

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7123569号
(P7123569)

(45)発行日 令和4年8月23日(2022.8.23)

(24)登録日 令和4年8月15日(2022.8.15)

(51)国際特許分類		F I		
C 1 0 J	3/50 (2006.01)	C 1 0 J	3/50	
C 1 0 J	3/46 (2006.01)	C 1 0 J	3/46	F
C 1 0 J	3/48 (2006.01)	C 1 0 J	3/48	

請求項の数 8 (全20頁)

(21)出願番号	特願2018-27107(P2018-27107)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	平成30年2月19日(2018.2.19)		三菱重工業株式会社
(65)公開番号	特開2019-143011(P2019-143011 A)	(74)代理人	100112737
(43)公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)		弁理士 藤田 考晴
審査請求日	令和3年1月22日(2021.1.22)	(74)代理人	100140914
前置審査			弁理士 三苫 貴織
		(74)代理人	100136168
			弁理士 川上 美紀
		(74)代理人	100172524
			弁理士 長田 大輔
		(72)発明者	浦方 悠一郎
			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】 粉体燃料供給装置、ガス化炉設備およびガス化複合発電設備ならびに粉体燃料供給装置の制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、
 複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、
 複数の前記分岐管のそれぞれに設けられ、前記分岐管内の粉体燃料流れに圧力損失を与える抵抗体と、
 前記抵抗体により生じる差圧を計測する圧力損失計測手段と、
 前記差圧に基づいて前記粉体燃料の流速の低下を判断する制御部と、
 前記分配器に向けて微粉燃料が不活性ガスとともに流れる粉体燃料流れに対して不活性ガスを追加供給する不活性ガス追加供給手段と、
 を備え、

10

前記制御部は、前記差圧に基づいて、前記分岐管を流れる前記粉体燃料の流速の低下を判断した場合に、前記不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大させる粉体燃料供給装置。

【請求項2】

供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、
 複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、
 前記分岐管の前記下流端における下流端部温度を計測する温度計測手段と、

20

前記下流端部温度に基づいて前記粉体燃料の流速の低下を判断する制御部と、
前記分配器に向けて微粉燃料が不活性ガスとともに流れる粉体燃料流れに対して不活性ガスを追加供給する不活性ガス追加供給手段と、
前記下流端部温度に基づいて、前記分岐管を流れる前記粉体燃料の流速の低下を判断した場合に、前記不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大させる制御部と、
を備えている粉体燃料供給装置。

【請求項 3】

複数の前記分岐管のそれぞれの上流端及び下流端に、前記不活性ガス追加供給手段を挟むように前記制御部によって開閉動作が制御される遮断弁が設けられる請求項 1 又は 2 に記載の粉体燃料供給装置。

10

【請求項 4】

前記分岐管には、粉体燃料の密度を計測する粉体燃料密度計測手段を備えている請求項 1 から 3 のいずれかに記載の粉体燃料供給装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の粉体燃料供給装置と、
該粉体燃料供給装置から粉体燃料が供給される前記ガス化炉と、
を備えているガス化炉設備。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のガス化炉設備と、
前記ガス化炉設備で生成した生成ガスの少なくとも一部を燃焼させることで回転駆動するガスタービンと、
前記ガスタービンから排出されたタービン排ガスを導入する排熱回収ボイラで生成した蒸気により回転駆動する蒸気タービンと、
前記ガスタービンおよび / または前記蒸気タービンと回転連結された発電機と、
を備えているガス化複合発電設備。

20

【請求項 7】

供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、
複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、
複数の前記分岐管のそれぞれに設けられ、前記分岐管内の粉体燃料流れに圧力損失を与える抵抗体と、
前記抵抗体により生じる差圧を計測する圧力損失計測手段と、
前記分配器に向けて微粉燃料が不活性ガスとともに流れる粉体燃料流れに対して不活性ガスを追加供給する不活性ガス追加供給手段と、
を備えた粉体燃料供給装置の制御方法であって、
前記差圧に基づいて、前記分岐管を流れる前記粉体燃料の流速の低下を判断した場合に、前記不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大させる粉体燃料供給装置の制御方法。

30

【請求項 8】

供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、
複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、
前記分岐管の前記下流端における下流端部温度を計測する温度計測手段と、
前記分配器に向けて微粉燃料が不活性ガスとともに流れる粉体燃料流れに対して不活性ガスを追加供給する不活性ガス追加供給手段と、
を備えた粉体燃料供給装置の制御方法であって、
前記下流端部温度に基づいて、前記分岐管を流れる前記粉体燃料の流速の低下を判断した場合に、前記不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大させる粉体燃料供給装置の制御方法。

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する粉体燃料供給装置、ガス化炉設備およびガス化複合発電設備ならびに粉体燃料供給装置の制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ガス化炉設備として、石炭等の炭素含有固体燃料をガス化炉内に供給し、炭素含有固体燃料を部分燃焼させてガス化することで、可燃性ガスを生成する炭素含有燃料ガス化設備（石炭ガス化設備）が知られている。以下、炭素含有固体燃料の一例として石炭を用いる場合について説明する。

10

石炭ガス化炉設備において、ガス化炉内に微粉炭やチャー（石炭の未反応分と灰分による粉体）等の粉体燃料を窒素（不活性ガス）とともに供給する燃料供給装置が知られている（例えば特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2012-162660号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

ガス化の燃料として微粉炭を用いる場合、使用する石炭等（炭素含有固体燃料）の性状によって、発生するチャー量が変化する。チャーは窒素などの不活性ガスによりガス化炉へ搬送されるに際して、チャー量が変化すると、ガス化炉に供給するチャー流量が変化することがある。このため、チャー搬送管中の流速が変動しながら運転されることになる。

【0005】

チャーや微粉炭等の粉体燃料を搬送するには、搬送管内で粉体燃料が沈降して搬送が不安定にならないように、所定値以上の流速で搬送する必要がある。特に、ガス化炉に供給する石炭を多炭種として、炭種を切替えながら運転する場合には、炭種に対してチャー量の変化によりチャー流速が変化する場合がある。チャー搬送中の流速が遅い場合、搬送管内でチャーが重力で沈降して搬送不良が発生するおそれがある。したがって、チャーの搬送不良の要因となるチャー搬送中の流速の低下を確実に検出することが望まれる。

30

【0006】

さらに、チャー搬送中の流速が遅い場合の影響波及を考慮する必要がある。すなわち、チャー搬送管内のチャー沈降による搬送不良が発生すると、チャー搬送管内のパージが行われることがある。このパージはチャーの搬送を一旦停止して行うので、バーナ先端へのガス化炉内からの輻射の影響が大きくなる。これは、通常運転時はバーナ先端へのガス化炉へ向けて噴出されるチャーの粉体流れがカーテンのようになり、炉内からバーナ先端への輻射を遮っているからである。したがって、チャーの搬送が停止されると、バーナ先端は温度が上昇してバーナ先端の減耗が加速する。バーナ先端が減耗すると、バーナ先端から拡散するバーナ噴流の噴射角度が広がり、バーナ先端の外周に巻回されたバーナ冷却管にバーナから噴出した微粉燃料の噴流が接触し、通常運用の状況を上回る減耗が進むと、減耗漏洩に至るおそれがある。したがって、チャーの搬送不良が生じた場合には、バーナ先端の減耗を抑制することまでの影響波及を考慮しつつ、チャー搬送中の流速を回復させることが望まれる。

40

【0007】

また、上述したチャーの搬送不良についての課題は、微粉炭等の他の粉体燃料の搬送不良についても同様である。

【0008】

このような事情に鑑みてなされたものであって、本開示の粉体燃料供給装置、ガス化炉

50

設備およびガス化複合発電設備ならびに粉体燃料供給装置の制御方法は、搬送管内の粉体燃料の搬送不良の要因となる粉体燃料流速の低下を確実に検出することを目的とする。

また、本開示の粉体燃料供給装置、ガス化炉設備およびガス化複合発電設備ならびに粉体燃料供給装置の制御方法は、粉体燃料の搬送不良が生じる場合に、バーナの炉内側先端の減耗を抑制しつつ粉体燃料流速の低下を回復させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の一態様に係る粉体燃料供給装置は、供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、複数の前記分岐管のそれぞれに設けられ、前記分岐管内の粉体燃料流れに圧力損失を与える抵抗体と、前記抵抗体により生じる差圧を計測する圧力損失計測手段と、前記差圧に基づいて前記粉体燃料の流速の低下を判断する制御部と、を備えている。

10

【0010】

分配器に対して複数の分岐管が接続され、各分岐管の下流端に接続されたバーナから粉体燃料が粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて供給される。複数の分岐管のそれぞれには、各分岐管の流量を同等とするために粉体燃料流れに圧力損失を与える抵抗体が設けられている。抵抗体には、抵抗体によって生じる圧力損失を差圧として計測する圧力損失計測手段が設けられている。そして、制御部は、圧力損失計測手段によって得られた差圧に基づいて、粉体燃料流速の低下を判断する。これにより、粉体燃料流速の低下を確実に検知して、分岐管内で粉体が沈降することによって生じる搬送不良を事前に把握することができる。

20

圧力損失に基づいて判断することとしたので、少ない時間遅れで粉体燃料流速の低下を判断することができる。

圧力損失計測手段によって抵抗体の圧力損失である差圧を計測し、圧力を計測する位置を所定の範囲で限定することとしたので、圧力損失を計測する範囲内で抵抗体により粉体の沈降による流路面積の縮小が生じることを回避することができる。これにより、搬送不良を正確に判断することができる。

【0011】

さらに、本開示の一態様に係る粉体燃料供給装置は、前記分配器に向けて微粉燃料が不活性ガスとともに流れる粉体燃料流れに対して不活性ガスを追加供給する不活性ガス追加供給手段と、前記差圧に基づいて、前記分岐管を流れる前記粉体燃料の流速の低下を判断した場合に、前記不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大させる制御部と、を備えている。

30

【0012】

圧力損失計測手段を用いて行われる差圧に基づいて、粉体燃料流速の低下を判断した場合に、不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大することとした。これにより、バーナから粉体燃料を炉内に向けて継続して供給させながら粉体燃料流速の低下を回復させることができるとともに、粉体燃料の粉体流れによるカーテン効果も維持できるため、ガス化炉内からバーナ先端への輻射を遮ることで、バーナのガス化炉内側先端の減耗を抑制することができる。

40

【0013】

本開示の一態様に係る粉体燃料供給装置は、供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、前記分岐管の前記下流端における下流端部温度を計測する温度計測手段と、前記下流端部温度に基づいて前記粉体燃料の流速の低下を判断する制御部と、を備えている。

【0014】

分配器に対して複数の分岐管が接続され、各分岐管の下流端に接続されたバーナから粉体燃料が粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて供給される。分岐管の下流端における

50

温度下流端部温度として計測する温度計測手段が設けられ、温度計測手段によって得られた下流端部温度に基づいて粉体燃料流速の低下を判断する。例えば、粉体燃料流れ中の粉体燃料の割合が変化すると、分岐管との熱伝達が変化して分岐管の温度が変化することによって粉体燃料流速の低下を判断することができる。これにより、粉体燃料流速の低下を確実に検知して、分岐管内で粉体が沈降することによって生じる搬送不良を事前に把握することができる。下流端部温度の変化としては、温度の時間に対する変化量を用いても良いし、温度の時間に対する微分値を用いても良い。微分値を用いることとすれば、温度の変化量を用いる場合に比べて早く判断することができる。

温度計測手段を分岐管の下流端すなわちバーナの直近に設けることとしたので、温度計測手段の設置位置よりも上流側の分岐管の全領域にわたって粉体の沈降を判断することができる。これにより、正確に粉体燃料流速の低下を判断することができる。

10

温度計測手段は、分岐管の下流端の直近に設けることが好ましく、例えば、分岐管の口径をDとした場合、バーナとの接続位置から50D以内に設けることがより好ましい。さらに具体的には、バーナとの接続位置から5m以内の範囲とされる。

【0015】

さらに、本開示の一態様に係る粉体燃料供給装置は、前記分配器に向けて微粉燃料が不活性ガスとともに流れる粉体燃料流れに対して不活性ガスを追加供給する不活性ガス追加供給手段と、前記下流端部温度に基づいて、前記分岐管を流れる前記粉体燃料の流速の低下を判断した場合に、前記不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大させる制御部と、を備えている。

20

【0016】

温度計測手段を用いて行われる下流端部温度に基づいて、粉体燃料流速の低下を判断した場合に、不活性ガス追加供給手段から追加供給する不活性ガスの流量を増大することとした。これにより、バーナから粉体燃料を炉内に向けて継続して供給させながら粉体燃料流速の低下を回復させることができるとともに、粉体燃料の粉体流れによるカーテン効果も維持できるため、ガス化炉内からバーナ先端への輻射を遮ることで、バーナのガス化炉内側先端の減耗を抑制することができる。

【0017】

さらに、本開示の一態様に係る粉体燃料供給装置では、前記分岐管には、粉体燃料の密度を計測する粉体燃料密度計測手段を備えている。

30

【0018】

分岐管に粉体燃料の密度を計測する粉体燃料密度計測手段を設けることによって、粉体燃料流れの質量流量を得ることができる。これにより、より正確に粉体燃料流速の低下を判断することができる。

粉体燃料密度計測手段としては、例えば、線密度計を用いることができる。

【0019】

また、本開示のガス化炉設備は、上記のいずれかに記載の粉体燃料供給装置と、該粉体燃料供給装置から粉体燃料が供給されるガス化炉と、を備えている。

【0020】

また、本開示のガス化複合発電設備は、上記のガス化炉設備と、前記ガス化炉設備で生成した生成ガスの少なくとも一部を燃焼させることで回転駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排出されたタービン排ガスを導入する排熱回収ボイラで生成した蒸気により回転駆動する蒸気タービンと、前記ガスタービンおよび/または前記蒸気タービンと回転連結された発電機と、を備えている。

40

【0021】

また、本開示の粉体燃料供給装置の制御方法は、供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、複数の前記分岐管のそれぞれに設けられ、前記分岐管内の粉体燃料流れに圧力損失を与える抵抗体と、前記抵抗体により生じる差圧を計測する圧力損失計測手段と、を備えた粉体燃料供給装置の制御方

50

法であって、前記差圧に基づいて粉体燃料の流速の低下を判断する。

【 0 0 2 2 】

また、本開示の粉体燃料供給装置の制御方法は、供給された粉体燃料を複数の分岐管に分岐する分配器と、複数の前記分岐管のそれぞれの下流端に接続され、前記粉体燃料をガス化するガス化炉内に向けて粉体燃料を供給する複数のバーナと、前記分岐管の前記下流端における下流端部温度を計測する温度計測手段と、を備えた粉体燃料供給装置の制御方法であって、前記下流端部温度に基づいて粉体燃料の流速の低下を判断する。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

分岐管に設けた圧力損失計測手段や温度計測手段によって、搬送管内の粉体燃料の搬送不良の要因となる流速の低下を確実に検出することができる。

10

粉体燃料の搬送不良が生じる場合には、粉体燃料流れに追加供給する不活性ガスの流量を増大させることによって、バーナの炉内側先端の減耗を抑制しつつ粉体燃料流速の低下を回復させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る石炭ガス化複合発電設備を示した概略構成図である。

【図 2】図 1 のガス化炉設備を示した概略構成図である。

【図 3】チャー供給システムを示した概略構成図である。

【図 4】図 3 の上流側のチャー供給システムを示した概略構成図である。

20

【図 5】分岐管とチャーバーナとの接続部を示した概略構成図である。

【図 6】分岐管のメタル温度を示したグラフである。

【図 7】希釈窒素の流量変化を示したグラフである。

【図 8】図 6 のメタル温度の微分値を示したグラフである。

【図 9】図 3 の分岐管に線密度計を配置した概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 5 】

以下に、本発明にかかる実施形態について、図面を参照して説明する。

[第 1 実施形態]

図 1 には、ガス化炉設備 1 4 を適用した石炭ガス化複合発電設備 1 0 の概略構成が示されている。

30

石炭ガス化複合発電設備 (I G C C : Integrated Coal Gasification Combined Cycle) 1 0 は、空気を主とする酸化剤として用いており、ガス化炉設備 1 4 において、燃料から可燃性ガス (生成ガス) を生成する空気燃焼方式を採用している。そして、石炭ガス化複合発電設備 1 0 は、ガス化炉設備 1 4 で生成した生成ガスを、ガス精製設備 1 6 で精製して燃料ガスとした後、ガスタービン 1 7 に供給して発電を行っている。すなわち、石炭ガス化複合発電設備 1 0 は、空気燃焼方式 (空気吹き) の発電設備となっている。ガス化炉設備 1 4 に供給する燃料としては、例えば、石炭等の炭素含有固体燃料が用いられる。

なお、本実施形態では、上方及び下方の表現を用いて説明した各構成要素の位置関係は、各々鉛直上方側、鉛直下方側を示すものである。

40

【 0 0 2 6 】

石炭ガス化複合発電設備 (ガス化複合発電設備) 1 0 は、図 1 に示すように、給炭設備 1 1 と、ガス化炉設備 1 4 と、チャー回収設備 1 5 と、ガス精製設備 1 6 と、ガスタービン 1 7 と、蒸気タービン 1 8 と、発電機 1 9 と、排熱回収ボイラ (H R S G : Heat Recovery Steam Generator) 2 0 とを備えている。

【 0 0 2 7 】

給炭設備 1 1 は、原炭として炭素含有固体燃料である石炭が供給され、石炭を石炭ミル (図示略) などで粉砕することで、細かい粒子状に粉砕した微粉炭 (粉体燃料) を製造する。給炭設備 1 1 で製造された微粉炭は、給炭ライン 1 1 a 出口で後述する空気分離設備 4 2 にかから供給される搬送用イナータガスとしての窒素ガスによって加圧されて、ガス化

50

炉設備 1 4 へ向けて供給される。イナートガスとは、酸素含有率が約 5 体積%以下の不活性ガスであり、窒素ガスや二酸化炭素ガスやアルゴンガスなどが代表例であるが、必ずしも約 5 体積%以下に制限されるものではない。

【 0 0 2 8 】

ガス化炉設備 1 4 は、給炭設備 1 1 で製造された微粉炭が供給されると共に、チャー回収設備 1 5 で回収されたチャー（石炭の未反応分と灰分：粉体燃料）が再利用を目的として供給されている。

【 0 0 2 9 】

また、ガス化炉設備 1 4 には、ガスタービン 1 7（圧縮機 6 1）からの圧縮空気供給ライン 4 1 が接続されており、ガスタービン 1 7 で圧縮された圧縮空気の一部が昇圧機 6 8 で所定圧力に昇圧されてガス化炉設備 1 4 に供給可能となっている。空気分離設備 4 2 は、大気中の空気から窒素と酸素を分離生成するものであり、第 1 窒素供給ライン 4 3 によって空気分離設備 4 2 とガス化炉設備 1 4 とが接続されている。そして、この第 1 窒素供給ライン 4 3 には、給炭設備 1 1 からの給炭ライン 1 1 a が接続されている。また、第 1 窒素供給ライン 4 3 から分岐する第 2 窒素供給ライン 4 5 もガス化炉設備 1 4 に接続されており、この第 2 窒素供給ライン 4 5 には、チャー回収設備 1 5 からのチャー戻しライン 4 6 が接続されている。更に、空気分離設備 4 2 は、酸素供給ライン 4 7 によって、圧縮空気供給ライン 4 1 と接続されている。そして、空気分離設備 4 2 によって分離された窒素は、第 1 窒素供給ライン 4 3 及び第 2 窒素供給ライン 4 5 を流通することで、石炭やチャーの搬送用ガスとして利用される。また、空気分離設備 4 2 によって分離された酸素は、酸素供給ライン 4 7 及び圧縮空気供給ライン 4 1 を流通することで、ガス化炉設備 1 4 において酸化剤として利用される。

【 0 0 3 0 】

ガス化炉設備 1 4 は、例えば、2 段噴流床形式のガス化炉 1 0 1（図 2 参照）を備えている。ガス化炉設備 1 4 は、内部に供給された石炭（微粉炭）およびチャーを酸化剤（空気、酸素）により部分燃焼させることでガス化させ生成ガスとする。なお、ガス化炉設備 1 4 は、微粉炭に混入した異物（スラグ）を除去する異物除去設備 4 8 が設けられている。そして、このガス化炉設備 1 4 には、チャー回収設備 1 5 に向けて生成ガスを供給するガス生成ライン 4 9 が接続されており、チャーを含む生成ガスが排出可能となっている。この場合、図 2 に示すように、ガス生成ライン 4 9 にシンガスクーラ 1 0 2（ガス冷却器）を設けることで、生成ガスを所定温度まで冷却してからチャー回収設備 1 5 に供給してもよい。

【 0 0 3 1 】

チャー回収設備 1 5 は、集塵設備 5 1 と供給ホッパ 5 2 とを備えている。この場合、集塵設備 5 1 は、1 つまたは複数のサイクロンやポーラスフィルタにより構成され、ガス化炉設備 1 4 で生成された生成ガスに含有するチャーを分離することができる。そして、チャーが分離された生成ガスは、ガス排出ライン 5 3 を通してガス精製設備 1 6 に送られる。供給ホッパ 5 2 は、集塵設備 5 1 で生成ガスから分離されたチャーを貯留するものである。なお、集塵設備 5 1 と供給ホッパ 5 2 との間にピンを配置し、このピンに複数の供給ホッパ 5 2 を接続するように構成してもよい。そして、供給ホッパ 5 2 からのチャー戻しライン 4 6 が第 2 窒素供給ライン 4 5 に接続されている。

【 0 0 3 2 】

ガス精製設備 1 6 は、チャー回収設備 1 5 によりチャーが分離された生成ガスに対して、硫黄化合物や窒素化合物などの不純物を取り除くことで、ガス精製を行うものである。そして、ガス精製設備 1 6 は、生成ガスを精製して燃料ガスを製造し、これをガスタービン 1 7 に供給する。なお、チャーが分離された生成ガス中にはまだ硫黄分（ H_2S など）が含まれているため、このガス精製設備 1 6 では、アミン吸収液などによって硫黄分を除去回収して、有効利用する。

【 0 0 3 3 】

ガスタービン 1 7 は、圧縮機 6 1、燃焼器 6 2、タービン 6 3 を備えており、圧縮機 6

10

20

30

40

50

1とタービン63とは、回転軸64により連結されている。燃焼器62には、圧縮機61からの圧縮空気供給ライン65が接続されると共に、ガス精製設備16からの燃料ガス供給ライン66が接続され、また、タービン63に向かって延びる燃焼ガス供給ライン67が接続されている。また、ガスタービン17は、圧縮機61からガス化炉設備14に延びる圧縮空気供給ライン41が設けられており、中途部に昇圧機68が設けられている。従って、燃焼器62では、圧縮機61から供給された圧縮空気の一部とガス精製設備16から供給された燃料ガスの少なくとも一部とを混合して燃焼させることで燃焼ガスを発生させ、発生させた燃焼ガスをタービン63へ向けて供給する。そして、タービン63は、供給された燃焼ガスにより回転軸64を回転駆動させることで発電機19を回転駆動させる。

【0034】

蒸気タービン18は、ガスタービン17の回転軸64に連結されるタービン69を備えており、発電機19は、この回転軸64の基端部に連結されている。排熱回収ボイラ20は、ガスタービン17(タービン63)からの排ガスライン70が接続されており、排熱回収ボイラ20への給水とタービン63の排ガスとの間で熱交換を行うことで、蒸気を生成するものである。そして、排熱回収ボイラ20は、蒸気タービン18のタービン69との間に蒸気供給ライン71が設けられると共に蒸気回収ライン72が設けられ、蒸気回収ライン72に復水器73が設けられている。また、排熱回収ボイラ20で生成する蒸気には、ガス化炉101のシンガスクーラ102で生成ガスと熱交換して生成された蒸気を含んでもよい。従って、蒸気タービン18では、排熱回収ボイラ20から供給された蒸気によりタービン69が回転駆動し、回転軸64を回転させることで発電機19を回転駆動させる。

【0035】

排熱回収ボイラ20の出口から煙突75までには、ガス浄化設備74が設けられている。

【0036】

次に、石炭ガス化複合発電設備10の動作について説明する。

石炭ガス化複合発電設備10において、給炭設備11に原炭(石炭)が供給されると、石炭は、給炭設備11において細かい粒子状に粉碎されることで微粉炭となる。給炭設備11で製造された微粉炭は、空気分離設備42から供給される窒素により第1窒素供給ライン43を流通してガス化炉設備14に供給される。また、後述するチャー回収設備15で回収されたチャーが、空気分離設備42から供給される窒素により第2窒素供給ライン45を流通してガス化炉設備14に供給される。更に、後述するガスタービン17から抽気された圧縮空気が昇圧機68で昇圧された後、空気分離設備42から供給される酸素と共に圧縮空気供給ライン41を通してガス化炉設備14に供給される。

【0037】

ガス化炉設備14では、供給された微粉炭及びチャーが圧縮空気(酸素)により燃焼し、微粉炭及びチャーがガス化することで、生成ガスを生成する。そして、この生成ガスは、ガス化炉設備14からガス生成ライン49を通過して排出され、チャー回収設備15に送られる。

【0038】

このチャー回収設備15にて、生成ガスは、まず、集塵設備51に供給されることで、生成ガスに含有する微粒のチャーが分離される。そして、チャーが分離された生成ガスは、ガス排出ライン53を通してガス精製設備16に送られる。一方、生成ガスから分離した微粒のチャーは、供給ホッパ52に堆積され、チャー戻しライン46を通過してガス化炉設備14に戻されてリサイクルされる。

【0039】

チャー回収設備15によりチャーが分離された生成ガスは、ガス精製設備16にて、硫黄化合物や窒素化合物などの不純物が取り除かれてガス精製され、燃料ガスが製造される。圧縮機61が圧縮空気を生成して燃焼器62に供給する。この燃焼器62は、圧縮機61から供給される圧縮空気と、ガス精製設備16から供給される燃料ガスとを混合し、燃焼することで燃焼ガスを生成する。この燃焼ガスによりタービン63を回転駆動すること

10

20

30

40

50

で、回転軸 64 を介して圧縮機 61 及び発電機 19 を回転駆動する。このようにして、ガスタービン 17 は発電を行うことができる。

【0040】

そして、排熱回収ボイラ 20 は、ガスタービン 17 におけるタービン 63 から排出された排ガスと排熱回収ボイラ 20 への給水とで熱交換を行うことにより蒸気を生成し、この生成した蒸気を蒸気タービン 18 に供給する。蒸気タービン 18 では、排熱回収ボイラ 20 から供給された蒸気によりタービン 69 を回転駆動することで、回転軸 64 を介して発電機 19 を回転駆動し、発電を行うことができる。

なお、ガスタービン 17 と蒸気タービン 18 は同一軸として 1 つの発電機 19 を回転駆動する構成に代えて、別の軸として複数の発電機を回転駆動する構成としても良い。

10

【0041】

その後、ガス浄化設備 74 では排熱回収ボイラ 20 から排出された排気ガスの有害物質が除去され、浄化された排気ガスが煙突 75 から大気へ放出される。

【0042】

次に、図 1 及び図 2 を参照して、上述した石炭ガス化複合発電設備 10 におけるガス化炉設備 14 について詳細に説明する。

【0043】

図 2 に示すように、ガス化炉設備 14 は、ガス化炉 101 と、シンガスクーラ 102 とを備えている。

【0044】

ガス化炉 101 は、鉛直方向に延びて形成されており、鉛直方向の下方側に微粉炭及び酸素が供給され、部分燃焼させてガス化した生成ガスが鉛直方向の下方側から上方側に向かって流通している。ガス化炉 101 は、圧力容器 110 と、圧力容器 110 の内部に設けられたガス化炉壁 111 とを有している。そして、ガス化炉 101 は、圧力容器 110 とガス化炉壁 111 との間の空間にアニュラス部 115 を形成している。また、ガス化炉 101 は、ガス化炉壁 111 の内部の空間において、鉛直方向の下方側（つまり、生成ガスの流通方向の上流側）から順に、コンバスタ部 116、ディフューザ部 117、リダクタ部 118 を形成している。

20

【0045】

圧力容器 110 は、内部が中空空間となる筒形状に形成され、上端部にガス排出口 121 が形成される一方、下端部（底部）にスラグホッパ 122 が形成されている。ガス化炉壁 111 は、内部が中空空間となる筒形状に形成され、その壁面が圧力容器 110 の内面と対向して設けられている。本実施形態では圧力容器 110 は円筒形状で、ガス化炉壁 111 のディフューザ部 117 も円筒形状に形成されている。そして、ガス化炉壁 111 は、図示しない支持部材により圧力容器 110 内面に連結されている。

30

【0046】

ガス化炉壁 111 は、圧力容器 110 の内部を内部空間 154 と外部空間 156 に分離する。ガス化炉壁 111 は、横断面形状がコンバスタ部 116 とリダクタ部 118 との間のディフューザ部 117 で変化する形状とされている。ガス化炉壁 111 は、鉛直上方側となるその上端部が、圧力容器 110 のガス排出口 121 に接続され、鉛直下方側となるその下端部が圧力容器 110 の底部と隙間を空けて設けられている。そして、圧力容器 110 の底部に形成されるスラグホッパ 122 には、貯留水が溜められており、ガス化炉壁 111 の下端部へ貯留水が流入することで、ガス化炉壁 111 の内外を封止している。ガス化炉壁 111 には、バーナ 126、127 が挿入され、内部空間 154 にシンガスクーラ 102 が配置されている。ガス化炉壁 111 の構造については後述する。

40

【0047】

アニュラス部 115 は、圧力容器 110 の内側とガス化炉壁 111 の外側に形成された空間、つまり外部空間 156 であり、空気分離設備 42 で分離された不活性ガスである窒素が、図示しない窒素供給ラインを通過して供給される。このため、アニュラス部 115 は、窒素が充満する空間となる。なお、このアニュラス部 115 の鉛直方向の上部付近には

50

、ガス化炉101内を均圧にするための図示しない炉内均圧管が設けられている。炉内均圧管は、ガス化炉壁111の内外を連通して設けられ、ガス化炉壁111の内部（コンバスタ部116、ディフューザ部117及びリダクタ部118）と外部（アニユラス部115）との圧力差を所定圧力以内となるよう略均圧にしている。

【0048】

コンバスタ部116は、微粉炭及びチャーと空気とを一部燃焼させる空間となっており、コンバスタ部116におけるガス化炉壁111には、複数のバーナ126からなる燃焼装置が配置されている。コンバスタ部116で微粉炭及びチャーの一部を燃焼した高温の燃焼ガスは、ディフューザ部117を通過してリダクタ部118に流入する。

【0049】

リダクタ部118は、ガス化反応に必要な高温状態に維持されコンバスタ部116からの燃焼ガスに微粉炭を供給し部分燃焼させて、微粉炭を揮発分（一酸化炭素、水素、低級炭化水素等）へと分解してガス化されて生成ガスを生成する空間となっており、リダクタ部118におけるガス化炉壁111には、複数のバーナ127からなる燃焼装置が配置されている。

【0050】

シンガスクーラ102は、ガス化炉壁111の内部に設けられると共に、リダクタ部118のバーナ127の鉛直方向の上方側に設けられている。シンガスクーラ102は熱交換器であり、ガス化炉壁111の鉛直方向の下方側（生成ガスの流通方向の上流側）から順に、蒸発器（エバポレータ）131、過熱器（スーパーヒータ）132、節炭器（エコノマイザ）134が配置されている。これらのシンガスクーラ102は、リダクタ部118において生成された生成ガスと熱交換を行うことで、生成ガスを冷却する。また、蒸発器（エバポレータ）131、過熱器（スーパーヒータ）132、節炭器（エコノマイザ）134は、図に記載されたその数量を限定するものではない。

【0051】

上述のガス化炉設備14は、以下のように動作する。

ガス化炉設備14のガス化炉101において、リダクタ部118のバーナ127により窒素と微粉炭が投入されて点火されると共に、コンバスタ部116のバーナ126により微粉炭及びチャーと圧縮空気（酸素）が投入されて点火される。すると、コンバスタ部116では、微粉炭とチャーの燃焼により高温燃焼ガスが発生する。また、コンバスタ部116では、微粉炭とチャーの燃焼により高温ガス中で熔融スラグが生成され、この熔融スラグがガス化炉壁111へ付着すると共に、炉底へ落下し、最終的にスラグホッパ122内の貯水へ排出される。そして、コンバスタ部116で発生した高温燃焼ガスは、ディフューザ部117を通過してリダクタ部118に上昇する。このリダクタ部118では、ガス化反応に必要な高温状態に維持されて、微粉炭が高温燃焼ガスと混合し、高温の還元雰囲気において微粉炭を部分燃焼させてガス化反応が行われ、生成ガスが生成される。ガス化した生成ガスが鉛直方向の下方側から上方側に向かって流通する。

【0052】

[チャー供給系統]

次に、図3及び図4を用いて、チャーが貯留された供給ホッパ52（図1参照）から、複数設けられたバーナ126（図2参照）のうちチャーが供給されるチャーバーナ126aへチャーを供給するチャー供給系統（粉体燃料供給装置）について説明する。

【0053】

図3には、バーナ合流器80（図4参照）から導かれたチャーを複数の分岐管82に分配するバーナ分配器（分配器）84が示されている。図3では4つの分岐管82が示されているが、分岐管82は、並列的に少なくとも2つ以上設けられていれば良い。各分岐管82の下流端82aには、チャーバーナ126aが接続されている。

【0054】

各分岐管82には、フローノズル（抵抗体）85が設けられている。フローノズル85は、チャー流れに対して圧力損失を与えるものであり、流路面積を絞ったノズルとされて

10

20

30

40

50

いる。フローノズル 8 5 によってチャー流れ（窒素とチャーの混合流体）に圧力損失を与えることで、各分岐管 8 2 のチャー流れ流量を同等に分配できるようにしている。

【 0 0 5 5 】

フローノズル 8 5 の前後には、差圧計（圧力損失計測手段）8 6 が設けられている。なお、差圧計 8 6 に代えて、フローノズル 8 5 の前後にそれぞれ個別に圧力計を設けることによってフローノズル 8 5 の差圧を計測するようにしても良い。差圧計 8 6 によって、フローノズル 8 5 の圧力損失である差圧が計測される。差圧計 8 6 は、フローノズル 8 5 以外の圧力損失が含まれないようにフローノズル 8 5 の直近の前後に設けられている。差圧計 8 6 からの差圧の出力は、図示しない制御部へと送信される。

また、分配器 8 4 から分岐された各分岐管 8 2 では、個別でチャーバーナ 1 2 6 a の系統を有しており、それぞれで圧力損失の状態が異なるため、また少ない時間遅れでチャー流れの差圧を把握するに各分岐管 8 2 に差圧計 8 6 を設けると良い。

【 0 0 5 6 】

各分岐管 8 2 に設けられた差圧計 8 6 の上流側（バーナ分配器 8 4 側）には、パージ窒素供給配管 8 7 が接続されている。チャー分岐管 8 2 内に沈降し滞留した場合には、パージ窒素供給配管 8 7 から、パージ用の窒素を一定流量供給することによって分岐管 8 2 内に沈降し滞留したチャーがチャーバーナ 1 2 6 a へ運ばれる。

【 0 0 5 7 】

各分岐管 8 2 の下流端 8 2 a の近傍には、熱電対等の温度センサ（温度計測手段）8 8 が設けられている。温度センサ 8 8 は、下流端 8 2 a の近傍の分岐管 8 2 のメタル温度である下流端部温度を計測するもので、これによって、チャーバーナ 1 2 6 a の直近に設けることとしたので、温度センサ 8 8 の設置位置よりも上流側の分岐管の全領域にわたって粉体の沈降状態が反映された分岐管 8 2 のメタル温度が計測される。温度センサ 8 8 の出力は、図示しない制御部へと送信される。

【 0 0 5 8 】

分岐管 8 2 とパージ窒素供給配管 8 7 との合流位置と、温度センサ 8 8 とを挟むように、搬送管遮断弁 8 9 a とバーナ入口遮断弁 8 9 b が設けられている。搬送管遮断弁 8 9 a とバーナ入口遮断弁 8 9 b は、制御部（図示省略）によって開閉動作が制御される。搬送管遮断弁 8 9 a , バーナ入口遮断弁 8 9 b は、通常運転時は常時開とされている。パージ窒素供給配管 8 7 からパージ窒素を供給するときに搬送管遮断弁 8 9 a 及びバーナ入口遮断弁 8 9 b は一時的に全閉とされ、その後、下流側のバーナ入口遮断弁 8 9 b のみが開とされる。これにより、分岐管 8 2 内に滞留したチャーがチャーバーナ 1 2 6 a 側へとパージされて搬送される。温度センサ 8 8 はチャーバーナ 1 2 6 a 近傍の下流端 8 2 a に設けるので、温度センサ 8 8 とバーナ入口遮断弁 8 9 b は下流端 8 2 a で連続して設置されることが好ましい。また、温度センサ 8 8 とバーナ入口遮断弁 8 9 b の順序を変更して、バーナ入口遮断弁 8 9 b の後流側に温度センサ 8 8 を下流端 8 2 a に連続して設置させてもよい。

【 0 0 5 9 】

図 4 には、バーナ分配器 8 4 の上流側の系統が示されている。バーナ分配器 8 4 の上流側には、チャー合流配管 9 0 を介して、バーナ合流器 8 0 が接続されている。バーナ合流器 8 0 の上流側には、複数の供給ホッパ 5 2（図 1 参照）が並列的に接続されている。バーナ合流器 8 0 には、供給ホッパ 5 2 から窒素とチャーの混合流体であるチャー流れが導かれる。

【 0 0 6 0 】

チャー合流配管 9 0 は、バーナ合流器 8 0 とバーナ分配器 8 4 との間に接続された 1 本の配管である。チャー合流配管 9 0 には、チャー流れの上流側から順に、ミキシングチャンバ 9 1 と、チャー供給流量調整弁 9 2 とが設けられている。

【 0 0 6 1 】

ミキシングチャンバ 9 1 には、希釈窒素供給配管（不活性ガス追加供給手段）9 3 が接続されている。ミキシングチャンバ 9 1 にて、バーナ合流器 8 0 から導かれたチャー流れ

10

20

30

40

50

に対して、希釈窒素供給配管 9 3 から追加的に窒素が供給される。希釈窒素供給配管 9 3 には、希釈窒素の流量を調整するための希釈窒素流量調整弁 9 4 が設けられている。希釈窒素流量調整弁 9 4 は、図示しない制御部によって開度が調整される。

【 0 0 6 2 】

チャー供給流量調整弁 9 2 は、図示しない制御部によって開度が調整される。チャー供給流量調整弁 9 2 によって、バーナ分配器 8 4 へ供給されるチャー流れの流量が決定される。

【 0 0 6 3 】

図示しない制御部は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体等から構成されている。そして、各種機能を実現するための一連の処理は、一例として、プログラムの形式で記憶媒体等に記憶されており、このプログラムを CPU が RAM 等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能が実現される。なお、プログラムは、ROM やその他の記憶媒体に予めインストールしておく形態や、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供される形態、有線又は無線による通信手段を介して配信される形態等が適用されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等である。

【 0 0 6 4 】

次に、上述したチャー供給システムの運用方法について説明する。

図 4 に示すように、供給ホッパ 5 2 からチャーと窒素との混合流体がバーナ合流器 8 0 へと導かれた後に、チャー合流配管 9 0 へと流れる。チャー合流配管 9 0 では、ミキシングチャンバ 9 1 にて希釈窒素供給配管 9 3 から所定量の窒素が追加されて希釈されて窒素流量が増大された後に、チャー供給流量調整弁 9 2 にて流量調整され、バーナ分配器 8 4 へと導かれる。チャー供給流量調整弁 9 2 は、制御部の指示に基づいて開度制御が行われる。この開度制御は、供給ホッパ 5 2 に貯留されたチャーの総重量が一定になるような総重量制御に基づいて行われる。

【 0 0 6 5 】

バーナ分配器 8 4 へと導かれたチャー流れは、図 3 に示すように、複数の分岐管 8 2 へと分岐される。各分岐管 8 2 では、フローノズル 8 5 にて所望の圧力損失が与えられているので、各分岐管 8 2 を流れるチャー流れ流量は同等に分配されている。各分岐管 8 2 を流れたチャー流れは、チャーバーナ 1 2 6 a へと導かれ、コンバスタ部 1 1 6 (図 2 参照) で燃焼される。

【 0 0 6 6 】

差圧計 8 6 では、フローノズル 8 5 の差圧を常時計測している。制御部では、差圧計 8 6 の出力を監視し、時間に対する差圧の変動が閾値を超えた場合は、チャー流れ流速(窒素とチャーの混合流体の流速)が低下したと判断する。例えば、チャー流れ流速が低下すると圧力損失が小さくなり差圧が低下するので、閾値を下回った場合に流速低下と判断する。差圧変動の閾値は、予め試験やシミュレーションによって設定されている。

【 0 0 6 7 】

制御部によって、チャー流れ流速が低下したと判断されると、希釈窒素流量調整弁 9 4 (図 4 参照) の開度を増大させてミキシングチャンバ 9 1 に導く希釈窒素の流量を増大させる。これにより、バーナ分配器 8 4 へ導かれるチャー流れ流量を増大させて、分岐管 8 2 におけるチャー流れ流速の低下を解消するようにする。

【 0 0 6 8 】

希釈窒素を増大させても分岐管 8 2 内を流れるチャー流れ流速が回復しない場合、すなわち差圧計 8 6 から得られる差圧が閾値を下回ったままの場合には、分岐管 8 2 内にチャーの滞留が発生したと判断して図 3 に示した搬送管遮断弁 8 9 a 及びバーナ入口遮断弁 8 9 b を全閉とする。そして、分岐管 8 2 内にパージ窒素供給配管 8 7 からパージ窒素を供給して分岐管 8 2 を所定値以上の加圧状態とした後に、下流側のバーナ入口遮断弁 8 9 b

10

20

30

40

50

のみを全開とする。これにより、分岐管 8 2 内に滞留したチャーをパージしてチャーバーナ 1 2 6 a 側へと搬送する。パージ後は、パージ室素供給配管 8 7 からのパージ室素供給を停止した後に、搬送管遮断弁 8 9 a , パーナ入口遮断弁 8 9 b を全開として、通常の運転に復帰させる。

【 0 0 6 9 】

上述したチャー流れ流速の低下の判断は、それぞれの分岐管 8 2 に対して個別に行われる。したがって、いずれかの分岐管 8 2 のチャー流れ流速の低下が判断されると、希釈室素流量の増大が行われる。そして、チャー流れ流速が回復しない分岐管 8 2 に対してのみ、搬送管遮断弁 8 9 a とパーナ入口遮断弁 8 9 b の開閉動作が行われる。

本実施形態では、希釈室素供給配管 9 3 からミキシングチャンバ 9 1 に導く希釈室素の流量を増大させて、パーナ分配器 8 4 へ導かれるチャー流れ流量を増大させて、分岐管 8 2 におけるチャー流れ流速の低下を解消するので、搬送管遮断弁 8 9 a 及びパーナ入口遮断弁 8 9 b の開閉動作による分岐管 8 2 内に滞留したチャーのパージは、出来るだけ頻度を抑制することができる。このため、チャーがチャーバーナ 1 2 6 a から噴出する粉体流れがカーテンのようにガス化炉内からの輻射を遮ることで、チャーバーナ 1 2 6 a のガス化炉内側先端の減耗を抑制する効果を、できるだけ維持することが出来る。

【 0 0 7 0 】

本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

差圧計 8 6 によって得られたフローノズル 8 5 の圧力損失により生じる差圧に基づいて、チャー流れ流速の低下を判断することとした。これにより、チャー流れ流速の低下を確実に検知して、分岐管 8 2 内で粉体燃料（チャー）が沈降することによって生じる搬送不良を事前に把握することができる。

【 0 0 7 1 】

圧力損失による差圧に基づいて判断することとしたので、少ない時間遅れでチャー流れ流速の低下を判断することができる。

【 0 0 7 2 】

例えば、チャー合流配管 9 0 に一方の圧力センサを設置し、各分岐管 8 2 に他方の圧力センサを設置して差圧を計測した場合には、これら圧力センサの間でチャーの閉塞が生じた場合と、分岐管 8 2 に設置した他方の圧力センサの下流側でチャーの閉塞が生じた場合とでは差圧が異なり、チャーの搬送不良を正確に判断することができない。これに対して、本実施形態では、差圧計 8 6 によって差圧を計測する位置をフローノズル 8 5 の前後という所定の範囲に限定することとした。これにより、圧力損失を計測する範囲内で抵抗体によりチャーが閉塞することを回避し、搬送不良を正確に判断することができる。

【 0 0 7 3 】

チャー流れ流速の低下を判断した場合に、希釈室素供給配管 9 3 からミキシングチャンバ 9 1 に導かれる希釈室素の流量を増大して、チャー流れ流速の低下を回復することとした。これにより、分岐管 8 2 内にチャーの滞留が発生したと判断して搬送管遮断弁 8 9 a 及びパーナ入口遮断弁 8 9 b を全閉としてチャーバーナ 1 2 6 a へのチャー供給を中断する前に、チャーバーナ 1 2 6 a からチャーを炉内に向けて継続して供給させながらチャー流れ流速の低下を回復させることができる。これにより、チャーによる粉体流れがカーテンのようにガス化炉内からの輻射を遮ることを維持できるので、チャーバーナ 1 2 6 a の炉内側先端の減耗を抑制することができる。

【 0 0 7 4 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。本実施形態は、基本的な構成は第 1 実施形態と同様であり、チャー流れ流速の低下を温度センサ 8 8 で判断することとした点が異なる。したがって、以下では、主として第 1 実施形態に対する相違点について説明する。

【 0 0 7 5 】

温度センサ 8 8 は、図 3 に示したように、各分岐管 8 2 の下流端 8 2 a に設置され、下流端部温度を計測している。例えば、温度センサ 8 8 の設置位置は、図 5 に示すように、

10

20

30

40

50

分岐管 8 2 の口径を D とした場合、チャーバーナ 1 2 6 a との接続位置からの距離 $L 1$ が $5 0 D$ 以下とされている。より具体的には、チャーバーナ 1 2 6 a との接続位置からの距離 $L 1$ は、 $5 m$ 以内、さらに好ましくは $3 m$ 以上 $5 m$ 以下の範囲とされる。なお、図 5 ではバーナ入口遮断弁 8 9 b を省略している。

【 0 0 7 6 】

図 5 に示すように、チャーバーナ 1 2 6 a の先端は、ガス化炉壁 1 1 1 の内部（炉内）に挿入されている。チャーバーナ 1 2 6 a の先端には、内部に冷却水が流れる冷却コイル 9 5 が巻回されており、チャーバーナ 1 2 6 a が冷却されるようになっている。

【 0 0 7 7 】

制御部では、温度センサ 8 8 の出力に基づいて、分岐管 8 2 内を流れるチャー流れ流速の低下を判断する。例えば、チャー流れ中のチャー量の割合が変化すると、分岐管 8 2 との熱伝達量が増加して分岐管 8 2 のメタル温度が増加することによってチャー流れ流速の低下を判断することができる。例えば、チャーとともに流れる窒素の温度がチャーの温度よりも低い場合には、チャー流れ流速が低下するとチャーの質量流量が減っていることを示して、分岐管 8 2 との熱伝達量が減少してメタル温度が低下する。したがって、温度センサ 8 8 で計測された温度が閾値を下回った場合にチャー流れ流速が低下したと判断することができる。これにより、チャー流れ流速の低下を確実に検知して、分岐管 8 2 内でチャーが沈降することによって生じる搬送不良を事前に把握することができる。

また、温度センサ 8 8 は、チャーバーナ 1 2 6 a の直近である各分岐管 8 2 の下流端 8 2 a に設置され、下流端部温度を計測している。温度センサ 8 8 は、チャーバーナ 1 2 6 a との接続位置からの距離 $L 1$ が $5 0 D$ 以下、具体的には $5 m$ 以内、さらに好ましくは $3 m$ 以上 $5 m$ 以下の範囲とされる。下流端部温度の変化は、温度計測手段の設置位置よりも上流側の分岐管 8 2 の全領域にわたってチャーの沈降を判断することができ、より正確にチャー流れ流速の低下を判断することができる。

【 0 0 7 8 】

図 6 には、分岐管 8 2 の下流端 8 2 a に設けた温度センサ 8 8 の出力（メタル温度で表示）が時間に対して示されている。同図から分かるように、時刻 0 : 0 0 から約 3 0 分経過後にメタル温度が低下している。同図において印で示した時刻に、搬送管遮断弁 8 9 a 及びバーナ入口遮断弁 8 9 b（図 3 参照）を閉状態として、パージ窒素供給配管 8 7 からのパージ窒素供給によってパージが行われている。したがって、パージ後にメタル温度の低下が回復していることが分かる。

【 0 0 7 9 】

希釈窒素供給配管 9 3（図 4 参照）から希釈窒素流量を増大する場合には、図 7 に示すように、希釈窒素にバイアス値を設定するようにしても良い。すなわち、一定の希釈窒素ベース値を設定しておき、希釈窒素バイアス値を温度センサ 8 8 で得られたメタル温度（分岐管 8 2 の温度）の低下に基づいて変化させる。図 7 に基づいて説明すると、3 0 分過ぎにメタル温度が低下し始めて、メタル温度閾値が下回ると、4 0 分あたりから希釈窒素バイアス値を増大させる。そして、メタル温度が回復してメタル温度閾値を超えた後に、希釈窒素バイアス値を徐々に下げていく。

希釈窒素バイアス値を温度センサ 8 8 で得られたメタル温度（分岐管 8 2 の温度）の低下に基づいて変化させ、希釈窒素バイアス値を増大させることで、メタル温度が回復している。すなわち、チャー流れ流速の低下を回復させて、分岐管 8 2 内でチャーが沈降することを抑制することができる。このため、搬送管遮断弁 8 9 a 及びバーナ入口遮断弁 8 9 b の開閉動作による分岐管 8 2 内に滞留したチャーのパージ動作頻度を低減して、チャーバーナ 1 2 6 a から噴出するチャーの粉体流れがカーテンのようにガス化炉内からの輻射を遮ることを継続できて、チャーバーナ 1 2 6 a のガス化炉内側先端の減耗を抑制することが出来る。

【 0 0 8 0 】

本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

温度センサ 8 8 によって得られた下流端部温度に基づいてチャー流れ流速の低下を判断

10

20

30

40

50

することとした。したがって、第1実施形態のように差圧計86を用いずにチャー流れ流速の低下を判断することができる。ただし、差圧計86と併用してチャー流れ流速の低下を判断してもよい。

そして、温度センサ88を分岐管82の下流端82aすなわちチャーバーナ126aの直近に設けて下流端部温度とすることとしたので、温度センサ88の設置位置よりも上流側の分岐管82の全領域にわたって粉体の沈降による流路面積の縮小を判断することができる。これにより、正確にチャー流れ流速の低下を判断することができる。

これにより、チャー流れ流速の低下を確実に検知して、分岐管82内で粉体が沈降することによって生じる搬送不良を事前に把握することができる。

また、温度センサ88で得られた下流端温度の低下に基づいて変化させ、希釈窒素流量を増大させることで、チャー流れ流速の低下を回復させて、分岐管82内でチャーが沈降することを抑制することができる。

このため、分岐管82内にチャーの滞留が発生したと判断して搬送管遮断弁89a及びバーナ入口遮断弁89bを全閉としてチャーバーナ126aへのチャー供給を中断する前に、チャーバーナ126aからチャーを炉内に向けて継続して供給させながらチャー流れ流速の低下を回復させることができる。これにより、チャーによる粉体流れがカーテンのようにガス化炉内からの輻射を遮ることを維持できるので、チャーバーナ126aのカス化炉内側先端の減耗を抑制することができる。

【0081】

なお、温度センサ88で計測された温度の経過時間に対する変動を見てチャー流れ流速の低下を判断することとしたが、温度センサ88で計測された温度の時間に対する微分値に基づいて判断することとしても良い。

図8には、図6のメタル温度の微分値が一点鎖線で示されている。同図から分かるように、メタル温度の微分値は時刻0:00から既に低下している。この微分値の低下が所定時間(例えば15分)続いた場合に、チャー流れ流速の低下と判断する。これにより、メタル温度の変化量に基づいて判断する場合(30分経過後に判断)に比べて、早期にチャー流れ流速の低下を判断することができる。

【0082】

また、図9に示すように、上述した第1実施形態及び第2実施形態に加えて、各分岐管82に対して、チャーの密度を計測する線密度計(粉体燃料密度計測手段)96を設けることとしても良い。線密度計は、計測した密度とチャー流れ流速を掛け合わせることでチャー流れ流量が算出される。これにより、チャー流れの質量流量を得ることができ、より正確にチャー流れ流速の低下を判断することができる。

【0083】

また、上述した各実施形態では、チャー供給系統について説明したが、微粉炭を供給する系統に本発明を用いても良いし、また他の粉体燃料を供給する系統に本発明を用いても良い。

【符号の説明】

【0084】

- 10 石炭ガス化複合発電設備(ガス化複合発電設備)
- 11 給炭設備
- 11a 給炭ライン
- 14 ガス化炉設備
- 15 チャー回収設備
- 16 ガス精製設備
- 17 ガスタービン
- 18 蒸気タービン
- 19 発電機
- 20 排熱回収ボイラ
- 41 圧縮空気供給ライン

10

20

30

40

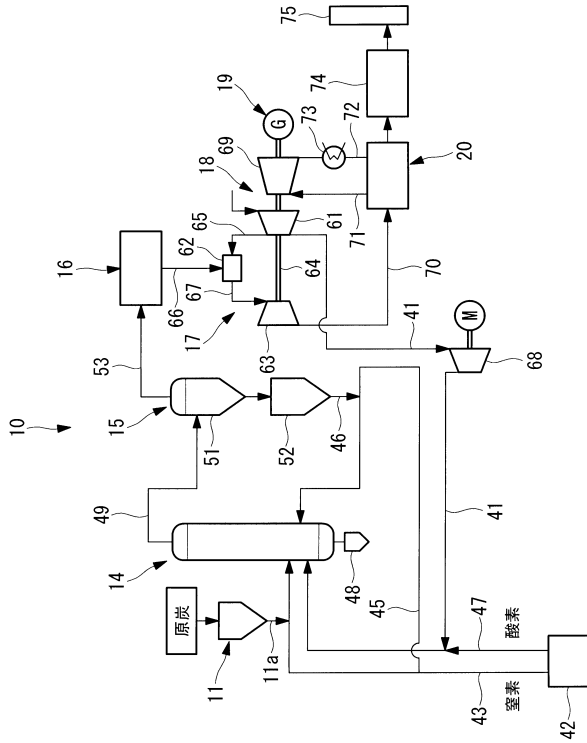
50

4 2	空気分離設備	
4 3	第 1 室素供給ライン	
4 5	第 2 室素供給ライン	
4 6	チャー戻しライン	
4 7	酸素供給ライン	
4 9	ガス生成ライン	
5 1	集塵設備	
5 2	供給ホッパ	
5 3	ガス排出ライン	
6 1	圧縮機	10
6 2	燃焼器	
6 3	タービン	
6 4	回転軸	
6 5	圧縮空気供給ライン	
6 6	燃料ガス供給ライン	
6 7	燃焼ガス供給ライン	
6 8	昇圧機	
6 9	タービン	
7 0	排ガスライン	
7 1	蒸気供給ライン	20
7 2	蒸気回収ライン	
7 4	ガス浄化設備	
7 5	煙突	
8 0	バーナ合流器	
8 2	分岐管	
8 4	バーナ分配器 (分配器)	
8 5	フローノズル (抵抗体)	
8 6	差圧計 (圧力損失計測手段)	
8 7	バージ室素供給配管	
8 8	温度センサ (温度計測手段)	30
8 9 a	搬送管遮断弁	
8 9 b	バーナ入口遮断弁	
9 0	チャー合流配管	
9 1	ミキシングチャンバ	
9 2	チャー供給流量調整弁	
9 3	希釈室素供給配管 (不活性ガス追加供給手段)	
9 4	希釈室素流量調整弁	
9 5	冷却コイル	
9 6	線密度計 (粉体燃料密度計測手段)	
1 0 1	ガス化炉	40
1 0 2	シンガスクーラ	
1 1 0	圧力容器	
1 1 1	ガス化炉壁	
1 1 5	アニュラス部	
1 1 6	コンバスタ部	
1 1 7	ディフューザ部	
1 1 8	リダクタ部	
1 2 1	ガス排出口	
1 2 2	スラグホッパ	
1 2 6	バーナ	50

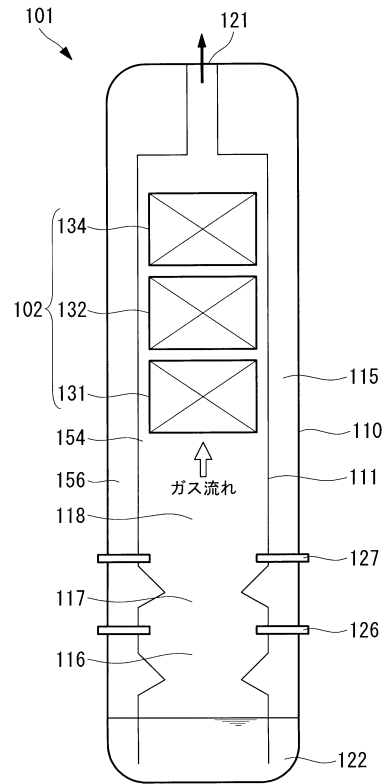
- 1 2 6 a チャーバーナ
- 1 2 7 バーナ
- 1 3 1 蒸発器
- 1 3 2 過熱器
- 1 3 4 節炭器
- 1 5 4 内部空間
- 1 5 6 外部空間

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

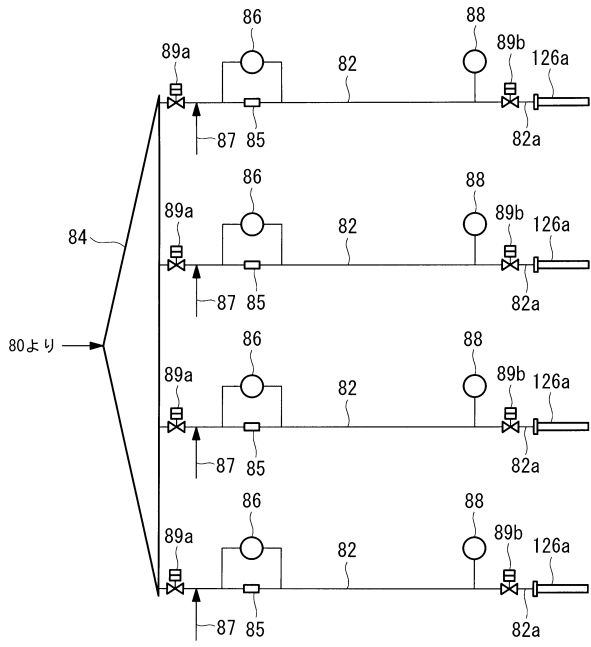
20

30

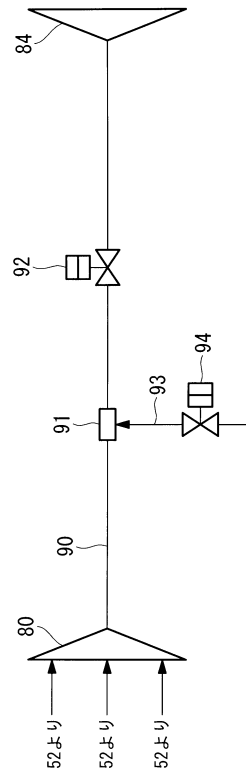
40

50

【図3】



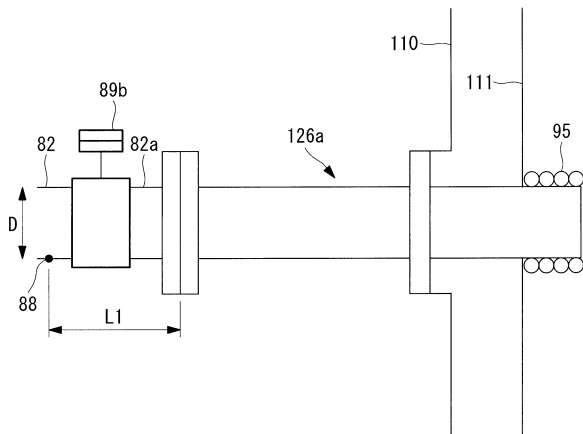
【図4】



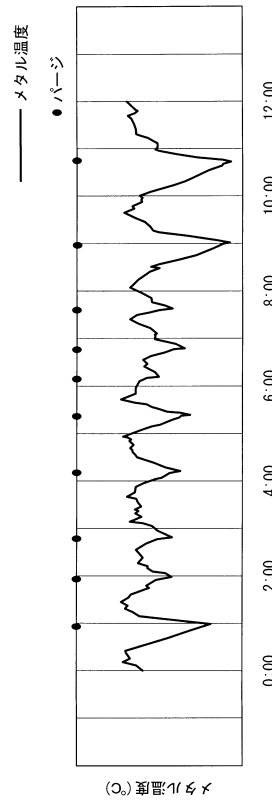
10

20

【図5】



【図6】

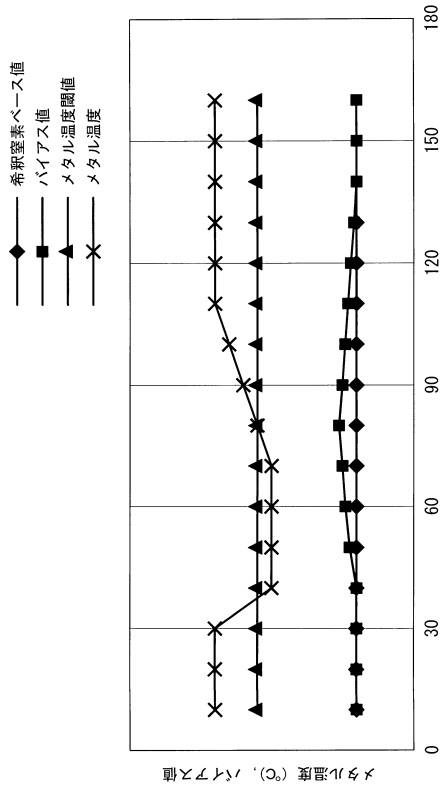


30

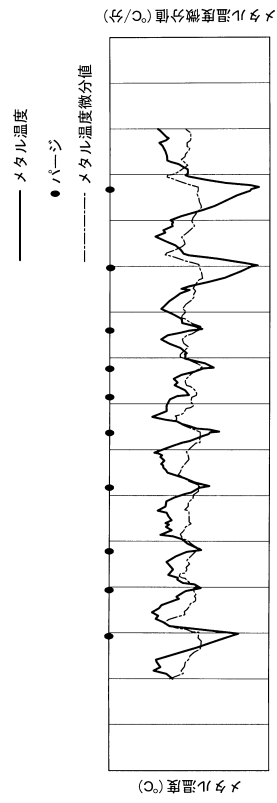
40

50

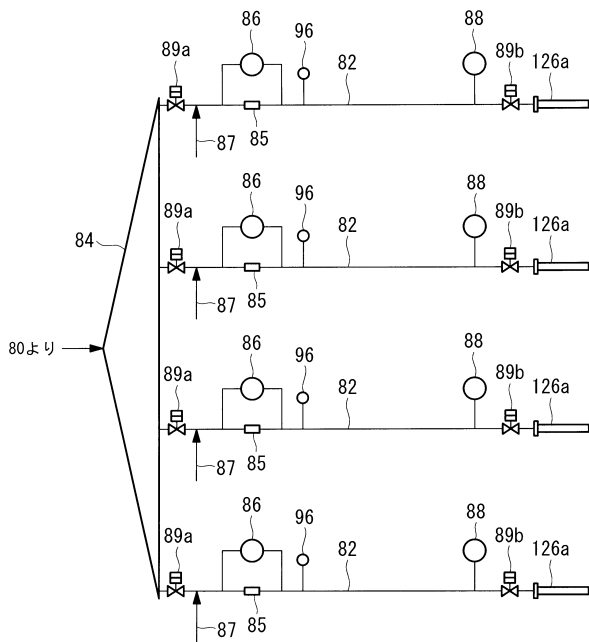
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 西村 幸治
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

(72)発明者 葛西 潤
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 森 健一

(56)参考文献 特開平03-025202(JP,A)
特開昭60-110786(JP,A)
特開平10-292182(JP,A)
国際公開第2009/069330(WO,A1)
特開2002-161284(JP,A)
特開昭59-219390(JP,A)
国際公開第2016/043167(WO,A1)
特開2017-110165(JP,A)
特公昭58-056050(JP,B2)
実開昭54-138101(JP,U)
特開昭53-085531(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C10J 3/50

C10J 3/46