

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5465747号  
(P5465747)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月31日(2014.1.31)

(51) Int. Cl.		F 1		
<b>F 2 3 C</b>	<b>10/16</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 C 10/16	
<b>F 2 3 C</b>	<b>10/28</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 C 10/28	
<b>F 0 2 C</b>	<b>7/26</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 C 7/26	D
<b>F 0 2 C</b>	<b>9/28</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 C 9/28	C
<b>F 0 2 C</b>	<b>9/50</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 C 9/50	

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-94308 (P2012-94308)
(22) 出願日	平成24年4月18日(2012.4.18)
(65) 公開番号	特開2013-221700 (P2013-221700A)
(43) 公開日	平成25年10月28日(2013.10.28)
審査請求日	平成24年12月14日(2012.12.14)

(73) 特許権者	000211307
	中国電力株式会社
	広島県広島市中区小町4番33号
(74) 代理人	100128277
	弁理士 専徳院 博
(72) 発明者	山本 正美
	広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内
(72) 発明者	佐古 宏治
	広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内
審査官	稲葉 大紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加圧流動床複合発電プラントの起動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンの起動時に燃焼器燃焼ガスが加圧流動床ボイラへ逆流することを防止すべく、加圧流動床ボイラに逆流防止用空気を供給する逆流防止運転を行う加圧流動床複合発電プラントの起動方法において、

前記加圧流動床複合発電プラントは、所内用空気系統と制御用空気系統と、所内用空気系統の空気をバックアップ空気として制御用空気系統に供給するバックアップ系統とを有し、

前記バックアップ系統を逆向きに使用し、前記制御用空気系統から前記所内用空気系統へ空気を送り混合空気を製造し、該混合空気を逆流防止用空気に使用することを特徴とする加圧流動床複合発電プラントの起動方法。

【請求項2】

前記混合空気を使用した逆流防止運転は、所内用空気系統の複数台の所内用空気圧縮機のうち、一部の所内用空気圧縮機を運転することができないときに行うことを特徴とする請求項1に記載の加圧流動床複合発電プラントの起動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加圧流動床複合発電プラントの起動方法に関し、特にガスタービン起動時に逆流防止運転を行う加圧流動床複合発電プラントの起動方法に関する。

10

20

## 【背景技術】

## 【0002】

加圧流動床複合発電プラントは、圧力容器内に火炉が設置された加圧流動床ボイラを用いて蒸気を発生させ、蒸気タービンを駆動するとともに、燃焼ガスでガスタービンを駆動、発電する複合発電プラントである。加圧流動床ボイラは、流動媒体をボイラ内で流動化させ、供給される石炭を流動化させながら燃焼させるため、燃焼温度が約870と低い。その結果、窒素酸化物の発生が抑制され、さらに流動媒体に石灰石を使用することで、炉内脱硫も同時に行われるなどの長所を有している。

## 【0003】

加圧流動床複合発電プラント（ユニットと記す場合もある）の起動においては、ボイラ点火に必要な空気を供給するために、ボイラ点火に先立ちガスタービンを起動、並列する必要がある。ガスタービンを起動、並列することでガスタービンに連結する空気圧縮機から加圧流動床ボイラに燃焼用空気を供給することが可能となる。

10

## 【0004】

ガスタービンの起動は、ガスタービン起動用燃焼器に圧縮空気を送り、軽油等を燃料として燃焼器燃焼ガス（起動用ガス）を生成させガスタービンを起動する。このとき起動用ガスが火炉側に逆流すると、火炉内の流動媒体が、分散ノズルを通じてウインドボックスへ落下し、堆積してしまう。

## 【0005】

ガスタービン起動用燃焼器の上流側には、火炉側に起動用ガスが流れ込むことを防止する高温ガス制御弁、高温ガス止め弁が設けられているが、起動用ガスは、高温高压であるため高温ガス制御弁、高温ガス止め弁で完全に遮断することはできない。これを防止するため一定量の逆流防止用空気を圧力容器・火炉に供給する逆流防止運転が行われる。逆流防止用空気には、所内用空気の外、昇圧ファンを設け昇圧ファンから供給する場合もある（例えば特許文献1参照）。

20

## 【0006】

ガスタービンに連結する空気圧縮機から加圧流動床ボイラに燃焼用空気を供給することが可能となると、ボイラ点火準備工程に入り、以降、ボイラ点火・昇温・昇圧、蒸気タービン起動準備、蒸気タービン起動、蒸気タービン並列・負荷上昇、定格負荷到達完了の各工程を経てユニット起動完了となる。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開平10-9512号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

ユニットの起動は、計算機が順次各工程を進行させる形で行われ、逆流防止運転もユニット起動工程に組み込まれている。逆流防止運転では、大量の空気を火炉に供給する必要があるため、逆流防止用空気に所内用空気を使用する場合は、複数台の所内用空気圧縮機を運転する必要がある。このため一部の所内用空気圧縮機が運転不能状態にあると、十分に逆流防止用空気を供給することができない。さらに所内用空気圧縮機の運転台数が、逆流防止運転を進行させるための条件となっているときは、一部の所内用空気圧縮機が運転不能状態にあるとユニットを起動することができない。

40

## 【0009】

特許文献1に記載の加圧流動床複合発電プラントのように専用の昇圧ファンを設ければ、上記のような問題は発生しないが、逆流防止運転はユニット起動時にのみ行われる操作であり、このような操作のためだけに昇圧ファンを設けることは経済的ではない。

## 【0010】

本発明の目的は、所内用空気系統の空気供給能力が低下したときであっても加圧流動床

50

複合発電プラントを起動ならしめる加圧流動床複合発電プラントの起動方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、ガスタービンの起動時に燃焼器燃焼ガスが加圧流動床ボイラへ逆流することを防止すべく、加圧流動床ボイラに逆流防止用空気を供給する逆流防止運転を行う加圧流動床複合発電プラントの起動方法において、前記加圧流動床複合発電プラントは、所内用空気系統と制御用空気系統と、所内用空気系統の空気をバックアップ空気として制御用空気系統に供給するバックアップ系統とを有し、前記バックアップ系統を逆向きに使用し、前記制御用空気系統から前記所内用空気系統へ空気を送り混合空気を製造し、該混合空気を逆流防止用空気に使用することを特徴とする加圧流動床複合発電プラントの起動方法である。

10

【0014】

また本発明の加圧流動床複合発電プラントの起動方法において、前記混合空気を使用した逆流防止運転は、所内用空気系統の複数台の所内用空気圧縮機のうち、一部の所内用空気圧縮機を運転することができないときに行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明の加圧流動床複合発電プラントの起動方法は、ガスタービン起動時の逆流防止運転に所内用空気系統の空気と制御用空気系統の空気との混合空気を使用するので、所内用空気系統の供給量が低下したときであっても所内用空気系統の空気に制御用空気系統の空気を補充することで加圧流動床複合発電プラントを起動することができる。このとき制御用空気系統から所内用空気系統への空気の補充を、バックアップ系統を逆向きに使用し行えば、既設の加圧流動床複合発電プラントを改良することなく本発明の加圧流動床複合発電プラントの起動方法を実施することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の一形態としての加圧流動床複合発電プラントの起動方法を使用する加圧流動床複合発電プラントの概略構成を示す図である。

【図2】図1の加圧流動床複合発電プラントの空気供給設備100の概略構成を示す図である。

30

【図3】図1の加圧流動床複合発電プラントの起動手順を示すフローチャートである。

【図4】図1の加圧流動床複合発電プラントの制御用空気系統111の空気を所内用空気系統101に補充しながら逆流防止運転を行うときのタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1は、本発明の実施の一形態としての加圧流動床複合発電プラントの起動方法を使用する加圧流動床複合発電プラントの概略構成を示す図である。加圧流動床複合発電プラントの全体構成を説明した後、加圧流動床複合発電プラントの起動方法(手順)、逆流防止運転について説明する。

40

【0018】

加圧流動床複合発電(PFBC: Pressurized Fluidized Bed combined Cycle)プラントは、加圧流動床ボイラを用い石炭を燃焼させた燃焼熱により蒸気を発生させ、蒸気タービンを駆動するとともに、燃焼ガスでガスタービンを駆動させ発電する複合発電プラントである。

【0019】

この発電プラントは、空気圧縮機からの燃焼空気で加圧流動床ボイラ内を加圧状態に保ちながら、石灰石を流動媒体(BM: Bed Material、以下BMと記す場合もある)とする流動層内に燃料である石炭・水ペースト(CWP: Coal Water Paste)を投入することにより、CWPを効率よく燃焼させることができる。また、流動媒体に石灰石を採用するこ

50

とにより火炉内で脱硫することが可能となるので、硫黄硫化物 ( $SO_x$ ) の発生を低く抑えることができる。さらに、流動層燃焼は、燃焼温度が約 870 と低いため、窒素酸化物 ( $NO_x$ ) の発生を低く抑えることができる。

【0020】

2基の加圧流動床ボイラ10、20は、それぞれ圧力容器12、22内に火炉11、21を備え、火炉11、21は、それぞれ流動媒体である石灰石を保有し、火炉11、21の底部から燃焼空気が火炉11、21内に送り込まれる。これにより流動媒体が流動化し、火炉11、21内に流動層が形成される。ここでは2つの火炉を区別するために図面方向で左をA火炉、右をB火炉とする。

【0021】

燃焼空気は、それぞれ圧力容器12、22内に供給された後、火炉11、21に送り込まれ、火炉11、21及び圧力容器12、22内は加圧状態に維持されている。燃料は、所定の粒径に調整された石炭、石灰石及び水からなるCWPとして、火炉11、21の底部に供給される。石炭は、火炉11、21内で流動化状態で燃焼し、燃焼に伴い発生する硫黄酸化物は、石灰石と反応し石膏となる。

【0022】

水・蒸気管25は、2基の加圧流動床ボイラ10、20に跨って配設され、給水は、B火炉21、A火炉11で加熱された後、汽水分離器(図示を省略)で水が分離され、さらに蒸気は、A火炉11、B火炉21、A火炉11の順に加熱され、高圧タービン(図示省略)に送られる。高圧タービンを駆動した蒸気は、再びB火炉21に導かれて再熱された後、中圧タービン(図示省略)及び低圧タービン(図示省略)に導かれ、これらタービンを駆動する。高圧タービン、中圧タービン及び低圧タービンには、同軸上に発電機(図示省略)が連結されており、各タービンが駆動されることで発電が行われる。タービンを駆動した蒸気は、復水器(図示省略)で復水とされた後、給水加熱器(図示省略)等を経由し給水として火炉21へ送られる。

【0023】

火炉11、21で石炭が燃焼し発生する高温高圧の燃焼ガスは、火炉11、21の上部に連通接続される燃焼ガス管30、31、36を通じてガスタービン41に送られ、ガスタービン41を回転駆動する。燃焼ガス管30、31の途中には、燃焼ガス中に含まれる煤じんを除去するための1次サイクロン32、33及び2次サイクロン34、35が設けられている。

【0024】

ガスタービン41は、同軸上に燃焼空気を製造する空気圧縮機51及び発電機42を連結し、ガスタービン41を駆動させることで発電及び燃焼空気の製造が行われ、燃焼空気は圧力容器12、22に供給される。

【0025】

ガスタービン41に燃焼ガスを送る燃焼ガス管36には、上流側から順に、高温ガス止め弁44、高温ガス制御弁45、ガスタービン起動用燃焼器43が設けられている。さらに高温ガス止め弁44、高温ガス制御弁45、ガスタービン起動用燃焼器43及びガスタービン41をバイパスし、燃焼ガス管36と排気ガス管37とを結ぶガスタービンバイパス管46が設けられている。ガスタービンバイパス管46には、ガスタービン第1バイパス弁47、ガスタービン第2バイパス弁48が介装されている。

【0026】

空気圧縮機51は、空気供給管52を通じて圧力容器12、22に燃焼空気を供給する。空気供給管52の途中には、圧縮機出口弁53が設けられている。さらに空気圧縮機51と圧縮機出口弁53との間に、圧縮空気をガスタービン起動用燃焼器43に送る圧縮空気バイパス管54が接続する。圧縮空気バイパス管54には、圧縮空気バイパス弁55が介装されている。前記高温ガス止め弁44、高温ガス制御弁45、圧縮機出口弁53及び圧縮空気バイパス弁55は、システム弁56と呼ばれる。また空気圧縮機51には、起動用電動機58が連結している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

さらに圧縮機出口弁 5 3 と圧力容器 1 2、2 2 とを結ぶ空気供給管 5 2 には、逆流防止運転時に使用する逆流防止用空気を供給する逆流防止用空気供給管 6 1 が接続する。逆流防止用空気供給管 6 1 には、所内用空気火炉供給流量調節弁 6 2 が介装されている。

## 【 0 0 2 8 】

火炉 1 1、2 1 には、流動層の高さ（層高）を調整するための流動媒体を貯留する流動媒体タンク（BMタンク）7 1、7 2 が設けられている。また火炉 1 1、2 1 の底部には、各火炉 1 1、2 1 内に析出した塵芥を含む流動媒体を排出するための炉底抜き管 8 1、8 2 が接続する。

## 【 0 0 2 9 】

なお、図示を省略したが A 火炉 1 1 及び B 火炉 2 1、1 次サイクロン 3 2、3 3 及び 2 次サイクロン 3 4、3 5 を含め各所に温度検出器、圧力検出器が装着され、各所の温度、圧力がオンラインで検出されこれらデータは、図示を省略した運転制御装置に送られる。運転制御装置は、これら温度、圧力を含め各検出装置、計測器から送られるデータに基づき、運転を制御する。

## 【 0 0 3 0 】

図 2 は、加圧流動床複合発電プラントの空気供給設備 1 0 0 の概略構成を示す図である。空気供給設備 1 0 0 は、所内用空気系統 1 0 1 と制御用空気系統 1 1 1 とを備える。所内用空気系統 1 0 1 は、除湿器で除湿することなく圧縮空気をそのまま供給する系統であり、プラント内で使用する作業用空気、例えば配管内をフラッシングする際に使用する空気、空気作動工具の作動空気などに使用される。さらに所内空気は、逆流防止運転時の逆流防止用空気として使用される。制御用空気系統 1 1 1 は、除湿器 1 2 0 で除湿した圧縮空気（制御用空気）を供給する系統であり、調節弁の駆動用空気など計装用、制御用空気として使用される。

## 【 0 0 3 1 】

所内用空気系統 1 0 1 は、3 台の所内用空気圧縮機 1 0 2、1 0 3、1 0 4 と、圧縮空気を貯留する空気貯槽 1 0 5 と、所内用空気圧縮機 1 0 2、1 0 3、1 0 4 と空気貯槽 1 0 5 とを結ぶ空気供給管 1 0 6、1 0 7、1 0 8、空気貯槽 1 0 5 に接続し所内用空気を供給する空気供給管 1 0 9 とを有する。逆流防止用空気供給管 6 1 は、空気ヘッド（図示省略）を介して空気供給管 1 0 9 に接続する。3 台の所内用空気圧縮機 1 0 2、1 0 3、1 0 4 は、空気貯槽 1 0 5 の圧力に応じて負荷運転、無負荷運転を行う。

## 【 0 0 3 2 】

制御用空気系統 1 1 1 は、2 台の制御用空気圧縮機 1 1 2、1 1 3 と、圧縮空気を貯留する空気貯槽 1 1 5 と、除湿器 1 2 0 と、制御用空気圧縮機 1 1 2、1 1 3 と空気貯槽 1 1 5 とを結ぶ空気供給管 1 1 6、1 1 7、空気貯槽 1 1 5 と除湿器 1 2 0 とを結ぶ空気供給管 1 1 9、除湿器 1 2 0 に接続し制御用空気を供給する空気供給管 1 2 1 とを有する。2 台の制御用空気圧縮機 1 1 2、1 1 3 は、空気貯槽 1 1 5 の圧力に応じて負荷運転、無負荷運転を行う。空気圧縮機 1 1 3 は予備機である。

## 【 0 0 3 3 】

空気供給設備 1 0 0 は、さらに所内用空気系統 1 0 1 と制御用空気系統 1 1 1 とを連絡するバックアップ系統 1 3 0 を備える。バックアップ系統 1 3 0 は、制御用空気系統の空気が不足するときに、所内用空気を制御用空気系統 1 1 1 に送り、制御用空気系統 1 1 1 の空気量を確保するための系統である。

## 【 0 0 3 4 】

バックアップ系統 1 3 0 は、所内用空気系統の空気供給管 1 0 9 と制御用空気系統の空気供給管 1 1 9 とをバックアップ空気供給管 1 3 1 で連結する。バックアップ空気供給管 1 3 1 には、所内用空気を制御用空気系統 1 1 1 に供給可能ならしめる逆止弁 1 3 2 とバックアップ弁 1 3 3 が介装されている。またバックアップ空気供給管 1 3 1 には、逆止弁 1 3 2 とバックアップ弁 1 3 3 とをバイパスする、バックアップ弁バイパス弁 1 3 5 が介装されたバイパス管 1 3 4 が設けられている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

バックアップ弁 1 3 3 は、自動調節弁であり、制御用空気系統の空気供給管 1 1 9 が所定の圧力まで低下すると開き、制御用空気系統の空気供給管 1 1 9 が所定の圧力まで上昇すると閉じる。バックアップ弁 1 3 3 の開閉制御は、空気供給管 1 1 9 に設けられた圧力調節計 1 2 2 が行う。バックアップ弁バイパス弁 1 3 5 は、手動弁であり、逆止弁 1 3 2 及び / 又はバックアップ弁 1 3 3 が不調で、所内用空気を制御用空気系統 1 1 1 に供給することができないときに緊急避難的に使用する。

## 【 0 0 3 6 】

次に、加圧流動床複合発電プラントの起動手順を説明する。図 3 は、加圧流動床複合発電プラントの起動手順を示すフローチャートである。加圧流動床複合発電プラント（ユニット）の起動は、複数の工程からなり、計算機が予め定める手順に従い各工程を進行させる。

10

## 【 0 0 3 7 】

加圧流動床複合発電プラントの起動操作では、まずユニット起動に必要な共通設備・機器の運転と状況確認を行うユニット起動準備（ステップ S 1）を行い、続いて不純物のない水（水質が管理された水）を使用し、復水系統、給水系統の洗浄及び水張り（ステップ S 2）、さらに加圧流動床ボイラ（以下、ボイラと記す）1 0、2 0 の洗浄及び水張り（ステップ S 3）を行う。

## 【 0 0 3 8 】

ボイラ 1 0、2 0 の洗浄及び水張りが終了すると、ボイラ 1 0、2 0 の点火に先立ち、ボイラ点火に必要な空気を供給可能とすべくガスタービン 4 1 を起動する（ステップ S 4）。ガスタービン 4 1 の起動は、ガスタービン起動用燃焼器 4 3 を用いて行う。ガスタービン 4 1 の起動後、ガスタービン 4 1 の並列を行う（ステップ S 5）。ガスタービン 4 1 の起動からガスタービン 4 1 の並列の間は、逆流防止運転が行われる。ガスタービン 4 1 の起動、並列及び逆流防止運転の詳細は後述する。

20

## 【 0 0 3 9 】

ガスタービン 4 1 を駆動し、連結する空気圧縮機 5 1 から点火用空気を供給することが可能となると、ボイラの点火準備（ステップ S 6）、ボイラの点火・昇温・昇圧工程（ステップ S 7）により、蒸気タービンの起動条件に必要な蒸気を造る。

## 【 0 0 4 0 】

その後、蒸気タービン起動準備（ステップ S 8）、蒸気タービン起動（ステップ S 9）、系統に並列して発電を開始すると共に、発電機出力を定格出力まで上昇する蒸気タービン並列・負荷上昇工程（ステップ 1 0）を経て、定格負荷到達完了（ステップ S 1 1）によりユニット起動操作が完了する（ステップ S 1 2）。

30

## 【 0 0 4 1 】

ガスタービン 4 1 の起動、並列操作、及び該操作に付随して行われる逆流防止運転について説明する。ガスタービン 4 1 の起動は、ガスタービン起動用燃焼器 4 3 を用いて行う。具体的には、起動用電動機 5 8 を介して空気圧縮機 5 1 を駆動し、圧縮空気バイパス管 5 4 を通じてガスタービン起動用燃焼器 4 3 に圧縮空気を送り、軽油等を燃料として燃焼器燃焼ガス（起動用ガス）を生成させガスタービン 4 1 を起動する。このとき起動用ガスが火炉 1 1、2 1 側に流れ込まないように高温ガス止め弁 4 4 及び高温ガス制御弁 4 5 は全閉である。また圧縮機出口弁 5 3 も全閉である。

40

## 【 0 0 4 2 】

起動用ガスは、高温高圧であるので高温ガス制御弁 4 5、高温ガス止め弁 4 4 で完全に遮断することができず火炉 1 1、2 1 側にリークする。この起動用ガスが火炉 1 1、2 1 に逆流すると、火炉 1 1、2 1 内の流動媒体が分散ノズル（図示省略）を通じてウインドボックス（図示省略）へ落下し、堆積してしまう。これを防止するために一定量の逆流防止用空気を圧力容器 1 2、2 2、火炉 1 1、2 1 に供給する逆流防止運転が行われる。

## 【 0 0 4 3 】

逆流防止運転は、逆流防止用空気供給管 6 1 及び空気供給管 5 2 を通じて、所定量の逆

50

流防止用空気を圧力容器 1 2、2 2 に供給することで行われる。このときガスタービンバイパス管 4 6 に介装されたガスタービン第 1 バイパス弁 4 7、ガスタービン第 1 バイパス弁 4 8 は全開とされる。

【 0 0 4 4 】

圧力容器 1 2、2 2 に供給された逆流防止用空気は、火炉 1 1、2 1 を通過し、燃焼ガス管 3 0、3 1、1 次サイクロン 3 2、3 3、2 次サイクロン 3 4、3 5、燃焼ガス管 3 6 及びガスタービンバイパス管 4 6 を通じて煙突から排出される。高温ガス止め弁 4 4 及び高温ガス制御弁 4 5 をリークした起動用ガスは、逆流防止用空気といっしょにガスタービンバイパス管 4 6 から煙突に導かれる。これにより起動用ガスの逆流が防止される。

【 0 0 4 5 】

逆流防止運転は、次の要領で行われる。ユニット起動を制御する計算機が、ユニット起動工程のガスタービン起動、ガスタービン並列等に合せて行う。計算機は、3 台の所内用空気圧縮機 1 0 2、1 0 3、1 0 4 が運転状態にあることを条件に、通風系系統ガスタービン起動準備、ガスタービン起動、ガスタービン並列、ガスタービンシステム弁切替、ガスタービンシステム弁切替完了の順に工程を進行させる。この間、所内用空気系統 1 0 1 から所内用空気が逆流防止用空気として火炉 1 1、2 1 に供給される。

【 0 0 4 6 】

逆流防止運転は、シーケンスマスタにより系統を構成するとともにマスタ完了条件となっているため、完了しないと「渋滞」の警報が発せられる。逆流防止運転で供給される空気流量の一例を示せば、1 5 . 8 4 t o n / h 以上であり、このとき圧力容器 1 2、2 2 内の圧力は、0 . 1 2 M P a (ゲージ圧) となり、2 次サイクロン 3 4、3 5 合流後のガス温度 (図 1 中のイの地点) は 3 0 0 以下である。なお、ガスタービン起動時の高温ガス止め弁 4 4 をリークする起動用ガスの温度 (図 1 中の口の地点) は、2 0 0 ~ 2 4 0 程度である。

【 0 0 4 7 】

上記のようにガスタービン 4 1 の起動、並列操作に付随して行われる逆流防止運転においては、逆流防止用空気に所内用空気系統 1 0 1 の圧縮空気が使用されるが、3 台の所内用空気圧縮機 1 0 2、1 0 3、1 0 4 のうち 1 台でも故障し運転不能となると、残り 2 台の所内用空気圧縮機 1 0 2、1 0 3 が健全であっても、所定量の逆流防止用空気を供給することができない。さらにユニット起動条件を満足することができないので、ユニットを

【 0 0 4 8 】

このような場合、バックアップ系統 1 3 0 を本来の使用方法とは逆向きに使用し、制御用空気系統 1 1 1 の空気を所内用空気系統 1 0 1 に補充することで逆流防止運転を行う。図 4 は、制御用空気系統 1 1 1 の空気を所内用空気系統 1 0 1 に補充しながら逆流防止運転を行うときのタイムチャートである。

【 0 0 4 9 】

制御用空気系統 1 1 1 の予備の空気圧縮機 1 1 3 を起動させると共に、計算機に模擬信号を入力し、ユニット起動条件である所内空気圧縮機 3 台運転の条件を成立させる。

【 0 0 5 0 】

バックアップ系統 1 3 0 は、所内用空気系統 1 0 1 から制御用空気系統 1 1 1 へ空気を送ることで、制御用空気系統 1 1 1 の空気量を確保するための系統であり、所内用空気系統 1 0 1 と制御用空気系統 1 1 1 とを結ぶバックアップ空気供給管 1 3 1 には、逆止弁 1 3 2 が設けられているので、バックアップ空気供給管 1 3 1 を通じて制御用空気系統 1 1 1 の空気を所内用空気系統 1 0 1 に供給することはできない。

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、逆止弁 1 3 2 及びバックアップ弁 1 3 3 をバイパスするバイパス管 1 3 4 を使用して、制御用空気系統 1 1 1 から所内用空気系統 1 0 1 へ空気を送る。このときバックアップ弁バイパス弁 1 3 5 は全開とする。このような空気供給設備 1 0 0 は、制御用空気系統 1 1 1 と所内用空気系統 1 0 1 とが連通するので、所内用空気系統 1 0 1 の

10

20

30

40

50

圧力が制御用空気系統 1 1 1 の圧力に比較して低いときは、制御用空気系統 1 1 1 の空気が、所内用空気系統 1 0 1 に流れ込む。逆に所内用空気系統 1 0 1 の圧力が制御用空気系統 1 1 1 の圧力に比較して高いときは、所内用空気系統 1 0 1 の空気が、制御用空気系統 1 1 1 に流れ込む。

【 0 0 5 2 】

所内用空気系統 1 0 1 と制御用空気系統 1 1 1 とを、バイパス管 1 3 4 を介して連通した状態で、所内用空気圧縮機 2 台、及び制御用空気圧縮機 2 台を運転し、ユニット起動工程を実行させると、ガスタービン起動工程時、所内用空気系統の空気が逆流防止用空気として圧力容器 1 2、2 2 に供給される。逆流防止用空気は、大流量の空気であるため 2 台の所内用空気圧縮機は、連続負荷運転となる。

10

【 0 0 5 3 】

逆流防止用空気供給管 6 1 と接続する所内用空気系統 1 0 1 からは、大量の空気が逆流防止用空気として供給されるため、所内用空気系統 1 0 1 の圧力は制御用空気系統 1 1 1 の圧力に比較して低くなる。このためバイパス管 1 3 4 を通じて制御用空気系統 1 1 1 の空気が、所内用空気系統 1 0 1 に自然に流れ込む。

【 0 0 5 4 】

制御用空気系統 1 1 1 の 2 台の空気圧縮機は、制御用空気系統 1 1 1 が所定の圧力となるように負荷・無負荷自動運転を行う。ガスタービン 4 1 が並列し、ガスタービン 4 1 のシステム弁 5 6 の切替えが完了すれば、ガスタービン 4 1 に連結する空気圧縮機 5 1 から本来のルートで空気が供給されるため、空気供給設備 1 0 0 の負荷は大きく低下する。システム弁 5 6 の切替えは、高温ガス止め弁 4 4、高温ガス制御弁 4 5 及び圧縮機出口弁 5 3 を開け、圧縮空気バイパス弁 5 5 を閉じる操作をいう。システム弁 5 6 の切替えと併せて、ガスタービン第 1 バイパス弁 4 7、ガスタービン第 2 バイパス弁 4 8 を閉じる。逆流防止運転終了後は、バックアップ弁バイパス弁 1 3 5 を閉じ、制御用空気系統 1 1 1 の予備空気圧縮機 1 0 3 を停止させ、本来の形態にする。

20

【 0 0 5 5 】

上記のように本発明の加圧流動床複合発電プラントの起動方法は、ガスタービンの起動時の逆流防止運転において、所内用空気の供給量が低下したときは所内用空気系統 1 0 1 に制御用空気系統 1 1 1 の空気を送り込み、これを逆流防止用空気とするので一部の所内用空気圧縮機が故障しても加圧流動床複合発電プラントを起動することができる。また制御用空気系統 1 1 1 から所内用空気系統 1 0 1 への空気の補充に、バックアップ系統 1 3 0 のバイパス管 1 3 4 を用いるので、既設の加圧流動床複合発電プラントを改良することなく実施することができる。

30

【 0 0 5 6 】

本発明に係る加圧流動床複合発電プラントの起動方法は、上記実施形態に限定されるものではなく、要旨を変更しない範囲で変更して使用することができる。例えば、バックアップ弁バイパス弁 1 3 5 に弁を弁全開としたとき ON となるリミットスイッチを設け、リミットスイッチの ON 信号を所内用空気圧縮機の運転信号として計算機に送信するように構成する。これにより所内用空気圧縮機のうち 1 台が故障してもバックアップ弁バイパス弁 1 3 5 を開くことで、計算機側の条件が自動的に成立し、所内用空気系統 1 0 1 の空気量も確保され、加圧流動床複合発電プラントを起動させることができる。

40

【 符号の説明 】

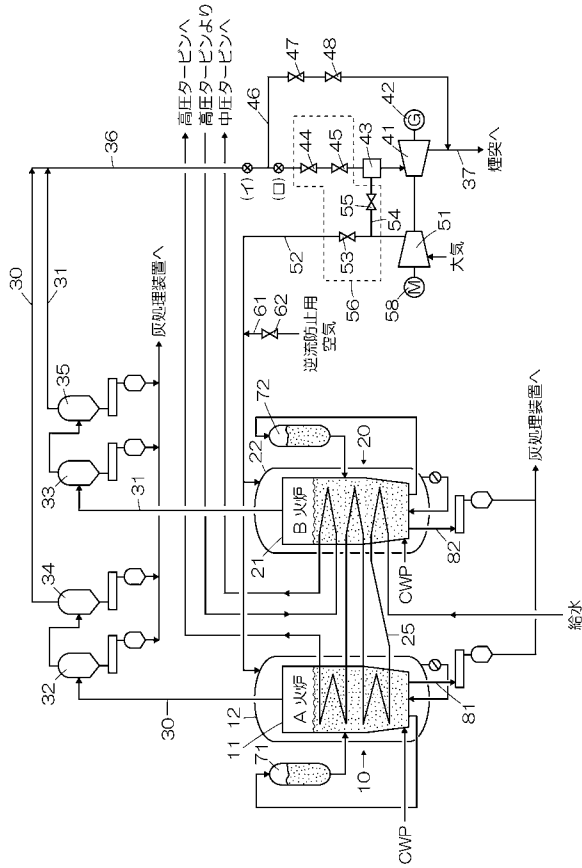
【 0 0 5 7 】

- 1 0、2 0 加圧流動床ボイラ
- 1 1、2 1 火炉
- 1 2、2 2 圧力容器
- 4 1 ガスタービン
- 4 2 発電機
- 4 3 ガスタービン起動用燃焼器
- 4 4 高温ガス止め弁

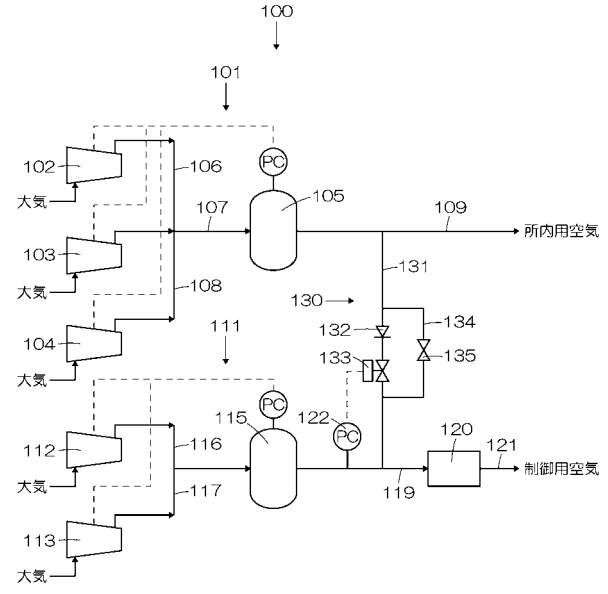
50

4 5	高温ガス制御弁	
4 6	ガスタービンバイパス管	
4 7	ガスタービン第1バイパス弁	
4 8	ガスタービン第2バイパス弁	
5 1	空気圧縮機	
5 2	空気供給管	
5 3	圧縮機出口弁	
5 4	圧縮空気バイパス管	
5 5	圧縮空気バイパス弁	
5 8	起動用電動機	10
6 1	逆流防止用空気供給管	
6 2	所内用空気火炉供給流量調節弁	
1 0 0	空気供給設備	
1 0 1	所内用空気系統	
1 0 2、1 0 3、1 0 4	所内用空気圧縮機	
1 0 5	空気貯槽	
1 0 6、1 0 7、1 0 8、1 0 9	空気供給管	
1 1 1	制御用空気系統	
1 1 2、1 1 3	制御用空気圧縮機	
1 1 5	空気貯槽	20
1 1 6、1 1 7、1 1 9、1 2 1	空気供給管	
1 2 0	除湿器	
1 2 2	圧力調節計	
1 3 0	バックアップ系統	
1 3 1	バックアップ空気供給管	
1 3 2	逆止弁	
1 3 3	バックアップ弁	
1 3 4	バイパス管	
1 3 5	バックアップ弁バイパス弁	

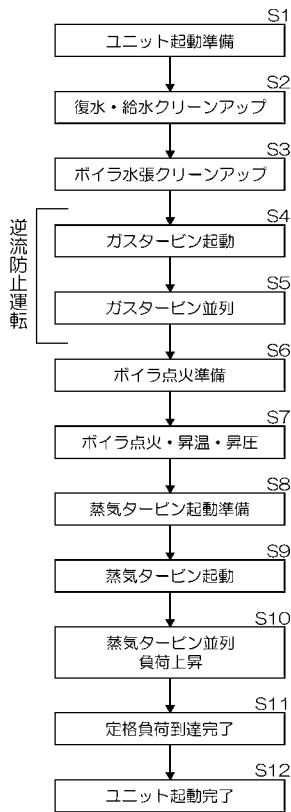
【図1】



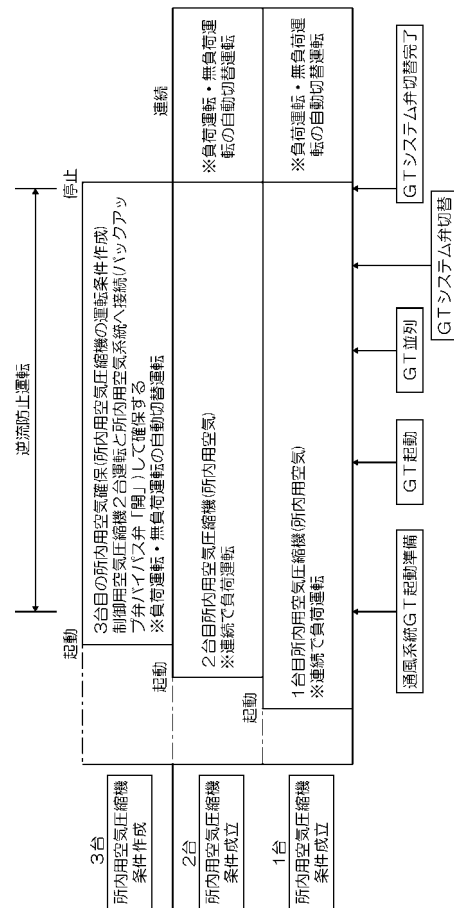
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-009512(JP,A)  
特開2010-242544(JP,A)  
特開2010-175215(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 1/00 - 9/58  
F23C10/00 - 10/32  
15/00  
F23G 5/30