

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5147763号
(P5147763)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 3 C 1/12 (2006. 01)	F 2 3 C 1/12
F 2 3 D 17/00 (2006. 01)	F 2 3 D 17/00 A
F 2 3 C 1/08 (2006. 01)	F 2 3 C 1/08
F 2 2 B 35/00 (2006. 01)	F 2 2 B 35/00 H

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-64732 (P2009-64732)	(73) 特許権者	000211307
(22) 出願日	平成21年3月17日 (2009. 3. 17)		中国電力株式会社
(65) 公開番号	特開2010-216728 (P2010-216728A)		広島県広島市中区小町4番33号
(43) 公開日	平成22年9月30日 (2010. 9. 30)	(74) 代理人	100106002
審査請求日	平成22年12月15日 (2010. 12. 15)		弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
		(72) 発明者	岩本 康治
			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	中村 則夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラ燃料切替え制御方法及びボイラ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1燃料を主燃料とするボイラユニットに対し、前記第1燃料を供給可能とする複数のバーナそれぞれが所定数段に構成されたn段のバーナ部を備え、前記バーナ部のうちm (< n) 段目バーナ部では前記第1燃料以外の気体燃料である第2燃料が供給可能であって、

前記ボイラユニットの稼働中の前記m段目バーナ部において、

前記第1燃料の供給を減少させることに応じて、前記ボイラユニットへの前記第2燃料の供給の影響を増大させる工程と、

前記第1燃料の供給がなくなる第1燃料停止時点付近に照準を合わせた切替えポイントで前記第2燃料の供給量が所定量に達するようにする工程と、を有し、

前記ボイラユニットの稼働中の主蒸気温度をモニタする工程と、

モニタされた主蒸気の温度に応じて、該主蒸気温度が所定の範囲を外れないように、前記m段目バーナ部における所定のバーナの点火タイミングをずらして前記切替えポイントを前記供給停止時点付近で移動させる工程と、
を備えたボイラ燃料切替え制御方法。

【請求項 2】

前記第1燃料の供給を減少させることに応じて、前記ボイラユニットへの前記第2燃料の供給の影響を増大させる工程において、

前記第1燃料の供給を減少させる制御に関し、

10

20

前記第 1 燃料を第 1 流量値になるまで一定の変化率で減少させる第 1 段階と、
前記第 1 流量値を略一定に維持する第 2 段階と、
前記 m 段目バーナ部のすべてのバーナに対する前記第 1 燃料の供給がなくなるまでの第 3 段階と、
を備える請求項 1 に記載のボイラ燃料切替え制御方法。

【請求項 3】

前記第 1 燃料の供給を減少させることに応じて、前記ボイラユニットへの前記第 2 燃料の供給の影響を増大させる工程において、

前記 m 段目バーナ部に関する前記第 2 燃料の供給の制御として、
前記第 1 燃料の供給を減じ始めた時点で前記第 2 燃料を開通する第 1 段階と、
流量調節に応じて前記第 2 燃料の流量を一定に増加させる期間を含み前記第 1 流量値より大きい第 2 流量値まで変化させる第 2 段階と、
前記第 2 流量値を前記切替えポイントとして略一定に維持する第 3 段階と、
を備え、

前記第 1 段階では第 1 圧力に達した最初のバーナが点火され、前記第 2 段階においては、第 2 圧力に達した前記所定のバーナが点火された後に、前記第 2 燃料の流量を一定に増加させる期間にて所定の圧力に達したことを条件にかつ所定の順番にて、残りのバーナが順次点火され、

前記所定のバーナの点火タイミングは、前記最初のバーナの点火後、所定範囲時間から選択される請求項 2 に記載のボイラ燃料切替え制御方法。

【請求項 4】

主燃料とする第 1 燃料を供給可能とする複数のバーナそれぞれが所定数段に構成された n 段のバーナ部を備えるボイラユニットと、

前記バーナ部のうち前記第 1 燃料以外の気体燃料である第 2 燃料を供給可能とする m (< n) 段目バーナ部と、

前記ボイラユニット稼働中に前記 m 段目バーナ部において、前記第 1 燃料の供給を段階的に減少させてなくする第 1 制御機構と、

前記ボイラユニット稼働中に前記 m 段目バーナ部において、前記第 1 燃料を減じる制御を始めた時点で前記第 2 燃料を開通し、前記第 2 燃料を流量調節し、流量を一定に増加させる期間を含めつつ前記第 1 燃料の供給がなくなる第 1 燃料停止時点付近に照準を合わせた切替えポイントで前記第 2 燃料の供給量が所定量に達するようにする第 2 の制御機構と、
を有し、

前記ボイラユニットの稼働中の主蒸気温度をモニタする温度検出機構と、

モニタされた主蒸気の温度に応じて、該主蒸気温度が所定の範囲を外れないように、前記 m 段目バーナ部における所定のバーナの点火タイミングをずらして前記切替えポイント
を前記供給停止時点付近で移動させる第 3 の制御機構と、
を備えたボイラ装置。

【請求項 5】

前記 m 段目バーナ部は、前記第 2 燃料が開通された時点から所定の順番で点火される所定数のバーナを含み、前記所定数のバーナは、

前記第 2 燃料が開通され第 1 圧力に達した時点で点火される初期点火バーナと、

前記第 2 燃料の流量調節により第 2 圧力に達し、かつ予め設定された前記初期点火バーナ点火後の任意の時間経過後に点火可能な前記所定のバーナとしての点火タイミング制御バーナと、

前記点火タイミング制御バーナ点火後、前記第 2 燃料の流量を一定に増加させる期間にて所定の圧力に達したことを条件に、それぞれ所定の時間経過後に順次点火される点火追従バーナ群と、

を備えた請求項 4 に記載のボイラ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、LNG貯蔵時に発生するBOGをボイラ燃料の一部に利用する発電プラントに係り、特に、ボイラ燃料切替え制御方法及びボイラ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

LNG (liquefied natural gas : 液化天然ガス) を燃料として、ガスタービンを駆動、またはボイラで燃焼させることによって蒸気タービンを駆動する発電プラントが知られている。LNG発電プラントでは、LNGを貯蔵、保護するLNG基地の設備としてLNGタンクを有する。

【0003】

LNGは、天然ガスを液化可能な温度（およそ -162°C ～ -160°C ）に冷却したものである。したがって、LNG基地では、自然入熱等でLNGタンク内に多量に発生するBOG (boil off gas : ボイル・オフ・ガス) の対策が不可欠である。例えば、過度に充満したBOGをLNGタンク外に導き、燃やして大気に放出する他、発電のエネルギーとして使用するため、BOG圧縮機によって昇圧し、ガス燃料（天然ガス）として発電プラントに供給するなどの対策がとられている。

【0004】

BOGをより有効利用可能な発電プラントは、ガス専焼ボイラユニットの他、例えば石炭ガス混焼ボイラユニット等を備える（多重燃料焚きボイラシステム）。これにより、ガス専焼ボイラユニットの稼動が停止しても、石炭ガス混焼ボイラユニットへのガス燃料の供給を可能とする。よって、LNGタンクから発生するBOGは発電のエネルギーとして効率良く消費される（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

このような多重燃料焚きボイラシステムにおいて、石炭ガス混焼ボイラユニットは、燃料供給口として、微粉炭燃料の供給口とガス燃料の供給口とを配している。LNGのBOG発生に伴うガス燃料は、ガス専焼ボイラユニットへの供給量に応じて、石炭ガス混焼ボイラユニットのガス燃料の供給口へ供給されるようになっている。つまり、ガス専焼ボイラユニットにおけるガス燃料の消費量がBOG発生に伴うガス燃料量以下になったときに、石炭ガス混焼ボイラユニットのガス燃料の供給口に、LNGのBOG発生に伴うガス燃料が供給されるように制御される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-17030号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のような多重燃料焚きボイラシステムにおいて、例えば微粉炭燃料を主燃料とする石炭ガス混焼ボイラユニットは、炉内への一部の燃料供給を任意の期間だけ、通常の微粉炭燃料の供給からガス燃料の供給に切替えて運転するように制御される。

【0008】

このような炉内への一部の燃料供給を切替えるボイラ燃料切替え制御において、上記2種類の燃料が交錯して炉内に供給される期間中に、燃料過多状態に陥り、主蒸気温度が規定値を超過してしまう問題がある。主蒸気温度上昇を抑える一般的な対処法として、火炉出口温度の上昇を抑える冷却水のスプレー制御があるが、結局、燃料を浪費していることに他ならない。

【0009】

上記事情を鑑み、本発明の目的は、主燃料で稼働中のボイラの炉内への一部の燃料供給を主燃料からガス燃料に切替える際、燃料過多状態にならない安定したボイラ燃料切替え制御方法及びボイラ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明では、例えば微粉炭燃料等の固体燃料や重油等の液体燃料があげられる第1燃料を主燃料とするボイラユニットに対し、必要に応じて一部の燃料供給について主燃料からガス燃料（LNGのBOG発生に伴う天然ガス）等の気体燃料（第2の燃料）に切替えられる制御について、既存の機構を活かしつつ効率化を図る。この場合、ボイラの火炉壁への煤やクリンカの付着等、炉内環境の変化から燃え方が変わって主蒸気の温度上昇を招く傾向があることを考慮し、以下のような解決手段を提供する。

【0011】

(1) 第1燃料を主燃料とするボイラユニットに対し、前記第1燃料を供給可能とする複数のバーナそれぞれが所定数段に構成された n 段のバーナ部を備え、前記バーナ部のうち m ($< n$) 段目バーナ部では前記第1燃料以外の気体燃料である第2燃料が供給可能であって、

10

前記ボイラユニットの稼働中の前記 m 段目バーナ部において、

前記第1燃料の供給を減少させることに応じて、前記ボイラユニットへの前記第2燃料の供給の影響を増大させる工程と、

前記第1燃料の供給がなくなる第1燃料停止時点付近に照準を合わせた切替えポイントで前記第2燃料の供給量が所定量に達するようにする工程と、
を備え、

前記 m 段目バーナ部における所定のバーナの点火タイミングをずらして前記切替えポイントを前記供給停止時点付近で移動させる工程と、
を備えたボイラ燃料切替え制御方法。

20

【0012】

上記ボイラ燃料切替え制御方法によれば、ボイラユニットにおける主蒸気温度が、設定した範囲外に変化するような場合、例えば、燃料切替え可能な m 段目バーナ部における所定のバーナの点火タイミングを遅らせるよう制御する。所定のバーナは、 m 段目バーナ部のうち点火タイミングを比較的自由に動かせるものを選べばよい。

【0013】

上記ボイラ燃料切替え制御方法において、燃料供給のための各機構の制御のし易さに配慮しつつ、第1燃料より第2燃料の供給量を次第に多くすることによりスムーズな切替えが実現されるように、次の(2)、(3)のような特徴を有してもよい。

30

【0014】

(2) 前記第1燃料の供給を減少させる制御に関し、前記第1燃料を第1流量値になるまで一定の変化率で減少させる第1段階と、前記第1流量値を略一定に維持する第2段階と、前記 m 段目バーナ部のすべてのバーナに対する前記第1燃料の供給がなくなるまでの第3段階と、を備えるボイラ燃料切替え制御方法。

【0015】

(3) 前記 m 段目バーナ部に関し、前記第2燃料の制御は、前記第1燃料の供給を減じ始めた時点で前記第2燃料を開通する第1段階と、流量調節に応じて前記第2燃料の流量を一定に増加させる期間を含み前記第1流量値より大きい前記第2流量値まで変化させる第2段階と、前記第2流量値を前記切替えポイントとして略一定に維持する第3段階と、を備え、

40

前記第1段階では第1圧力に達した最初のバーナが点火され、前記第2段階においては、第2圧力に達した前記所定のバーナが点火された後に、前記第2燃料の流量を一定に増加させる期間にて所定の圧力に達したことを条件にかつ所定の順番にて、残りのバーナが順次点火され、

前記所定のバーナの点火タイミングは、前記最初のバーナの点火後、所定範囲時間から選択されるボイラ燃料切替え制御方法。

【0016】

また、ボイラ装置として、次のような各構成を設けることにより、稼働中のボイラの燃

50

料の切替えに際し、燃料過多状態にならない安定したボイラ燃料切替えを実現するという目的を達成する。

【0017】

(4) 主燃料とする第1燃料を供給可能とする複数のバーナそれぞれが所定数段に構成されたn段のバーナ部を備えるボイラユニットと、

前記バーナ部のうち前記第1燃料以外の気体燃料である第2燃料を供給可能とするm(<n)段目バーナ部と、

前記ボイラユニット稼働中に前記m段目バーナ部において、前記第1燃料の供給を段階的に減少させてなくする第1制御機構と、

前記ボイラユニット稼働中に前記m段目バーナ部において、前記第1燃料を減じる制御を始めた時点で前記第2燃料を開通し、前記第2燃料を流量調節し、流量を一定に増加させる期間を含めつつ前記第1燃料の供給がなくなる第1燃料停止時点付近に照準を合わせた切替えポイントで前記第2燃料の供給量が所定量に達するようにする第2の制御機構と、

前記m段目バーナ部における所定のバーナの点火タイミングをずらして前記切替えポイントを前記供給停止時点付近で移動させる第3の制御機構と、
を備えたボイラ装置。

【0018】

上記ボイラ装置によれば、ボイラユニットの炉内環境が変わるなどして、主蒸気温度が、設定した範囲外に変化した場合など、第3の制御機構を利用して対処可能である。例えば、燃料切替えの対象となるm段目バーナ部における所定のバーナの点火タイミングを遅らせることができる。所定のバーナは制御機構上、点火タイミングを比較的自由に動かせるものを選べばよい。また、所定のバーナを含むm段目バーナ部は、次のように構成されてよい。

【0019】

(5) 前記m段目バーナ部は、前記第2燃料が開通された時点から所定の順番で点火される所定数のバーナを含み、前記第2燃料が開通され第1圧力に達した時点で点火される初期点火バーナと、前記第2燃料の流量調節により第2圧力に達し、かつ予め設定された前記初期点火バーナ点火後の任意の時間経過後に点火可能な前記所定のバーナとしての点火タイミング制御バーナと、前記第2燃料の流量を一定に増加させる期間にて所定の圧力に達したことを条件に順次点火される点火追従バーナ群と、を備えたボイラ装置。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、主燃料で稼働中のボイラの炉内への一部の燃料供給を、主燃料から第2燃料、例えばLNGのBOG発生に伴うガス燃料に切替える際、燃料過多状態にならない安定したボイラ燃料切替え制御方法及びボイラ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明のボイラ燃料切替え制御方法に係るボイラ装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明のボイラ燃料切替え制御方法の一例を示す時間－燃料供給量を示す図である。

【図3】図2中のガスバーナの点火条件の詳細を表す図である。

【図4】本発明のボイラ燃料切替え制御方法の一例を示す処理の流れ図である。

【図5】図1の変形例に係るボイラ装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1は、本発明のボイラ燃料切替え制御方法に係るボイラ装置の構成の一例を示すブロック図である。ボイラ装置は主に、ボイラユニット10、石炭供給系15、LNG供給設備20、バルブ制御系14、及び制御装置13が関係する。

【0023】

主燃料が石炭（微粉炭）であるボイラユニット10は、火炉11に微粉炭燃料を供給可能とするバーナ部12を備える。バーナ部12は、複数のバーナそれぞれが火炉長方向に4段（ $n=4$ ）に構成されている。格段の複数のバーナは図示しないが、火炉横方向に4列配列されている。バーナの本数及び配列はバーナ単体の容量（最大微粉炭燃焼量、ボイラの容量等）及びボイラの構造に依って決定され、様々である。

【0024】

石炭供給系15は、例えば、図示しない貯炭場に貯留した石炭をコンベヤで石炭バンカに運ぶ機構を有する。さらに、石炭供給系15は、石炭バンカ下部に設けた給炭機を介して石炭を微粉炭機（ミル）16（16-1～16-4）に送る。石炭はミル16で微粉炭にされ、微粉炭は燃料送風機（PAF）17（17-1～17-4）によってバーナ部12の格段に供給される。

10

【0025】

バーナ部12のうち、1段目バーナ部121は、主燃料の微粉炭以外の、気体燃料であるLNG（液化天然ガス）をも供給可能とするバーナ部である（ m 段目バーナ部（ $m=1$ ））。より具体的には、1段目バーナ部121の各バーナは、微粉炭バーナとガスバーナが同軸で配備された、石炭・ガス同軸バーナの構造となっている。2段目バーナ部122、3段目バーナ部123及び4段目バーナ部124は、微粉炭バーナとなっている。1段目バーナ部121により、ボイラユニット10は、燃料供給の一部をガス燃料の供給に切替えることができ、例えばLNGタンクで発生するBOG（ボイル・オフ・ガス）は発電のエネルギーとして消費可能である。

20

【0026】

LNG供給設備20は、LNGタンク21、ブーストポンプ22、気化器23、BOG圧縮機24を有して構成される。また、フレア・スタック25は、BOGを燃やして大気に放出する設備として表している。本発明はBOGを有効利用する構成であるため、フレア・スタック25は緊急時に利用され、通常の利用は廃止される。

【0027】

LNGタンク21は、タンカーから陸揚げされた液化天然ガス（LNG）を貯蔵する設備である。ブーストポンプ22は、LNGタンク内の底部の図示しない取出管と接続され、その下流側では気化器23と接続されている。気化器23では、ブーストポンプ22によりポンプアップされてくる液体状のLNGを気化して天然ガス（NG）を生成する。

30

【0028】

また、LNGタンク21内上部空間には、自然入熱等でLNGが気化したBOGが充満する。BOGは、タンク内上部のBOG採取管を介してBOG圧縮機24に導入され、圧縮昇圧して天然ガス（NG）にされる。

【0029】

LNG供給設備20からの天然ガス（NG）は、通常はガス専焼ボイラユニット（または低圧系需要家）に供給される。しかし、ガス専焼ボイラの停止時や、ガス専焼ボイラユニットや低圧需要家におけるガス燃料の消費量が、BOG発生に伴う天然ガス燃料量以下になったときに、ボイラユニット10の1段目バーナ部121にBOG発生に伴う余剰ガス燃料（天然ガスNG）が供給されるように制御される。

40

【0030】

制御装置13は、LNG供給設備20の情報の受け渡しや、石炭供給系15の情報の受け渡しを行い、これらの情報に応じてミル16やPAF17、バーナ部12の制御がなされる。また、制御装置13は、LNG供給設備20の天然ガス（NG）の流路遮断及び流量調節を担うバルブ制御系14の制御を行う。

【0031】

ボイラユニット10の稼働中において、制御装置13は、LNG供給設備20からの余剰ガス燃料発生の情報を受けると、石炭供給系15の図示しない所定の給炭機、及びミル16-1及びPAF17-1を制御する。これにより、1段目バーナ部121への微粉炭

50

の供給を減らし、最終的には停止するよう導く。また、１段目バーナ部１２１への微粉炭の供給を減少させることに応じてバルブ制御系１４を介して天然ガスNGを１段目バーナ部１２１に導く。このとき、１段目バーナ部１２１では微粉炭燃料から天然ガスのガス燃料にボイラ燃料切替え制御が行われる。

【００３２】

上記のように、ボイラユニット１０の稼働中にボイラ燃料切替え制御が行われる場合、熱交換器１８を通して発生する主蒸気の温度が大きく変動することがある。特に、経年による炉内環境の変化から、燃え方が変わって主蒸気の温度上昇を招く傾向があり、ボイラ燃料切替え時に燃料過多状態に陥って、主蒸気の温度が定格の範囲外になる危険性がある。温度検出器１９は、主蒸気の温度を検出し、制御装置１３は温度検出器１９の温度情報を取得する。制御装置１３は、温度検出器１９の温度情報に応じて、１段目バーナ部１２１におけるボイラ燃料切替え制御に関する調整が可能である。

10

【００３３】

図２は、本発明のボイラ燃料切替え制御方法の一例を示す時間－燃料供給量を示す図であり、図１のボイラユニット１０の１段目バーナ部１２１におけるボイラ燃料切替え制御に関する。また、図３は、図２中のガスバーナの点火条件の詳細を表す図である。図１を参照しながら説明する。

【００３４】

１段目バーナ部１２１は、他の段のバーナ部に比べて上記したように各バーナが微粉炭バーナとガスバーナが同軸で配備されている構造である。１段目バーナ部１２１は、他の段のバーナ部と同様に、図示しない火炉横方向に４列配列されており、これを配列順に１－Ａ、１－Ｂ、１－Ｃ、１－Ｄとする。図２におけるガスバーナの点火順序は、１－Ｂガスバーナ、１－Ｃガスバーナ、１－Ａガスバーナ、１－Ｄガスバーナの順となっている。これらガスバーナそれぞれは、ガス燃料が供給され各規定した圧力（ガスバーナ圧力）に達すると５秒後に点火可能な仕様であるが、さらに点火条件が付加される（図３参照）。

20

【００３５】

図２において、制御開始時刻を０分とする。すなわち、制御装置１３により、１段目バーナ部１２１におけるボイラ燃料切替え制御に関する制御が開始される。ガスマスタが起動され、ガス流量調節弁がリークチェック開度の１０％、４分後に１本目のガスバーナの点火開度の３８％に上昇し、その後、４分３０秒以上経ってから２本目のガスバーナの点火開度の４６％に上昇させる。その後、ガス流量調節弁は規定流量の設定に伴い自動調節になる。このようなガス流量調節弁の制御は、少なくとも制御装置１３によるバルブ制御系１４の制御が関与する。

30

【００３６】

１段目バーナ部１２１における微粉炭燃料の供給制御は次のようである。制御開始時刻（０分）から５分経過したＰ１時点で、１段目バーナ部１２１への微粉炭供給に関わる石炭供給系１５における所定の給炭機についてミニマム流量を設定する。これに伴い、１段目バーナ部１２１への微粉炭燃料供給量を、通常の１５ｔ／ｈから５ｔ／ｈに制御するＰ６時点まで略一定に減少させる。Ｐ１時点からＰ６時点までは９分３０秒前後である。その際、途中、微粉炭燃料供給量を７ｔ／ｈに制御するＰ４時点で、所定の給炭機への石炭供給を遮断する。また、Ｐ６時点では所定ミル１６－１の制御に関わる所定ミルマスタを停止させる。Ｐ６時点からＰ７時点までの５分３０秒前後、１段目バーナ部１２１への微粉炭燃料供給量は５ｔ／ｈを保持し、所定の給炭機内を空にする。Ｐ７時点で所定の給炭機を停止し、５分後のＰ８時点では所定ミルを停止する。

40

【００３７】

一方、前記ガス流量調節弁の制御に伴い、１段目バーナ部１２１への天然ガスNGの供給量は次のように制御される。Ｐ１時点から微粉炭燃料供給量の減少をし始めることに応じて、ボイラユニット１０へのガス燃料の供給の影響を増大させていく。ここではＰ１時点にてガス遮断弁を開く。このガス遮断弁の制御に関しても、少なくとも制御装置１３によるバルブ制御系１４の制御が関与する。

50

【0038】

P1時点においてはガス流量調節弁開度が38%となっており、ガス遮断弁を開くと1本目の1-Bガスバーナが規定の圧力に達し、点火される(図3参照)。1-Bガスバーナ点火後、続いて1-Cガスバーナを点火する。この1-Cガスバーナの点火タイミングは、2本目のガスバーナ点火指令にてガス流量調節弁開度が46%となることで設定される。

【0039】

1-Cガスバーナは、規定のガスバーナ圧力に達すると点火し得ることに加え、点火タイミングを他のガスバーナより長時間の範囲で制御するようにする。これにより、微粉炭燃料の供給がなくなるP7時点付近に照準を合わせた切替えポイントαでガス燃料供給量が所定量(ここでは6.5t/h)に達するように調整する。1-Cガスバーナ点火後、ガス流量調節弁開度は、一定の割合で上昇させる。これにより、1-A、1-Dガスバーナに関しては、規定のガスバーナ圧力が得られる相応の時点で順番に点火される。

10

【0040】

1-Cガスバーナは、より具体的には、1-Bガスバーナ点火後、150秒から450秒の間、より好ましくは200秒から400秒の間、の所定時間経過後に点火するよう、2本目(1-Cガスバーナ)のガスバーナ点火指令のタイミングにより調整される。1-Cガスバーナ点火後、ガス流量調節弁開度は、一定の割合で増大されるので、1-Cガスバーナの点火タイミングをずらすことで、切替えポイントαをP7時点付近で移動させることができる。ここでは、1-Bガスバーナ点火後、300秒のP3時点で1-Cガスバーナが点火され、切替えポイントαの到達時刻がP7時点より数十秒後になるように調整される。

20

【0041】

例えば、ボイラユニット10において、火炉壁への煤やクリンカの付着等があまりない比較的クリーンな炉内環境にあっては、1-Cガスバーナは、1-Bガスバーナの点火後210秒後のP2時点で点火制御される。これにより、ガス燃料供給量は、破線NG1に示すような上昇の軌跡をとり、微粉炭燃料の供給がなくなるP7時点より前に、ガス燃料供給量が所定量(6.5t/h)に達する切り替えポイントに至る。

【0042】

上記比較的クリーンな炉内環境にあっては、このような燃料切替え制御であっても燃料過多状態の影響がない。例えば、主蒸気温度は、定格主蒸気温度+8℃以下に保たれる。しかし、経年変化で火炉壁への煤やクリンカの付着等が増大し、炉内環境の変化で燃え方が変わると、燃料過多状態が影響する可能性が高くなる。例えば、主蒸気温度は、図2の燃料過多状態を示す破線楕円領域OVRにおいて、定格主蒸気温度+8℃を超える時間が発生する。つまり、上記P7時点より前に、ガス燃料供給量が所定量(6.5t/h)に達する切り替えポイントの制御では、安全運転とはいえない状況になる。

30

【0043】

そこで、1-Cガスバーナの点火タイミングをずらし、切替えポイントαの到達時刻が、微粉炭燃料の供給がなくなるP7時点になるように、またはP7時点より数十秒後になるように制御する。これにより、ボイラユニット10において、例えば、上昇気味になっていた主蒸気温度は、定格主蒸気温度+8℃以下を安定して維持するようになる。

40

【0044】

このような1-Cガスバーナの点火タイミングをずらす制御自体は、ボイラユニット10の稼働中に行ってもよい。また、ボイラユニット10の停止している間に行うことも考えられる。

【0045】

図4は、本発明のボイラ燃料切替え制御方法の一例を示す処理の流れ図である。図1及び図2を参照しながら説明する。例えば、この制御処理はボイラユニット10の運転中、制御装置にて一定期間ごとに以下のステップの制御が行われるものとする。

【0046】

50

ボイラユニット10において、温度検出器19を利用して主蒸気の温度をモニタする（S301）。主蒸気温度が上昇したときの上限値と、主蒸気温度が下降したときの下限値を予め設定しておく。

【0047】

処理ステップS302では、温度検出器19で検出された主蒸気温度が、設定した上限値より高いか否か判定される。主蒸気温度が、設定した上限値より高いと判定されると、処理ステップS303で所定のバーナ点火タイミング（図2の1-Cガスバーナの点火タイミング）をP秒遅くする制御を行う。P秒の値は、主蒸気温度が上昇したときの上限値の設定に応じて決定すればよい。

【0048】

処理ステップS302において、温度検出器19で検出された主蒸気温度が、設定した上限値より高いと判断されなかった場合、処理ステップS304に移行する。処理ステップS304では、温度検出器19で検出された主蒸気温度が、設定した下限値より低いかなど判定される。主蒸気温度が、設定した下限値より低いと判定されると、処理ステップS305で所定のバーナ点火タイミング（図2の1-Cガスバーナの点火タイミング）をQ秒早める制御を行う。Q秒の値は、主蒸気温度が下降したときの下限値の設定に応じて決定すればよい。

【0049】

処理ステップS304において、温度検出器19で検出された主蒸気温度が、設定した下限値より低いと判断されなかった場合、今回の制御処理を終了する。これにより、例えば、今回の制御処理を通じて、次の制御処理まで、主蒸気温度は定格主蒸気温度+8℃以下を維持し続けると判断する。

【0050】

上記ボイラ燃料切替え制御方法及びその制御が行われるボイラ装置によれば、主蒸気温度の上昇を抑制できるため、熱応力を低減できるという効果が得られる。また、燃料の浪費（1段目バーナでの燃料（石炭+ガス））が抑えられ、これに関しての火炉出口温度の上昇を抑える冷却水のスプレー制御も不要になる。さらには、安全運転管理上、オペレータの不安・負担を低減するという効果も得られる。

【0051】

図5は、図1の変形例に係るボイラ装置の構成例を示すブロック図である。ボイラユニット50は、図1のボイラユニット10に比べて、液体燃料供給系55及び供給ポンプ56が付加された構成となっており、バーナ部52も、液体燃料系のバーナが付加されている。液体燃料は例えば、軽油または重油である。

【0052】

1段目バーナ部521は、他の段のバーナ部522、523、524に比べて、主燃料の微粉炭または軽油以外の、気体燃料であるLNG（液化天然ガス）をも供給可能とするバーナ部である。すなわち、LNGタンクで発生するBOG（ボイル・オフ・ガス）を発電のエネルギーとして消費可能とする。その他の構成は図1と同様の機能を有する構成であるため説明を省略する。

【0053】

すなわち、ボイラユニット50の稼働中、主燃料（微粉炭または軽油）の一部において燃料切替え制御が行われる場合、制御装置13は、温度検出器19の温度情報に応じて、1段目バーナ部521におけるボイラ燃料切替え制御に関する調整が可能である。

【0054】

1段目バーナ部521において、主燃料（微粉炭または軽油）の供給を減少させることに伴って、ガス燃料（NG）供給の影響を増大させる。そして、主燃料（微粉炭または軽油）の供給がなくなる主燃料停止時点付近に照準を合わせた切替えポイントでガス燃料供給量が所定量に達するように制御する上で、1段目バーナ部521における所定のバーナの点火タイミングをずらして上記切替えポイントを主燃料停止時点付近で移動させる制御が行える。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

以上、本発明によれば、主燃料で稼働中のボイラの炉内への一部の燃料供給を、主燃料から第２燃料、例えばＬＮＧのＢＯＧ発生に伴うガス燃料に切替える際、燃料過多状態にならない安定したボイラ燃料切替え制御方法及びボイラ装置を提供することができる。

【符号の説明】

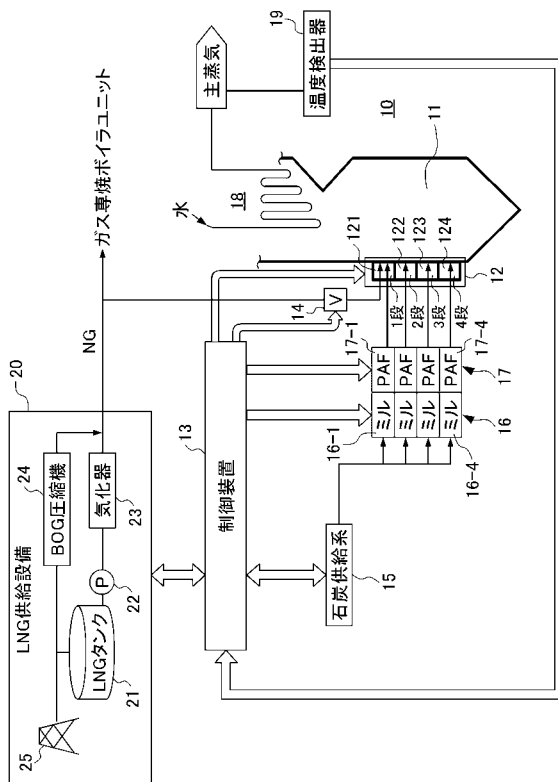
【 0 0 5 6 】

- 1 0、5 0 ボイラユニット
- 1 1 火 炉
- 1 2、5 2 バーナ部
- 1 3 制御装置
- 1 4 バルブ制御系
- 1 5 石炭供給系
- 1 6 微粉炭機（ミル）
- 1 7 燃料送風機（P A F）
- 1 8 熱交換器
- 1 9 温度検出器
- 2 0 L N G 供給設備
- 2 1 L N G タンク
- 2 2 ブーストポンプ
- 2 3 気化器
- 2 4 B O G 圧縮機
- 2 5 フレア・スタック
- 5 5 液体燃料供給系
- 5 6 ポンプ

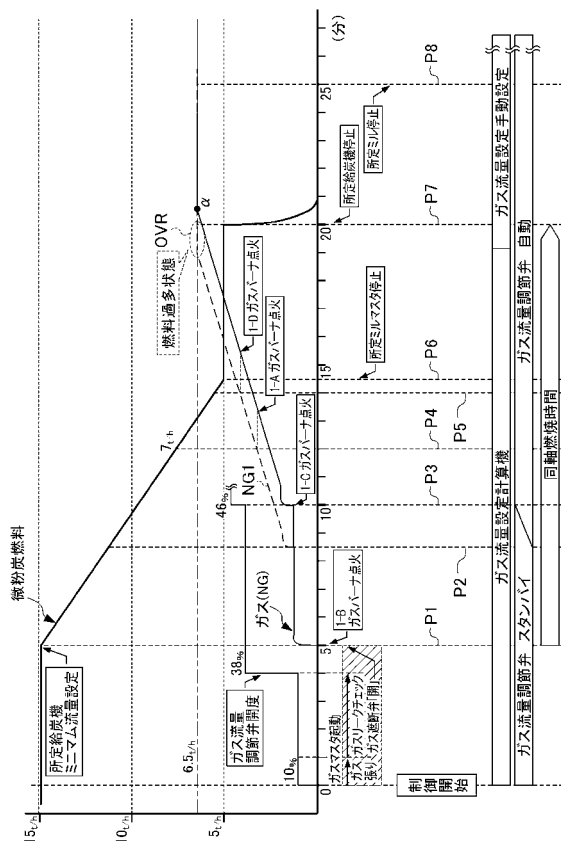
10

20

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭57-019756 (JP, U)
特開平10-232016 (JP, A)
特開2007-017030 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F23C 1/12
F22B 35/00
F23C 1/08
F23D 17/00