容幅を上回る危険がなくなったとき、ガスタービン負荷を降下させることにより、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

また、ガスタービン冷却蒸気温度が必要温度上限域にあるときには、低温の高圧一次過熱器出口蒸気を高圧二次過熱器バイパス管を経て高圧三次過熱器へ導き、高圧蒸気の温度を降下させ、低温再熱蒸気の温度を降下させ、ガスタービン冷却蒸気温度を下げることににより、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

また、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となるまで高圧一次過熱器出口蒸気を高圧二次過熱器バイパス管を経て高圧三次過熱器へ導き、高圧蒸気温度を下げることににより低温再熱蒸気温度ひいてはガスタービン冷却蒸気温度を降下させ、ガスタービン冷却蒸気温度が温度設定値となり、ガスタービン負荷を降下させてガスタービン冷却蒸気の必要温度が降下しても、ガスタービン冷却蒸気が冷却蒸気温度許容幅を上回る危険がなくなったとき、ガスタービン負荷を降下させることにより、ガスタービンを安全に運用することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施形態を示した蒸気冷却型ガスタービンを用いたコンバインド発電設備（プラント）の全体構成図

【 図 2 】 ガスタービン冷却蒸気の温度許容幅を説明する図

【 図 3 】 本発明の第 1 の運用形態によるガスタービン冷却蒸気の温度下限域を説明する図

【 図 4 】 本発明の第 1 の運用形態を示す制御フロー図

10

20

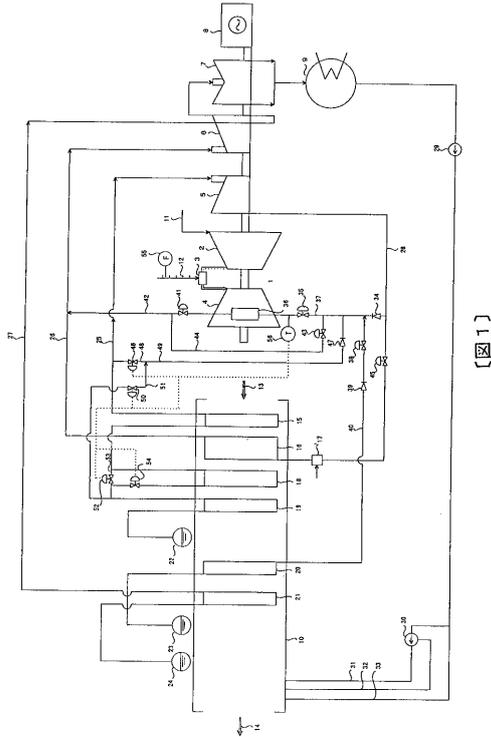
30

40

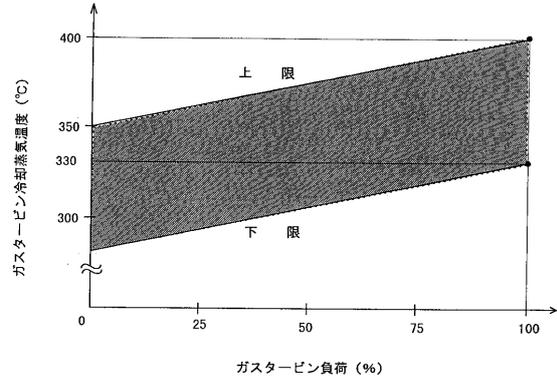
50

- 【図5】 本発明の第1の運用形態による制御図
- 【図6】 本発明の第2の運用形態による負荷上昇時のガスタービン冷却蒸気の温度設定値を説明する図
- 【図7】 本発明の第2の運用形態を示す制御フロー図
- 【図8】 本発明の第2の運用形態による制御図
- 【図9】 本発明の第3及び第5の運用形態によるガスタービン冷却蒸気の温度上限域を説明する図
- 【図10】 本発明の第3の運用形態を示す制御フロー図
- 【図11】 本発明の第3の運用形態による制御図
- 【図12】 本発明の第4及び第6の運用形態による負荷降下時のガスタービン冷却蒸気の温度設定値を説明する図
- 【図13】 本発明の第4の運用形態を示す制御フロー図
- 【図14】 本発明の第4の運用形態による制御図
- 【図15】 本発明の第5の運用形態を示す制御フロー図
- 【図16】 本発明の第5の運用形態による制御図
- 【図17】 本発明の第6の運用形態を示す制御フロー図
- 【図18】 本発明の第6の運用形態による制御図
- 【符号の説明】
- 1 ...ガスタービン、2 ...空気圧縮機、3 ...燃焼器、4 ...ガスタービン、5 ...高圧蒸気タービン、6 ...中圧蒸気タービン、7 ...低圧蒸気タービン、8 ...発電機、9 ...復水器、10 ...排熱回収ボイラ、11 ...ガスタービン吸気、12 ...燃料、13 ...高温排ガス、14 ...低温排ガス、15 ...高圧三次過熱器、16 ...再熱器、17 ...減温器、18 ...高圧二次過熱器、19 ...高圧一次過熱器、20 ...中圧過熱器、21 ...低圧過熱器、22 ...高圧ドラム、23 ...中圧ドラム、24 ...低圧ドラム、25 ...高圧蒸気管、26 ...高温再熱蒸気管、27 ...低圧蒸気管、28 ...低温再熱蒸気管、29 ...復水ポンプ、30 ...給水ポンプ、31 ...高圧給水、32 ...中圧給水、33 ...低圧給水、34 ...逆止弁、35 ...流量調整弁、36 ...ガスタービン高温部、37 ...冷却蒸気供給管、38 ...圧力調整弁、39 ...逆止弁、40 ...中圧蒸気管、41 ...圧力調整弁、42 ...冷却蒸気戻し管、43 ...流量調整弁、44 ...冷却蒸気バイパス管、45 ...流量調整弁、46 ...温度調整弁、47 ...逆止弁、48 ...冷却蒸気バックアップ管、49 ...冷却蒸気バックアップ管、50 ...温度調整弁、51 ...冷却蒸気バックアップ管、52 ...温度調整弁、53 ...高圧二次過熱器バイパス管、54 ...温度調整弁、55 ...流量計、56 ...温度計、57 ...温度下限域設定器、58 ...弁開度制御器、59 ...温度設定器、60 ...弁開度設定器、61 ...温度上限域設定器、62 ...弁開度制御器、63 ...温度設定器、64 ...弁開度制御器、65 ...温度上限域設定器、66 ...弁開度制御器、67 ...温度設定器、68 ...弁開度制御器

【 図 1 】

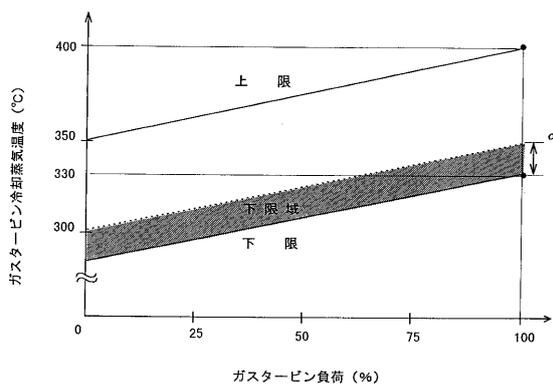


【 図 2 】



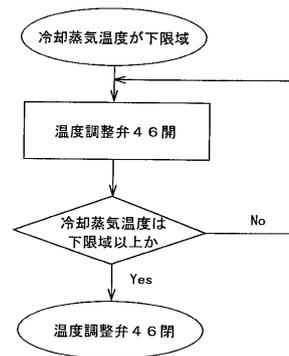
【 図 2 】

【 図 3 】



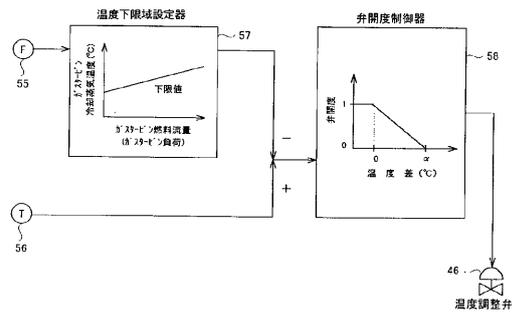
【 図 3 】

【 図 4 】



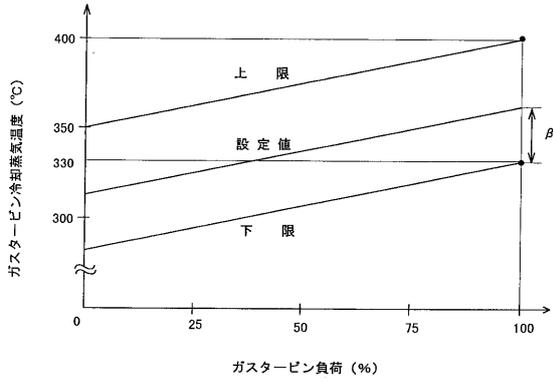
【 図 4 】

【 図 5 】



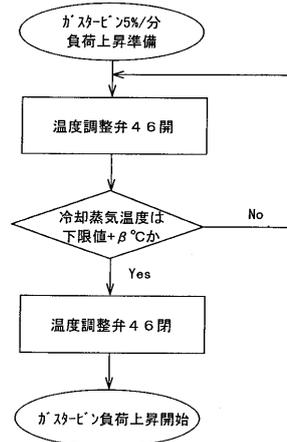
【 図 5 】

【 図 6 】



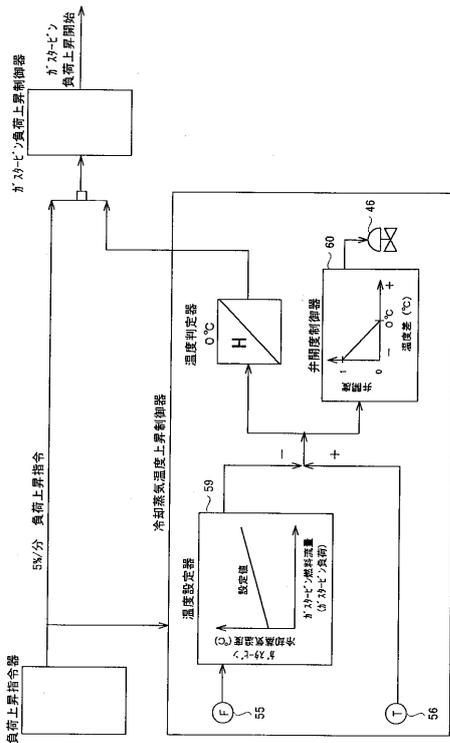
【 図 6 】

【 図 7 】



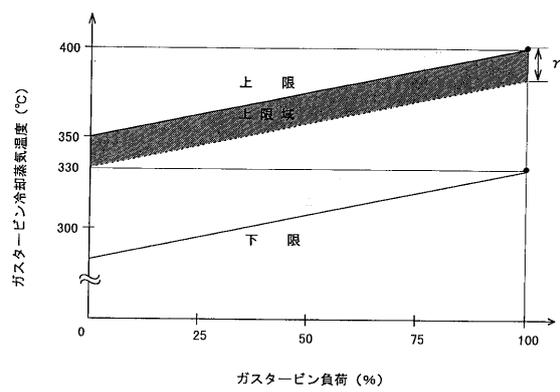
【 図 7 】

【 図 8 】



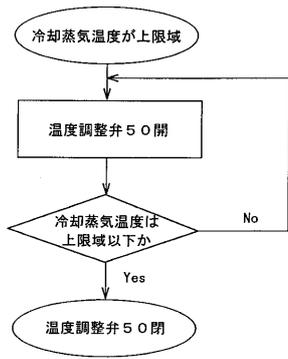
【 図 8 】

【 図 9 】



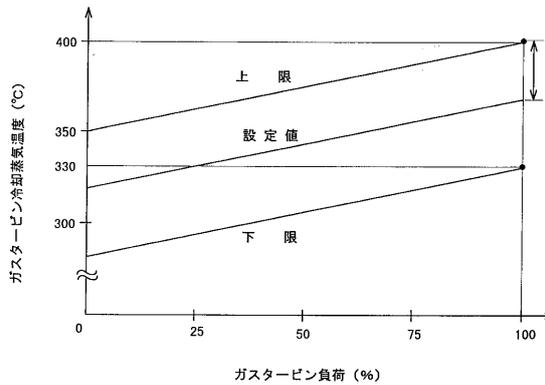
【 図 9 】

【 図 1 0 】



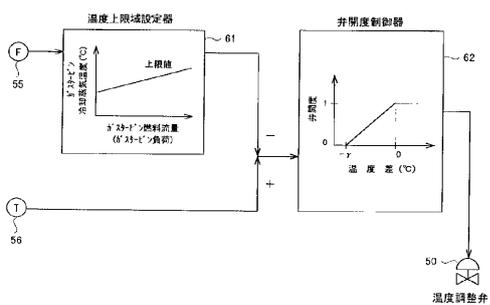
【 図 1 0 】

【 図 1 2 】



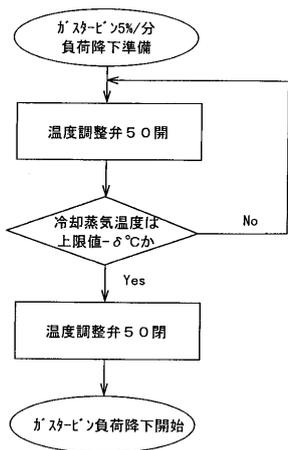
【 図 1 2 】

【 図 1 1 】



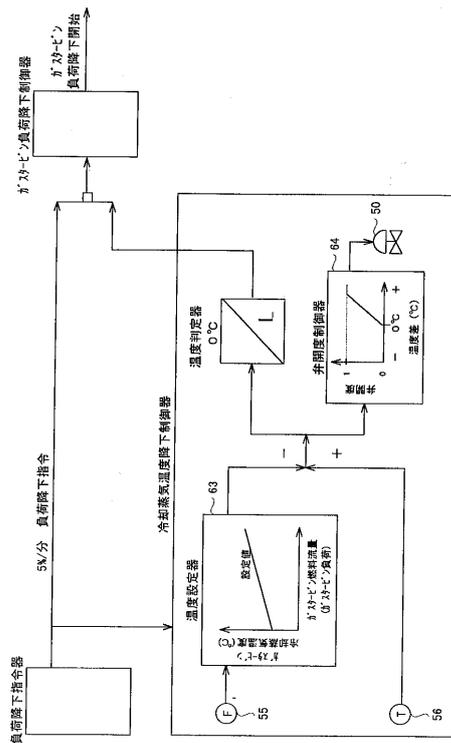
【 図 1 1 】

【 図 1 3 】



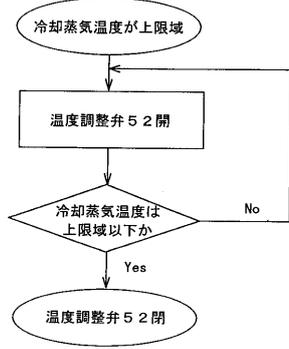
【 図 1 3 】

【 図 1 4 】



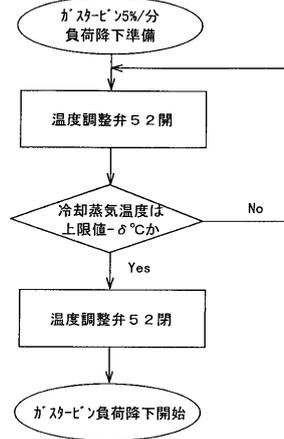
【 図 1 4 】

【 図 15 】



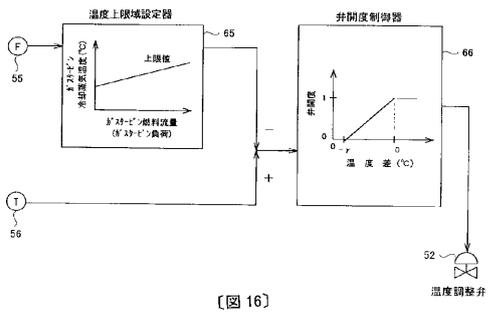
【 図 15 】

【 図 17 】



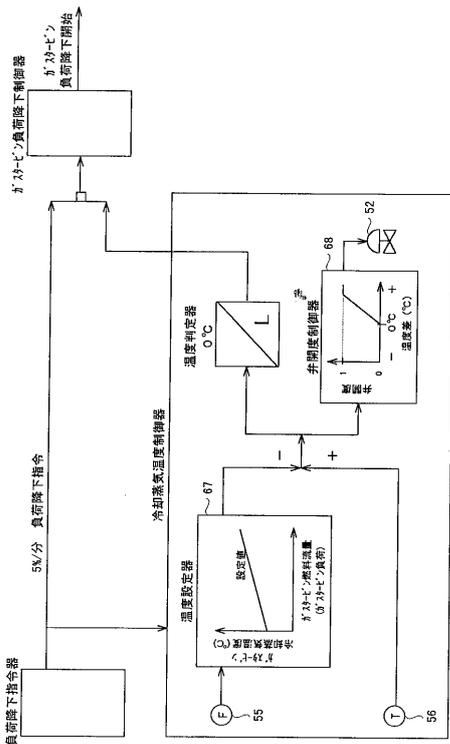
【 図 17 】

【 図 16 】



【 図 16 】

【 図 18 】



【 図 18 】

フロントページの続き

- (72)発明者 服部 洋市
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 保泉 真一
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

審査官 植村 貴昭

- (56)参考文献 特開平10-212908(JP,A)
特開平09-112292(JP,A)
特開平10-037713(JP,A)
特開平10-077806(JP,A)
特開平10-037711(JP,A)
特開平10-037710(JP,A)
特開平08-270459(JP,A)
特開平10-299509(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01K 23/10
F02C 7/18