

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6433714号
(P6433714)

(45) 発行日 平成30年12月5日(2018.12.5)

(24) 登録日 平成30年11月16日(2018.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 C 3/28 (2006.01)

F O 2 C 3/28

C 1 O J 3/48 (2006.01)

C 1 O J 3/48

C 1 O J 3/46 (2006.01)

C 1 O J 3/46

Z

F O 2 C 3/22 (2006.01)

F O 2 C 3/22

F O 2 C 6/00 (2006.01)

F O 2 C 6/00

B

請求項の数 6 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-163813 (P2014-163813)
 (22) 出願日 平成26年8月11日(2014.8.11)
 (65) 公開番号 特開2016-37951 (P2016-37951A)
 (43) 公開日 平成28年3月22日(2016.3.22)
 審査請求日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (72) 発明者 吉田 肅臣
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス化複合発電設備、およびガス化複合発電設備の運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸素含有気体を用いて固体炭素質燃料をガス化反応させて可燃性ガスを生成するガス化炉と、

冷却水が循環する循環系統部と、

前記ガス化炉により生成された前記可燃性ガスと前記冷却水との熱交換により該冷却水から蒸気を生成するガス冷却器と、

前記ガス冷却器により冷却された前記可燃性ガス、または補助燃料供給部から供給される補助燃料を燃焼させ回転動力を得るガスタービン設備と、

前記ガスタービン設備から排出される燃焼排ガスの熱量を回収して前記冷却水から蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、

該排熱回収ボイラから供給される蒸気により回転動力を得る蒸気タービン設備と、

前記ガスタービン設備および前記蒸気タービン設備が供給する前記回転動力により駆動される発電機と、を備え、

前記排熱回収ボイラが、前記燃焼排ガスと前記冷却水との熱交換を行う第1熱交換器および第2熱交換器とを有し、

前記循環系統部は、前記ガスタービン設備が前記可燃性ガスを燃焼させる場合は前記冷却水が前記第1熱交換器と前記第2熱交換器と前記ガス冷却器とを直列に経由する直列の熱交換系統を形成し、前記ガスタービン設備が前記補助燃料を燃焼させる場合は、前記冷却水が前記ガス冷却器を経由せずに前記第1熱交換器と前記第2熱交換器とをそれぞれ個

10

20

別に經由する個別の熱交換系統を形成するガス化複合発電設備。

【請求項 2】

前記燃焼排ガスが前記排熱回収ボイラから所定の排気温度範囲で排出される請求項 1 に記載のガス化複合発電設備。

【請求項 3】

前記ガスタービン設備が前記補助燃料を燃焼させる場合に形成される前記個別の熱交換系統は、前記第 1 熱交換器に前記冷却水を循環させる第 1 熱交換系統と、前記第 2 熱交換器に前記冷却水を循環させる第 2 熱交換系統とを含み、

前記第 1 熱交換系統は、前記第 1 熱交換器により熱交換された前記冷却水が導かれるとともに該冷却水から分離した蒸気を前記蒸気タービン設備へ供給する汽水分離器を有し、

前記循環系統部は、前記汽水分離器から前記蒸気タービン設備への蒸気の供給量に応じて、前記第 2 熱交換系統から前記第 1 熱交換系統への前記冷却水の流入量を調節する調節弁を有する請求項 1 または請求項 2 に記載のガス化複合発電設備。

【請求項 4】

ガス化複合発電設備の運転方法であって、

前記ガス化複合発電設備が、

酸素含有気体を用いて固体炭素質燃料をガス化反応させて可燃性ガスを生成するガス化炉と、

冷却水が循環する循環系統部と、

前記ガス化炉により生成された前記可燃性ガスと前記冷却水との熱交換により該冷却水から蒸気を生成するガス冷却器と、

前記ガス冷却器により冷却された前記可燃性ガス、または補助燃料供給部から供給される補助燃料を燃焼させ回転動力を得るガスタービン設備と、

前記ガスタービン設備から排出される燃焼排ガスの熱量を回収して前記冷却水から蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、

該排熱回収ボイラから供給される蒸気により回転動力を得る蒸気タービン設備と、

前記ガスタービン設備および前記蒸気タービン設備が供給する前記回転動力により駆動される発電機とを備え、

前記排熱回収ボイラが、

前記燃焼排ガスと前記冷却水との熱交換を行う第 1 熱交換器と、

前記燃焼排ガスと前記冷却水との熱交換を行う第 2 熱交換器とを有し、

前記ガスタービン設備が前記可燃性ガスを燃焼させる場合に前記冷却水が前記第 1 熱交換器と前記第 2 熱交換器と前記ガス冷却器とを直列に經由する直列の熱交換系統を形成し、前記ガスタービン設備が前記補助燃料を燃焼させる場合に、前記冷却水が前記ガス冷却器を經由せずに前記第 1 熱交換器と前記第 2 熱交換器とをそれぞれ個別に經由する個別の熱交換系統を形成するように前記循環系統部を切り換える工程を備えるガス化複合発電設備の運転方法。

【請求項 5】

前記燃焼排ガスが前記排熱回収ボイラから所定の排気温度範囲で排出される請求項 4 に記載のガス化複合発電設備の運転方法。

【請求項 6】

前記個別の熱交換系統は、前記第 1 熱交換器に前記冷却水を循環させる第 1 熱交換系統と、前記第 2 熱交換器に前記冷却水を循環させる第 2 熱交換系統とを含み、

前記第 1 熱交換系統は、前記第 1 熱交換器により熱交換された前記冷却水が導かれるとともに該冷却水から分離した蒸気を前記蒸気タービン設備へ供給する汽水分離器を有し、

前記汽水分離器から前記蒸気タービン設備への蒸気の供給量に応じて、前記第 2 熱交換系統から前記第 1 熱交換系統への前記冷却水の流入量を調節する調節工程を有する請求項 4 または請求項 5 に記載のガス化複合発電設備の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、ガス化複合発電設備、およびガス化複合発電設備の運転方法に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

ガス化複合発電設備は、例えば、石炭、バイオマス等の固体炭素質燃料をガス化して生成された可燃性ガスを燃焼して得られるガスタービンの駆動力と、ガスタービンの排熱を回収して得られる蒸気タービンの駆動力によって発電を行う。代表的なものとしては、石炭を用いる石炭ガス化複合発電設備 (Integrated Gasification Combined Cycle: IGC) が挙げられる (例えば、特許文献 1 参照。)。

10

【 0 0 0 3 】

ガス化複合発電設備は、一般的に、固体炭素質燃料の供給装置、ガス化炉、チャー回収装置、ガス精製設備、ガスタービン設備、蒸気タービン設備、排熱回収ボイラを具備して構成される。ガス化炉では、固体炭素質燃料がガス化反応によりガス化され、可燃性ガスが生成される。ガス化炉が生成した可燃性ガスは、チャー回収装置にて固体炭素質燃料の未反応分 (チャー) が除去されてからガス精製設備により精製され、ガスタービン設備に供給される。

【 0 0 0 4 】

ガスタービン設備は、可燃性ガスを燃焼器で燃焼して高温・高圧の燃焼排ガスを生成して、ガスタービンを駆動する。排熱回収ボイラは、ガスタービンを駆動した後の燃焼排ガスから熱回収して蒸気を生成する。蒸気タービン設備は、排熱回収ボイラが生成した蒸気により蒸気タービンを駆動する。

20

【 0 0 0 5 】

従来のガス化複合発電設備は、ガス化炉により生成された可燃性ガスと冷却水との熱交換により冷却水から蒸気を生成するガス冷却器 (シンガスクーラ) を備えている。ガス冷却器には、排熱回収ボイラの節炭器にて燃焼排ガスと熱交換した冷却水が供給される。また、ガス冷却器により生成された蒸気は、排熱回収ボイラに供給されて更に高温・高圧の蒸気とされた後に、蒸気タービン設備へ供給される。このように、従来のガス化複合発電設備において、冷却水および蒸気は、排熱回収ボイラと、ガス冷却器と、蒸気タービン設備との間で循環するようになっている。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 1 9 7 6 9 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 に開示されるガス化複合発電設備においては、ガス化炉の異常やメンテナンス等の理由によりガス化炉を長期的に停止させる場合に、ガスタービン設備で補助燃料を用いた燃焼を行って複合発電を継続する。この場合、ガス化炉により可燃性ガスが生成されず、ガス冷却器により蒸気が生成されないため、排熱回収ボイラを通過する蒸気量が設計流量よりも大幅に少なくなると蒸気温度が過度に上昇してしまう。

40

そこで、特許文献 1 では、ガスタービン設備で補助燃料を用いた燃焼を行って複合発電を継続する場合に、蒸気温度が過度に上昇しないように、排熱回収ボイラを通過する蒸気が、複数の過熱器の少なくとも一つを迂回するようにしている。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 では、補助燃料を用いた複合発電を行う際に、排熱回収ボイラを通過する蒸気量が設計流量よりも大幅に少なくなると燃焼排ガスからの熱回収効率が大幅に低下する。また、特許文献 1 では、排熱回収ボイラを通過する蒸気が過度に上昇しないように、複数の過熱器の少なくとも一つを迂回するようにしている。そのため、排熱

50

回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率が更に低下する。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、ガス化炉やガス精製設備が不調、又はその他の要因で長期的に停止する場合でも、ガス化炉が生成する可燃性ガスの代替となる他の補助燃料をガスタービン設備にて燃焼させて燃焼排ガスを生成し、排熱回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率を維持することが可能なガス化複合発電設備およびそ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】

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記の課題を解決するため、下記的手段を採用した。

10

本発明の一態様に係るガス化複合発電設備は、酸素含有気体を用いて固体炭素質燃料をガス化反応させて可燃性ガスを生成するガス化炉と、前記ガス化炉により生成された前記可燃性ガスと冷却水との熱交換により該冷却水から蒸気を生成するガス冷却器と、前記ガス冷却器により冷却された前記可燃性ガス、または補助燃料供給部から供給される補助燃料を燃焼させ回転動力を得るガスタービン設備と、前記ガスタービン設備から排出される燃焼排ガスの熱量を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラから供給される蒸気により回転動力を得る蒸気タービン設備と、前記ガスタービン設備および前記蒸気タービン設備が供給する前記回転動力により駆動される発電機と、前記排熱回収ボイラにおいて前記冷却水の熱交換をさせる循環系統部とを備え、前記排熱回収ボイラが、前記燃焼排ガスと前記冷却水との熱交換を行う第1熱交換器および第2熱交換器とを有し、前記ガスタービン設備が前記可燃性ガスを燃焼させる場合と、前記補助燃料を燃焼させる場合とに応じて、前記循環系統部は、前記冷却水が前記第1熱交換器と前記第2熱交換器と前記ガス冷却器のいずれを経由するかを切り換える。

20

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様に係るガス化複合発電設備において、ガス化炉により可燃性ガスが生成される場合、ガス冷却器により冷却された可燃性ガスは、ガスタービン設備により燃焼されて燃焼排ガスとなって排熱回収ボイラに導かれる。この場合、ガス冷却器が可燃性ガスから熱回収するとともに蒸気を発生し、発生した蒸気量に見合う給水が、排熱回収ボイラが有する第1熱交換器（第1中圧節炭器）と第2熱交換器（第2中圧節炭器）を通じてガス冷却器に供給される。燃焼排ガスと第1熱交換器（第1中圧節炭器）と第2熱交換器（第2中圧節炭器）が十分に熱交換するため、排熱回収ボイラ出口における燃焼排ガスの温度が下がり、燃焼排ガスの熱量が十分に回収される。

30

【 0 0 1 2 】

一方、ガス化炉により可燃性ガスが生成されない場合、補助燃料が補助燃料供給部からガスタービン設備に供給され、燃焼排ガスとなって排熱回収ボイラに導かれる。この場合、ガス冷却器による熱回収が無い場合給水が行われず、排熱回収ボイラが有する第2熱交換器（第2中圧節炭器）を通過する給水量が少なくなり、燃焼排ガスの温度を十分に下げることができない。

【 0 0 1 3 】

そこで、本発明の一態様に係るガス化複合発電設備において、循環系統部は、ガスタービン設備が可燃性ガスを燃焼させる場合と、補助燃料を燃焼させる場合とに応じて、冷却水が第1熱交換器と第2熱交換器とガス冷却器のいずれを経由するかを切り換えるようにした。

40

このようにすることで、ガスタービン設備が可燃性ガスを燃焼させる場合と、補助燃料を燃焼させる場合とに応じて、冷却水が経由する熱交換器を適切に切り換え、燃焼排ガスの温度を十分に低下させることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様に係るガス化複合発電設備においては、前記循環系統部が、前記ガスタービン設備が前記可燃性ガスを燃焼させる場合は前記冷却水が前記第1熱交換器と前記第2熱交換器と前記ガス冷却器とを直列に経由する直列の熱交換系統を形成し、前記ガスタ

50

ービン設備が前記補助燃料を燃焼させる場合は、前記冷却水が前記ガス冷却器を経由せずに前記第1熱交換器と前記第2熱交換器とをそれぞれ個別に経由する個別の熱交換系統を形成し、前記燃焼排ガスが前記排熱回収ボイラから所定の排気温度範囲で排出される構成にしてもよい。

【0015】

本構成によれば、ガスタービン設備が補助燃料を燃焼させる場合は、冷却水がガス冷却器を経由せずに第1熱交換器と第2熱交換器とをそれぞれ個別に経由する個別の熱交換系統が形成される。

このようにすることで、第1熱交換器と第2熱交換器とにより直列の熱交換系統を形成する場合に比べ、排熱回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率を増加させることができる。

10

したがって、ガス化炉が生成する可燃性ガスの代替となる補助燃料をガスタービン設備にて燃焼させて燃焼排ガスを生成する場合であっても、排熱回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率を維持することが可能なガス化複合発電設備を提供することができる。

【0016】

上記構成のガス化複合発電設備においては、前記ガスタービン設備が前記補助燃料を燃焼させる場合に形成される前記個別の熱交換系統は、前記第1熱交換器に前記冷却水を循環させる第1熱交換系統と、前記第2熱交換器に前記冷却水を循環させる第2熱交換系統とを含み、前記第1熱交換系統は、前記第1熱交換器により熱交換された前記冷却水が導かれるとともに該冷却水から分離した蒸気を前記蒸気タービン設備へ供給する汽水分離器を有し、前記循環系統部は、前記汽水分離器から前記蒸気タービン設備への蒸気の供給量に応じて、前記第2熱交換系統から前記第1熱交換系統への前記冷却水の流入量を調節する調節弁を有していてもよい。

20

【0017】

このようなガス化複合発電設備によれば、ガスタービン設備が補助燃料を燃焼させる場合に形成される第1熱交換系統が有する汽水分離器は、第1熱交換器により熱交換された冷却水から蒸気を分離して蒸気タービン設備へ供給する。そして、汽水分離器から蒸気タービン設備への蒸気の供給量に応じて第2熱交換系統から第1熱交換系統への冷却水の流入量が調節弁により調節される。そのため、第1熱交換系統を流通する冷却水の流量が適切に維持される。

30

【0018】

本発明の一態様に係るガス化複合発電設備の運転方法は、前記ガス化複合発電設備が、酸素含有気体を用いて固体炭素質燃料をガス化反応させて可燃性ガスを生成するガス化炉と、前記ガス化炉により生成された前記可燃性ガスと冷却水との熱交換により該冷却水から蒸気を生成するガス冷却器と、前記ガス冷却器により冷却された前記可燃性ガス、または補助燃料供給部から供給される補助燃料を燃焼させ回転動力を得るガスタービン設備と、前記ガスタービン設備から排出される燃焼排ガスの熱量を回収して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、該排熱回収ボイラから供給される蒸気により回転動力を得る蒸気タービン設備と、前記ガスタービン設備および前記蒸気タービン設備が供給する前記回転動力により駆動される発電機とを備え、前記排熱回収ボイラが、前記燃焼排ガスと前記冷却水との熱交換を行う第1熱交換器と、前記燃焼排ガスと前記冷却水との熱交換を行う第2熱交換器とを有し、前記ガスタービン設備が前記可燃性ガスを燃焼させる場合と、前記補助燃料を燃焼させる場合とに応じて、前記冷却水が前記第1熱交換器と前記第2熱交換器と前記ガス冷却器のいずれを経由するかを切り換える工程とを備える。

40

【0019】

本発明の一態様に係るガス化複合発電設備の運転方法において、ガス化炉により可燃性ガスが生成される場合、ガス冷却器により冷却された可燃性ガスは、ガスタービン設備により燃焼されて燃焼排ガスとなって排熱回収ボイラに導かれる。この場合、ガス冷却器が可燃性ガスから熱回収するとともに蒸気を発生し、発生した蒸気量に見合う給水が、排熱回収ボイラが有する第1熱交換器（第1中圧節炭器）と第2熱交換器（第2中圧節炭器）

50

を通じてガス冷却器に供給される。燃焼ガスと第1熱交換器(第1中圧節炭器)と第2熱交換器(第2中圧節炭器)が十分に熱交換するため、排熱回収ボイラ出口における燃焼排ガスの温度が下がり、燃焼排ガスの熱量が十分に回収される。

【0020】

一方、ガス化炉により可燃性ガスが生成されない場合、補助燃料が補助燃料供給部からガスタービン設備に供給され、燃焼排ガスとなって排熱回収ボイラに導かれる。この場合、ガス冷却器による熱回収が無い場合給水が行われず、排熱回収ボイラが有する第2熱交換器(第2中圧節炭器)を通過する給水量が少なくなり、燃焼排ガスの温度を十分に下げることができない。

【0021】

そこで、本発明の一態様に係るガス化複合発電設備の運転方法においては、ガスタービン設備が可燃性ガスを燃焼させる場合と、補助燃料を燃焼させる場合とに応じて、冷却水が第1熱交換器と第2熱交換器とガス冷却器のいずれを経由するかを切り換えるようにした。

このようにすることで、ガスタービン設備が可燃性ガスを燃焼させる場合と、補助燃料を燃焼させる場合とに応じて、冷却水が經由する熱交換器を適切に切り換え、燃焼排ガスの温度を十分に低下させることができる。

【0022】

本発明の一態様に係るガス化複合発電設備の運転方法においては、前記切り換える工程は、前記ガスタービン設備が前記可燃性ガスを燃焼させる場合に前記冷却水が前記第1熱交換器と前記第2熱交換器と前記ガス冷却器とを直列に經由する直列の熱交換システムを形成し、前記ガスタービン設備が前記補助燃料を燃焼させる場合に、前記冷却水が前記ガス冷却器を経由せずに前記第1熱交換器と前記第2熱交換器とをそれぞれ個別に經由する個別の熱交換システムを形成し、前記燃焼排ガスが前記排熱回収ボイラから所定の排気温度範囲で排出される構成にしてもよい。

【0023】

本構成によれば、ガスタービン設備が補助燃料を燃焼させる場合は、冷却水がガス冷却器を経由せずに第1熱交換器と第2熱交換器とをそれぞれ個別に經由する個別の熱交換システムが形成される。

このようにすることで、第1の熱交換器と第2の熱交換器とにより直列の熱交換システムを形成する場合に比べ、排熱回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率を増加させることができる。

したがって、ガス化炉が生成する可燃性ガスの代替となる補助燃料をガスタービン設備にて燃焼させて燃焼排ガスを生成する場合であっても、排熱回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率を維持することが可能なガス化複合発電設備の運転方法を提供することができる。

【0024】

上記構成のガス化複合発電設備の運転方法においては、前記個別の熱交換システムが、前記第1熱交換器に前記冷却水を循環させる第1熱交換システムと、前記第2熱交換器に前記冷却水を循環させる第2熱交換システムとを含み、前記第1熱交換システムが、前記第1熱交換器により熱交換された前記冷却水が導かれるとともに該冷却水から分離した蒸気を前記蒸気タービン設備へ供給する汽水分離器を有し、前記汽水分離器から前記蒸気タービン設備への蒸気の供給量に応じて、前記第2熱交換システムから前記第1熱交換システムへの前記冷却水の流入量を調節する調節工程を有していてもよい。

【0025】

このようなガス化複合発電設備の運転方法によれば、ガスタービン設備が補助燃料を燃焼させる場合に形成される第1熱交換システムが有する汽水分離器は、第1熱交換器により熱交換された冷却水から蒸気を分離して蒸気タービン設備へ供給する。そして、汽水分離器から蒸気タービン設備への蒸気の供給量に応じて第2熱交換システムから第1熱交換システムへの冷却水の流入量が調節弁により調節される。そのため、第1熱交換システムを流通する冷却水

10

20

30

40

50

の流量が適切に維持される。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、ガス化炉やガス精製設備が不調、又はその他の要因で長期的に停止する場合でも、ガス化炉が生成する可燃性ガスの代替となる補助燃料をガスタービン設備にて燃焼させて燃焼排ガスを生成し、排熱回収ボイラによる燃焼排ガスからの熱回収効率を維持することが可能なガス化複合発電設備およびその運転方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施形態の石炭ガス化複合発電設備を示す系統図であり、ガス化炉が生成する可燃性ガスを燃焼させる状態を示す図である。 10

【図2】本発明の一実施形態の石炭ガス化複合発電設備を示す系統図であり、補助燃料を燃焼させる状態を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態の石炭ガス化複合発電設備の動作を示すフローチャートである。

【図4】比較例の石炭ガス化複合発電設備を示す系統図であり、ガス化炉が生成する可燃性ガスを燃焼させる状態を示す図である。

【図5】比較例の石炭ガス化複合発電設備を示す系統図であり、補助燃料を燃焼させる状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】 20

【0028】

以下、本発明の一実施形態の石炭ガス化複合発電設備について、図面を用いて説明する。

図1、図2に示すように、本実施形態の石炭ガス化複合発電設備(Integrated Gasification Combined Cycle: IGCC)1は、主燃料供給部10と、ガス化炉20と、ガス冷却器30と、ガス精製設備40と、ガスタービン設備50と、補助燃料供給部(ガス供給部)60と、排熱回収ボイラ70と、蒸気タービン設備80と、発電機90と、循環系統部100と、制御装置CUとを備える。

【0029】

主燃料供給部10は、固体炭素質燃料である石炭を、石炭ミル(図示略)を用いて粉碎して微粉炭を生成し、ガス化炉20へ供給する装置である。主燃料供給部10により、生成された微粉炭は、空気分離装置(図示略)から供給される窒素ガスによって搬送されることにより、ガス化炉20へ供給される。 30

【0030】

ガス化炉20は、主燃料供給部10から供給される微粉炭を酸素含有気体であるガス化剤によりガス化反応させてガス化し、可燃性ガスを生成する装置である。ガス化炉20には、例えば空気吹き二段噴流床ガス化炉と呼ばれる方式の炉が採用されている。ガス化炉20は、生成した可燃性ガスをガス冷却器30に供給する。ガス化炉20は、ガス冷却器30とともにガス化炉設備を構成している。

酸素含有気体としては、酸素を含む空気や、空気分離装置(図示略)にて生成される酸素ガスが用いられる。 40

【0031】

ガス冷却器30は、ガス化炉20から供給される可燃性ガスと冷却水との熱交換により冷却水から蒸気を生成する熱交換器である。ガス冷却器30は、排熱回収ボイラ70の第2中圧節炭器70bから供給される冷却水と可燃性ガスとの熱交換により蒸気を生成し、生成した蒸気を高圧蒸気タービン80aへ供給する。

ガス冷却器30にて熱回収された可燃性ガスは、チャー回収装置(図示略)によりチャーが回収された後にガス精製設備40へと導かれる。

【0032】

ガス精製設備40は、チャー回収装置でチャーが分離除去された可燃性ガスを精製して 50

硫黄分等の不純物を取り除き、ガスタービン設備 50 の燃料ガスとして適した性状のガスを精製する設備である。ガス精製設備 40 により精製された可燃性ガスは、ガスタービン設備 50 の燃焼器（図示略）に供給される。

【0033】

ガスタービン設備 50 は、燃焼器（図示略）と、圧縮機（図示略）と、ガスタービン（図示略）を備える。燃焼器は、ガス精製設備 40 から供給される可燃性ガスを、圧縮機により圧縮された圧縮空気を用いて燃焼させる。こうして可燃性ガスが燃焼すると、高温高压の燃焼ガスが生成されて燃焼器からガスタービンへ供給される。この結果、高温高压の燃焼ガスが仕事をしてガスタービンを駆動し、高温の燃焼排ガスが排出される。ガスタービンの回転軸出力は、発電機 90a や圧縮機の駆動源として使用される。

10

【0034】

補助燃料供給部（ガス供給部）60 は、主燃料供給部 10 から微粉炭がガス化炉 20 に供給されず、ガス化炉 20 により可燃性ガスが生成されない場合に、ガスタービン設備 50 に可燃性ガスである補助燃料を供給する装置である。制御装置 CU は、主燃料供給部 10 から微粉炭がガス化炉 20 に供給されない場合、補助燃料供給部 60 から補助燃料を供給するよう補助燃料供給部 60 を制御する。

補助燃料としては、例えば、天然ガス等の炭化水素系ガスを用いることができる。その他、炭化水素系ガス以外にも、種々の可燃性ガスを用いることができる。

【0035】

排熱回収ボイラ 70 は、ガスタービン設備 50 から排出される高温の燃焼排ガスが保有する熱を回収して蒸気を生成する設備である。排熱回収ボイラ 70 は、燃焼排ガスと水との熱交換により蒸気を生成し、生成した蒸気を蒸気タービン設備 80 へ供給する。排熱回収ボイラ 70 は、水との熱交換により温度低下した燃焼排ガスを、必要な処理を施した後

20

に煙突 95 から大気へ放出する。

【0036】

排熱回収ボイラ 70 は、ガスタービン設備 50 から排出される高温の燃焼排ガスと冷却水または蒸気との熱交換をするための複数の熱交換器を備えている。複数の熱交換器は、燃焼排ガスの流通方向の下流側から上流側に向かって、第 1 中圧節炭器 70a、第 2 中圧節炭器 70b、中圧蒸発器 70c、高压蒸発器 70d の順に配置されている。

【0037】

蒸気タービン設備 80 は、排熱回収ボイラ 70 から供給される蒸気を駆動源として運転され、発電機 90b が連結される回転軸を回転させる設備である。発電機 90b は、回転軸の回転による回転動力を用いて発電を行う。

30

蒸気タービン設備 80 は、高压蒸気タービン 80a と、中圧蒸気タービン 80b と、低压蒸気タービン 80c を備えている。

【0038】

循環系統部 100 は、ガス冷却器 30 と、排熱回収ボイラ 70 と、蒸気タービン設備 80 との間で、冷却水および冷却水が蒸発した蒸気とを循環させる各種の装置とそれら装置を接続する流路からなる系統である。

循環系統部 100 は、中圧給水ポンプ 100a と、高压給水ポンプ 100b と、循環ポンプ 100c と、調節弁 100d と、切換弁 100e、100f、100g、100h、100i、100j を備える。また、循環系統部 100 は、汽水分離器 100k と逆止弁 100l とを備える。

40

【0039】

中圧給水ポンプ 100a は、低压蒸気タービン 80c で仕事をした低压蒸気を冷却する復水器 96 に貯留した冷却水を給水するポンプである。

高压給水ポンプ 100b は、第 2 中圧節炭器 70b から排出される冷却水を、中圧蒸発器 70c、高压蒸発器 70d、およびガス冷却器 30 へ給水するポンプである。

循環ポンプ 100c は、汽水分離器 100k にて蒸気が分離された冷却水を第 1 中圧節炭器 70a へ給水するポンプである。

50

【 0 0 4 0 】

汽水分離器 1 0 0 k は、第 1 中圧節炭器 7 0 a にて加熱されて切換弁 1 0 0 g により減圧された冷却水を、蒸気とドレン水とに分離する装置である。汽水分離器 1 0 0 k により分離された蒸気は、低圧蒸気タービン 8 0 c に供給される。一方、汽水分離器 1 0 0 k により分離されたドレン水は、第 1 中圧節炭器 7 0 a に供給される。

調節弁 1 0 0 d は、汽水分離器 1 0 0 k により分離された蒸気に相当する量の冷却水を、第 1 中圧節炭器 7 0 a を循環する循環系統に供給するための弁である。

逆止弁 1 0 0 l は、調節弁 1 0 0 d の下流側に設けられており、調節弁 1 0 0 d に冷却水が逆流することを防止する弁である。

【 0 0 4 1 】

切換弁 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g , 1 0 0 h , 1 0 0 i , 1 0 0 j は、循環系統部 1 0 0 を構成する流路上に設けられ、開閉状態を切り換えることで循環系統部 1 0 0 に第 1 中圧節炭器 7 0 a と、第 2 中圧節炭器 7 0 b とガス冷却器 3 0 とが関連する複数の熱交換系統を形成することができる切換弁である。

【 0 0 4 2 】

制御装置（制御部）C U は、石炭ガス化複合発電設備 1 の各部を制御する装置である。制御装置 C U は、制御動作を実行するための制御プログラムが記憶された記憶部（図示略）から制御プログラムを読み出して実行することにより、各種の制御動作を実行する。

【 0 0 4 3 】

以下、制御装置 C U により実行される処理について図 3 のフローチャートを用いて説明する。

制御装置 C U は、図 3 のフローチャートに示す動作を実行することにより、ガス化炉 2 0 による可燃性ガスの生成が行われているか否かに応じて冷却水の熱交換系統を形成し、燃焼排ガスからの熱回収効率を維持する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 3 0 1 で、制御装置 C U は、ガス化炉 2 0 が可燃性ガスを生成しているかどうかを判断し、Y E S であればステップ S 3 0 2 に処理を進め、N O であればステップ S 3 0 3 に処理を進める。

制御装置 C U は、主燃料供給部 1 0 からガス化炉 2 0 へ主燃料である微粉炭が供給されている場合は、Y E S と判断する。一方、制御装置 C U は、異常等により主燃料供給部 1 0 からガス化炉 2 0 への微粉炭の供給が停止している場合は、N O と判断する。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 3 0 2（第 1 熱交換工程）で、制御装置 C U は、第 1 中圧節炭器 7 0 a と、第 2 中圧節炭器 7 0 b とガス冷却器 3 0 とにより直列の熱交換系統を形成するように、切換弁 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g , 1 0 0 h , 1 0 0 i および調節弁 1 0 0 d の開閉状態を制御する。

制御装置 C U は、切換弁 1 0 0 e , 1 0 0 g , 1 0 0 h , 1 0 0 i を閉状態（図 1 中の黒色の弁）とし、切換弁 1 0 0 f および調節弁 1 0 0 d を開状態（図 1 中の白色の弁）とするよう制御する。

【 0 0 4 6 】

ここで、切換弁 1 0 0 j の開閉状態の切換は、ガス冷却器 3 0 内に設置されたドラム（図示略）の水位レベルにより制御される。ガス化炉 2 0 からガス冷却器 3 0 に供給される可燃性ガスとの熱交換によりドラム内の冷却水が蒸発して水位レベルが低下すると、水位レベルを維持するために、切換弁 1 0 0 j が開状態となる。ガス化炉 2 0 から供給される可燃性ガスが減少すると、水位レベルが低下しないため、切換弁 1 0 0 j は平状態を維持する。

【 0 0 4 7 】

ここでは、切換弁 1 0 0 j の開閉状態の切換について説明したが、他の切換弁 1 0 0 e , 1 0 0 f , 1 0 0 g , 1 0 0 h , 1 0 0 i については、例えば、制御装置 C U が、他の切換弁に内蔵された駆動機構を制御して弁体を駆動することにより行われる。また例えば

10

20

30

40

50

、他の切換弁に駆動機構が内蔵されていない場合、他の切換弁の開閉状態の切換は、制御装置C Uが表示装置（図示略）に他の切換弁を開状態とするべきか閉状態とするべきかの指示を表示することにより行われる。後者の場合、他の切換弁の開閉状態は、表示装置の指示に応じて作業者が手動で切り換える。

【 0 0 4 8 】

ここで、ステップS 3 0 2の動作によって形成される直列の熱交換系統について図1を用いて説明する。

図1において、中圧給水ポンプ1 0 0 aにより圧送される冷却水は、調節弁1 0 0 dと逆止弁1 0 0 lを経由して第1中圧節炭器7 0 aに導かれる。第1中圧節炭器7 0 aに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱された後、切換弁1 0 0 fを経由して第2中圧節炭器7 0 bに導かれる。

10

【 0 0 4 9 】

第2中圧節炭器7 0 bに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱された後、一部が高圧給水ポンプ1 0 0 bに導かれ、他の一部が中圧蒸発器7 0 cに導かれる。中圧蒸発器7 0 cに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱されて蒸気となり、中圧蒸気タービン8 0 bへ導かれる。

【 0 0 5 0 】

高圧給水ポンプ1 0 0 bに導かれた冷却水は、一部が切換弁1 0 0 jを経由してガス冷却器3 0へ導かれ、他の一部が高圧蒸発器7 0 dに導かれる。高圧蒸発器7 0 dに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱されて蒸気となり、高圧蒸気タービン8 0 aへ導かれる。ガス冷却器3 0へ導かれた冷却水は、ガス化炉2 0により生成された可燃性ガスとの熱交換により加熱されて蒸気となり、その蒸気が排熱回収ボイラ7 0に導かれ熱交換器（図示略）により加熱された後に高圧蒸気タービン8 0 aへ導かれる。

20

【 0 0 5 1 】

高圧蒸気タービン8 0 aへと導かれた蒸気は、高圧蒸気タービン8 0 aで回転動力として利用される。高圧蒸気タービン8 0 aで仕事をして温度が低下した蒸気は、排熱回収ボイラ7 0内で再熱された後に中圧蒸気タービン8 0 bに導かれ、中圧蒸気タービン8 0 bで回転動力として利用される。

【 0 0 5 2 】

中圧蒸気タービン8 0 bで仕事をして温度が低下した蒸気は、低圧蒸気タービン8 0 cへ導かれて回転動力として利用される。低圧蒸気タービン8 0 cで仕事をして温度が低下した蒸気は、復水器9 6により冷却されて液化し、復水器9 6の貯留部（図示略）に貯留する。復水器9 6の貯留部に貯留した水は冷却水として再び高圧給水ポンプ1 0 0 bに導かれる。

30

【 0 0 5 3 】

以上のように、ガス化炉2 0が可燃性ガスを生成している場合、制御装置C Uは、第1中圧節炭器7 0 aと、第2中圧節炭器7 0 bとガス冷却器3 0とにより直列の熱交換系統を形成する。この直列の熱交換系統においては、第1中圧節炭器7 0 aと、第2中圧節炭器7 0 bと、ガス冷却器3 0とによる熱交換が行われるため、ガス冷却器3 0に単位時間あたりに流通する冷却水の流量は、第1中圧節炭器7 0 aと、第2中圧節炭器7 0 bと、ガス冷却器3 0とにより回収される熱量に応じた流量となる。

40

【 0 0 5 4 】

一方、図3のステップS 3 0 3で制御装置C Uは、ガス化炉2 0が可燃性ガスを生成していないことから、ガスタービン設備5 0に供給する燃料をガス化炉2 0が生成する可燃性ガスから補助燃料供給部6 0が供給する補助燃料に切り換える。制御部C Uは、補助燃料供給部6 0へ制御信号を送信することにより、補助燃料供給部6 0からガスタービン設備5 0へ補助燃料が供給されるようにする。

【 0 0 5 5 】

ステップS 3 0 4（第2熱交換工程）で、制御装置C Uは、第1中圧節炭器7 0 aと、第2中圧節炭器7 0 bとガス冷却器3 0とのそれぞれにより個別の熱交換系統（第1熱交

50

換系統，第２熱交換系統）を形成するように、切換弁１００ｅ，１００ｆ，１００ｇ，１００ｈ，１００ｉおよび調節弁１００ｄの開閉状態を制御する。

制御装置ＣＵは、切換弁１００ｆを閉状態（図２中の黒色の弁）とし、切換弁１００ｅ，１００ｇ，１００ｈ，１００ｉを開状態（図２中の白色の弁）とするよう制御する。なお、後述するように調節弁１００ｄの開閉状態は、汽水分離器１００ｋにより分離される蒸気の量に応じて、適宜に調整される。

【００５６】

ここで、ステップＳ３０４の動作によって形成される個別の熱交換系統について図２を用いて説明する。

ステップＳ３０４の動作によって形成される個別の熱交換系統の一方は、第１中圧節炭器７０ａに冷却水を循環させる第１熱交換系統である。個別の熱交換系統の他方は、第２中圧節炭器７０ｂに冷却水を循環させる第２熱交換系統である。第１熱交換系統と第２熱交換系統は、それぞれ独立して冷却水を循環させる熱交換系統となっている。

【００５７】

まず始めに、第１中圧節炭器７０ａに冷却水を循環させる第１熱交換系統について説明する。

第１熱交換系統は、循環ポンプ１００ｃが圧送する冷却水を、切換弁１００ｈを経由して第１中圧節炭器７０ａに導く。第１中圧節炭器７０ａに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱された後、切換弁１００ｇを経由して汽水分離器１００ｋに導かれる。切換弁１００ｇにて減圧された冷却水は、水と蒸気とが混合した状態の冷却媒体として汽水分離器１００ｋに導かれる。汽水分離器１００ｋは、切換弁１００ｇから導かれた冷却媒体から蒸気を分離し、切換弁１００ｉを経由して低圧蒸気タービン８０ｃへ供給する。

【００５８】

一方、汽水分離器１００ｋは、切換弁１００ｇから導かれた冷却媒体からドレン水を分離し、循環ポンプ１００ｃへ供給する。循環ポンプ１００ｃは、汽水分離器１００ｋが分離したドレン水（冷却水）を、切換弁１００ｈを経由して第１中圧節炭器７０ａに再び導く。このように、冷却水は、循環ポンプ１００ｃと切換弁１００ｈと第１中圧節炭器７０ａと切換弁１００ｇと汽水分離器１００ｋとにより構成される第１熱交換系統を循環する。

【００５９】

ここで、汽水分離器１００ｋにより分離された蒸気は第１熱交換系統の外部である低圧蒸気タービン８０ｃに導かれる。そのため、第１熱交換系統を流通する冷却水の流量は、分離された蒸気の量に応じた分だけ減少してしまう。そこで、本実施形態では、制御装置ＣＵが、汽水分離器１００ｋにより分離された蒸気の量に応じた冷却水を、第２熱交換系統から第１熱交換系統へ流入させるよう調節弁１００ｄの開度を調節する。

【００６０】

制御装置ＣＵは、汽水分離器１００ｋが有する液面センサが一定の液面高さを示すように、調節弁１００ｄの開度を調節する。制御装置ＣＵは、液面センサが検出する液面高さが目標高さより低くなった場合は調節弁１００ｄの開度を大きくして第２熱交換系統から第１熱交換系統へ冷却水を流入させる。また、制御装置ＣＵは、液面センサが検出する液面高さが目標高さより高くなった場合は調節弁１００ｄを閉状態にして第２熱交換系統から第１熱交換系統へ冷却水が流入しないようにする。

【００６１】

次に、第２中圧節炭器７０ｂに冷却水を循環させる第２熱交換系統について説明する。

図２において、中圧給水ポンプ１００ａにより圧送される冷却水は、切換弁１００ｅを経由して第２中圧節炭器７０ｂに導かれる。第２中圧節炭器７０ｂに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱された後、一部が高圧給水ポンプ１００ｂに導かれ、他の一部が中圧蒸発器７０ｃに導かれる。中圧蒸発器７０ｃに導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱されて蒸気となり、中圧蒸気タービン８０ｂへ導かれる。

【 0 0 6 2 】

高圧給水ポンプ 1 0 0 b に導かれた冷却水は、その全部が高圧蒸発器 7 0 d に導かれる。高圧蒸発器 7 0 d に導かれた冷却水は、燃焼排ガスとの熱交換により加熱されて蒸気となり、高圧蒸気タービン 8 0 a へ導かれる。

高圧蒸気タービン 8 0 a へと導かれた蒸気は、高圧蒸気タービン 8 0 a の回転動力として利用される。高圧蒸気タービン 8 0 a で仕事をして温度が低下した蒸気は、排熱回収ボイラ 7 0 内で再熱された後に中圧蒸気タービン 8 0 b に導かれ、中圧蒸気タービン 8 0 b で回転動力として利用される。

【 0 0 6 3 】

このように、ステップ S 3 0 4 の動作によって第 1 熱交換系統と第 2 熱交換系統からなる個別の熱交換系統を形成する場合、それぞれの熱交換系統において独立して冷却水が循環することとなる。特に、第 1 熱交換系統は、汽水分離器 1 0 0 k で蒸気として分離されない分の冷却水が第 1 中圧節炭器 7 0 a を循環して熱交換を行うこととなる。そのため、単位時間あたりに第 1 中圧節炭器 7 0 a を循環する冷却水の流量を増加させ、燃焼排ガスからの熱回収効率を高めることができる。

10

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、制御装置 C U は、図 3 のフローチャートに示す動作を実行することにより、ガス化炉 2 0 による可燃性ガスの生成が行われているか否かに応じて、冷却水の熱交換系統として、直列あるいは個別の循環系統のいずれかを形成し、排熱回収ボイラ 7 0 の熱回収効率を維持することができる。

20

【 0 0 6 5 】

ここで、図 4 および図 5 を用いて、本実施形態の比較例の石炭ガス化複合発電設備 1 ' について説明する。

本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 は、排熱回収ボイラ 7 0 が第 1 中圧節炭器 7 0 a と第 2 中圧節炭器 7 0 b とを備える。

それに対して、比較例の石炭ガス化複合発電設備 1 ' は、排熱回収ボイラ 7 0 ' が単一の中圧節炭器 7 0 e を備える。

なお、図 4 および図 5 において、図 1 および図 2 と同一の符号を付したものは、図 1 および図 2 と同一のものであるため、説明を省略する。

【 0 0 6 6 】

30

図 4 に示すように、ガス化炉 2 0 が可燃性ガスを生成しガスタービン設備 5 0 が可燃性ガスを燃焼させる場合、高圧給水ポンプ 1 0 0 b に導かれた冷却水は、一部が切換弁 1 0 0 j を介してガス冷却器 3 0 へ導かれ、他の一部が高圧蒸発器 7 0 d に導かれる。

【 0 0 6 7 】

図 4 に示す状態では、ガス冷却器 3 0 で可燃性ガスと冷却水との熱交換により蒸気が発生する。そのため、ガス冷却器 3 0 には、高圧給水ポンプ 1 0 0 b を介して十分な給水量で冷却水が継続的に流入する。よって、中圧節炭器 7 0 e , 中圧蒸発器 7 0 c , 高圧蒸発器 7 0 d を流通する冷却水の給水量が十分な量となり、排熱回収ボイラ 7 0 ' による熱回収効率は、高い状態に維持される。

【 0 0 6 8 】

40

一方、図 5 に示すように、ガスタービン設備 5 0 が補助燃料を燃焼させる場合、高圧給水ポンプ 1 0 0 b に導かれた冷却水は、その全部が高圧蒸発器 7 0 d に導かれる。この場合、高圧給水ポンプ 1 0 0 b に導かれた冷却水は、切換弁 1 0 0 j を介してガス冷却器 3 0 へ導かれることがない。これは、ガス冷却器 3 0 で可燃性ガスと冷却水との熱交換が行われず、蒸気が発生しないからである。そのため、ガス冷却器 3 0 には、高圧給水ポンプ 1 0 0 b を介して冷却水が殆ど流入しない。よって、中圧節炭器 7 0 e , 中圧蒸発器 7 0 c , 高圧蒸発器 7 0 d を流通する冷却水の給水量が十分な量とならず、排熱回収ボイラ 7 0 ' による熱回収効率は、低い状態となってしまう。

【 0 0 6 9 】

このように比較例の石炭ガス化複合発電設備 1 ' では、ガスタービン設備 5 0 が補助燃

50

料を燃焼させる場合、ガス冷却器 30 に冷却水が殆ど流入せず、それに伴って、排熱回収ボイラ 70' による熱回収効率は、低い状態となってしまう。

例えば、比較例の石炭ガス化複合発電設備 1' において、ガスタービン設備 50 が可燃性ガスを燃焼させる場合に排熱回収ボイラ 70' から排出される燃焼排ガスの温度が約 120 である場合、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる場合に排熱回収ボイラ 70' から排出される燃焼排ガスの温度が約 200 となる。

【0070】

一方、本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 では、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる場合であっても、第 1 熱交換系統と第 2 熱交換系統からなる個別の熱交換系統が形成されるため、排熱回収ボイラ 70 による熱回収効率は、高い状態に維持される。

10

例えば、本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 において、ガスタービン設備 50 が可燃性ガスを燃焼させる場合に排熱回収ボイラ 70 から排出される燃焼排ガスの温度が約 120 である場合、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる場合に排熱回収ボイラ 70 から排出される燃焼排ガスの温度も約 120 となる。

【0071】

なお、本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 において、排熱回収ボイラ 70 から排出される燃焼排ガスの所定の排気温度範囲は、約 120 となるのが望ましい。所定の排気温度範囲は、例えば、110 以上かつ 130 以下の範囲であってよい。より好ましくは、115 以上かつ 125 以下の範囲である。

【0072】

20

このように、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる場合について、比較例の石炭ガス化複合発電設備 1' と本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 を対比すると、比較例よりも本実施形態の方が、熱回収効率が高くなる。

本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 は、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる場合に第 1 中圧節炭器 70 a により熱回収される熱量は、汽水分離器 100 k により分離される蒸気として低圧蒸気タービン 80 c へ供給される。

一例として、汽水分離器 100 k により分離される冷却水（ドレン水）の質量流量に対する蒸気の質量流量の比が約 10 % となるようにした場合、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる際の本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 の発電効率が、比較例の石炭ガス化複合発電設備 1' の発電効率よりも約 2 % 高くなる。

30

【0073】

次に、本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 が奏する作用および効果について説明する。

本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 において、ガス化炉 20 により可燃性ガスが生成される場合、ガス冷却器 30 により冷却された可燃性ガスは、ガスタービン設備 50 により燃焼されて燃焼排ガスとなって排熱回収ボイラ 70 に導かれる。この場合、排熱回収ボイラ 70 が有する第 1 中圧節炭器 70 a（第 1 熱交換器）と第 2 中圧節炭器 70 b（第 2 熱交換器）とが燃焼排ガスから熱回収するとともに、ガス冷却器 30 が可燃性ガスから熱回収する。この場合、第 1 中圧節炭器 70 a と第 2 中圧節炭器 70 b とガス冷却器 30 とにより直列の熱交換系統が形成されるため、第 1 中圧節炭器 70 a と第 2 中圧節炭器 70 b とガス冷却器 30 とにより回収される熱量に応じた流量の冷却水が循環系統部 100 を単位時間あたりに流通することとなる。

40

【0074】

一方、ガス化炉 20 により可燃性ガスが生成されない場合、補助燃料が補助燃料供給部（ガス供給部）60 からガスタービン設備 50 に供給され、燃焼排ガスとなって排熱回収ボイラ 70 に導かれる。この場合、排熱回収ボイラ 70 が有する第 1 中圧節炭器 70 a と第 2 中圧節炭器 70 b とが燃焼排ガスから熱回収する一方で、ガス冷却器 30 による熱回収は行われない。この場合、第 1 中圧節炭器 70 a と第 2 中圧節炭器 70 b とのそれぞれにより個別の熱交換系統が形成される。そのため、循環系統部 100 を単位時間あたりに

50

流通する冷却水の流量は、第 1 中圧節炭器 70 a を形成する第 1 熱交換系統を単位時間あたりに流通する冷却水の流量と第 2 中圧節炭器 70 b を形成する第 2 熱交換系統を単位時間あたりに流通する冷却水の流量とを合算した流量となる。

【0075】

そのため、第 1 中圧節炭器 70 a と第 2 中圧節炭器 70 b とにより直列の熱交換系統を形成する場合に比べ、循環系統部 100 を単位時間あたりに流通する冷却水の流量が増加する。これにより、直列の熱交換系統を形成する場合に比べ、排熱回収ボイラ 70 による燃焼排ガスからの熱回収効率を増加させることができる。

したがって、ガス化炉 20 が生成する可燃性ガスの代替となる補助燃料をガスタービン設備 50 にて燃焼させて燃焼排ガスを生成する場合であっても、排熱回収ボイラ 70 による燃焼排ガスからの熱回収効率を維持することが可能な石炭ガス化複合発電設備 1 を提供することができる。

10

【0076】

また、本実施形態の石炭ガス化複合発電設備 1 によれば、ガスタービン設備 50 が補助燃料を燃焼させる場合に循環系統部 100 が形成する第 1 熱交換系統が有する汽水分離器 100 k は、第 1 中圧節炭器 70 a により熱交換された冷却水から蒸気を分離して蒸気タービン設備 80 へ供給する。そして、汽水分離器 100 k から蒸気タービン設備 80 への蒸気の供給量に応じて第 2 熱交換系統から第 1 熱交換系統への冷却水の流入量が調節弁 100 d により調節される。そのため、第 1 熱交換系統を流通する冷却水の流量が適切に維持される。

20

【0077】

〔他の実施形態〕

以上の説明においては、可燃性ガスを生成するための設備として、粉碎された石炭（微粉炭）をガス化するガス化炉 20 を用いる例を示したが、他の態様であってもよい。

例えば、可燃性ガスを生成するための設備として、間伐材、廃材木、流木、草類、廃棄物、汚泥、タイヤ等のバイオマス燃料など、他の固体炭素質燃料をガス化するガス化炉設備を用いるようにしてもよい。

【0078】

以上の説明においては、ガスタービン設備 50 と蒸気タービン設備 80 とが、それぞれに専用に設けられた発電機 90 a , 90 b に駆動力を与えるものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、ガスタービン設備 50 と蒸気タービン設備 80 とが、単一の発電機 90 に駆動力を与える態様であってもよい。

30

【符号の説明】

【0079】

1 , 1' 石炭ガス化複合発電設備（ガス化複合発電設備）

10 主燃料供給部

20 ガス化炉

30 ガス冷却器

40 ガス精製設備

50 ガスタービン設備

40

60 補助燃料供給部（ガス供給部）

70 , 70' 排熱回収ボイラ

70 a 第 1 中圧節炭器（第 1 熱交換器）

70 b 第 2 中圧節炭器（第 2 熱交換器）

70 c 中圧蒸発器

70 d 高圧蒸発器

80 蒸気タービン設備

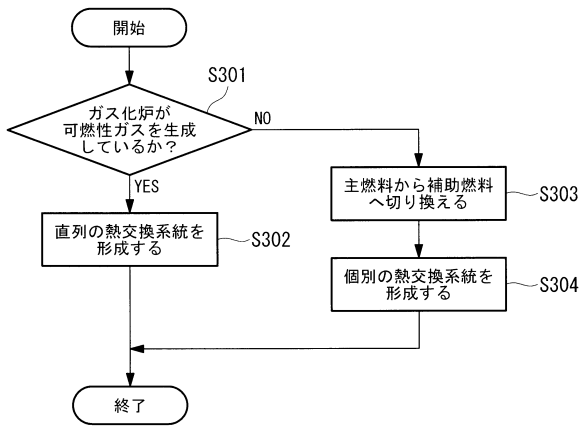
90 発電機

100 循環系統部

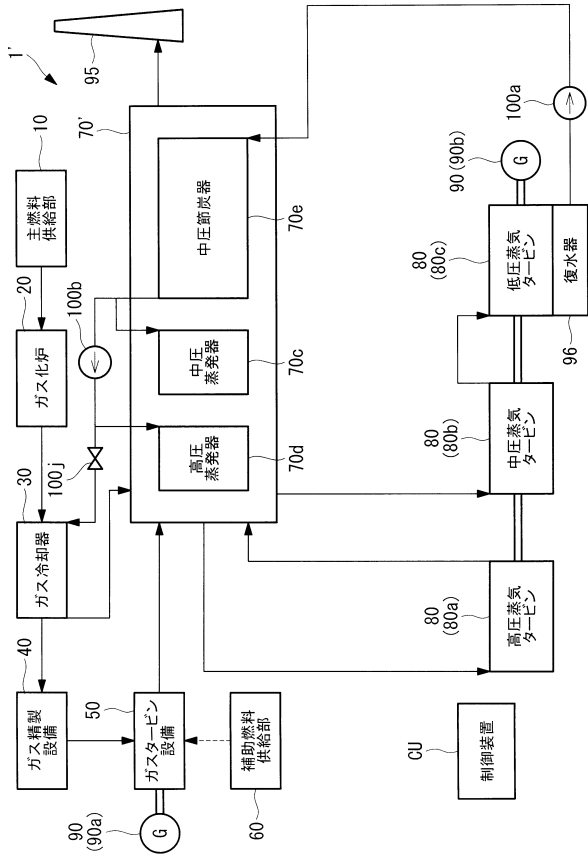
100 k 汽水分離器

50

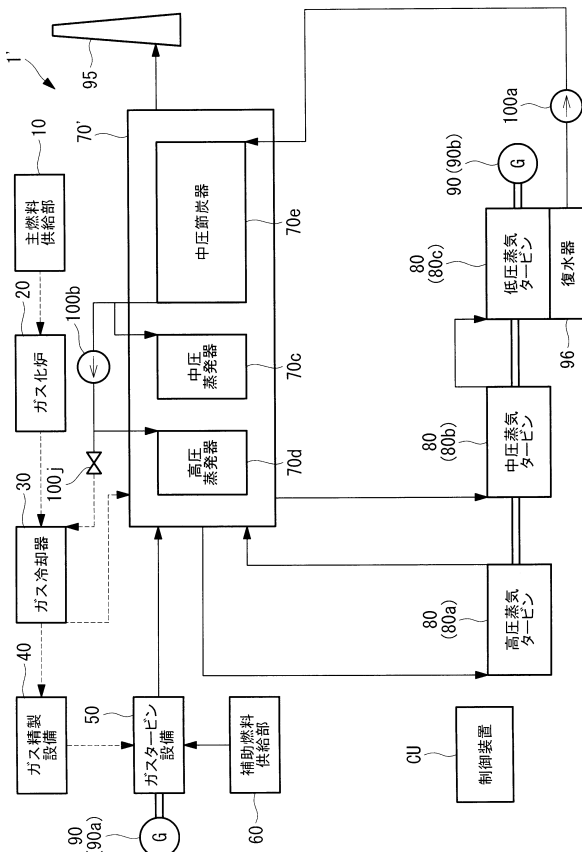
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
F 0 2 C	6/18	(2006.01)	F 0 2 C	6/18	A
F 0 1 K	23/10	(2006.01)	F 0 1 K	23/10	A
F 2 2 B	1/18	(2006.01)	F 0 1 K	23/10	U
			F 2 2 B	1/18	E

- (72)発明者 坂本 康一
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 小阪 健一郎
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 木津 哲也
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 小山 智規
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 藤井 貴
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 品田 治
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

審査官 倉橋 紀夫

- (56)参考文献 特開2009-197693(JP,A)
特開昭61-233084(JP,A)
特開2013-249745(JP,A)
特開平11-100584(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 C 3 / 2 8
C 1 0 J 3 / 4 6 - 3 / 4 8
F 0 1 K 2 3 / 1 0
F 0 2 C 3 / 2 2
F 0 2 C 6 / 0 0
F 0 2 C 6 / 1 8
F 2 2 B 1 / 1 8