

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6466157号
(P6466157)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int. Cl.		F 1			
F 2 3 C	1/00	(2006.01)	F 2 3 C	1/00	3 0 1
F 2 3 D	11/10	(2006.01)	F 2 3 D	11/10	A

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-254198 (P2014-254198)	(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
(22) 出願日	平成26年12月16日(2014.12.16)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
(65) 公開番号	特開2016-114316 (P2016-114316A)	(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
(43) 公開日	平成28年6月23日(2016.6.23)	(72) 発明者	今田 潤司 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
審査請求日	平成29年12月15日(2017.12.15)	(72) 発明者	田中 敦 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重質油焚きボイラの燃焼方法及び重質油焚きボイラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼バーナの燃料噴霧器に重質油燃料及び微粒化流体を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに火炉内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラの燃焼方法であって、

前記重質油燃料として残留炭素分が10%以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させ、

前記火炉の上下方向に複数段配置されている前記燃焼バーナから各々噴射投入される前記重質油噴霧粒子について、上段側に配置した1または複数段の前記燃焼バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性が、下段側に配置した1または複数段の前記燃焼バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定され、

前記燃焼性の高低は、揮発分の割合に基づいて判断されることを特徴とする重質油焚きボイラの燃焼方法。

【請求項2】

前記燃焼性の高低は、

【数 1】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

α, β は定数

により算出される燃焼性評価指標の大小により判断されることを特徴とする請求項 1 に記載の重質油焚きボイラの燃焼方法。 10

【請求項 3】

燃焼バーナの燃料噴霧器に重質油燃料及び微粒化流体を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに火炉内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラであって、

前記重質油燃料として残留炭素分が 10% 以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させ、

前記火炉の上下方向に複数段配置されて各々前記重質油噴霧粒子を噴射投入する前記燃焼バーナは、上段側に配置された 1 または複数段の上段バーナと下段側に配置された 1 または複数段の下段バーナとを備え、前記上段バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性が、前記下段バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定され、 20

前記燃焼性の高低は、揮発分の割合に基づいて判断されていることを特徴とする重質油焚きボイラ。

【請求項 4】

前記燃焼性の高低は、

【数 2】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

α, β は定数

30

により算出される燃焼性評価指標の大小により判断されることを特徴とする請求項 3 に記載の重質油焚きボイラ。

【請求項 5】

燃焼バーナの燃料噴霧器に重質油燃料及び微粒化流体を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに火炉内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラの燃焼方法であって、 40

前記重質油燃料として残留炭素分が 10% 以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させ、

前記火炉の上下方向に複数段配置されている前記燃焼バーナから各々噴射投入される前記重質油噴霧粒子について、上段側に配置した 1 または複数段の前記燃焼バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性が、下段側に配置した 1 または複数段の前記燃焼バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定され、

前記燃焼性の高低は、

【数 3】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

α, β は定数

により算出される燃焼性評価指標の大小により判断されることを特徴とする重質油焚きボイラの燃焼方法。 10

【請求項 6】

燃焼バーナの燃料噴霧器に重質油燃料及び微粒化流体を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに火炉内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラであって、

前記重質油燃料として残留炭素分が 10% 以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させ、

前記火炉の上下方向に複数段配置されて各々前記重質油噴霧粒子を噴射投入する前記燃焼バーナは、上段側に配置された 1 または複数段の上段バーナと下段側に配置された 1 または複数段の下段バーナとを備え、前記上段バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性が、前記下段バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定され、

20

前記燃焼性の高低は、

【数 4】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

α, β は定数

30

により算出される燃焼性評価指標の大小により判断されることを特徴とする重質油焚きボイラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アスファルト等の重質油を燃料とする重質油焚きボイラに係り、特に、複数種の燃料油を同時に燃焼させるボイラから排出される煤塵量を低減する重質油焚きボイラの燃焼方法及び重質油焚きボイラに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来の油焚きボイラは、液体燃料を蒸気等の噴霧媒体により微粒化（霧化）させた状態で火炉内に吹き込み、火炎を形成して燃焼させている。このような油焚きバーナで使用される燃焼バーナは、液体燃料及び噴霧媒体の供給配管先端部に設けたバーナチップを備えている。このバーナチップは、液体燃料及び噴霧媒体を混合して微粒化した後、先端に形成された複数の噴出孔から微粒化燃料を噴射可能となっている。

【0003】

図 5 に示す従来の重質油焚きボイラ 10 A は、アスファルト等の重質油を燃焼させるものであり、火炉 11 と燃焼装置 12 A とを有している。

50

燃焼装置 12A は、火炉壁の上下方向に複数段（図示の例では 5 段）が装着された燃焼バーナ 20A を有している。なお、各段には、例えば周方向に沿って 4 個が均等間隔で配設されており、各段の燃焼バーナ 20A は全て同じ仕様である。

【0004】

各燃焼バーナ 20A は、燃料の重質油及び噴霧用蒸気を導入し、重質油と噴霧用蒸気とを混合する。この結果、重質油を微粒化して重質油噴霧粒子を含む混合流体が燃焼バーナ 20A から火炉 11 内に噴射され、これを燃焼させて火炎を形成する。こうして火炉 11 内の下部に火炎が生じると、燃焼ガス（排ガス）が火炉 11 内を上昇し、煙道 31 を通って排ガス管 37 に導かれる。

なお、図中の符号 13 は燃料供給配管、14 は蒸気供給配管、32 は二次過熱器、33 は一次過熱器、34、35 は蒸発器、36 は節炭器で、40 は二次空気（OFA；Over Fire Air）、50 は追加空気投入部より供給される二段燃焼空気（AA；Additional Air）である。

10

【0005】

従来の油焚きボイラでは、例えば下記の特許文献 1 に開示されているように、窒素酸化物（NO_x）及び煤煙を抑制するため、内部混合形高压気流噴霧式燃焼方法及び油バーナのバーナチップを改善することが行われている。

また、下記の特許文献 2 に開示されているように、微粉固体を含有するスラリー状燃料の高効率、低公害燃焼を図るため、内部混合式アトマイザの空気投入方法を改善する技術も知られている。

20

さらに、下記の特許文献 3 には、同一燃料油を対象として、油焚きボイラ全体における燃料の投入方法改善に関する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 172505 号公報

【特許文献 2】特公平 8 - 1288 号公報

【特許文献 3】特開 2014 - 35126 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

ところで、アスファルト等の重質油を燃料とする重質油焚きボイラでは、重質油の燃料特性から、燃焼後にボイラから排出される煤塵量（未燃分）が多いという問題を有している。このような煤塵対策として、従来は微粒化に用いる蒸気（噴霧媒体）の消費率をアップさせた低煤塵アトマイザを使用している。しかし、この蒸気は、ボイラで発生させた蒸気の一部を利用するものであるから、消費蒸気量が多いことはボイラ効率の悪化に繋がるため好ましくない。

【0008】

また、従来の重質油焚きバーナ 10A は、同仕様の燃焼バーナ 20A が上下方向に複数段配置されている。このため、図 5 に示すように、下段側の燃焼バーナ 20A から投入された重質油噴霧粒子の粒子軌跡（実線表示）と、上段側の燃焼バーナ 20A から投入された重質油噴霧粒子の粒子軌跡（破線表示）とを比較すると、下段側の燃焼バーナ 20A から投入された重質油噴霧粒子の粒子軌跡が長くなり、この結果、重質油噴霧粒子が火炉 11 内にある滞留時間も長くなる。

40

なお、ボイラによっては、複数種の燃料油を同時に燃焼させることもあるが、燃料油の投入方法に関する明確な指針は見当たらない。

【0009】

このような背景から、異なる複数種の燃料油を同時に燃焼させる重質油焚きボイラにおいては、排出される煤塵量を増加させることがなく、しかも、重質油の微粒化に消費される噴霧媒体の消費率を抑制できる燃焼方法及び重質油焚きボイラが望まれる。

50

本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、複数種の燃料油を同時に燃焼させるボイラに適用され、煤塵排出量を増加させることなく噴霧媒体の消費率抑制を可能にする重質油焚きボイラの燃焼方法及び重質油焚きボイラを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上記の課題を解決するため、下記的手段を採用した。

本発明に係る重質油焚きボイラの燃焼方法は、燃焼バーナの燃料噴霧器に重質油燃料及び微粒化流体を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに火炉内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラの燃焼方法であって、前記重質油燃料として残留炭素分が10%以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させ、前記火炉の上下方向に複数段配置されている前記燃焼バーナから各々噴射投入される前記重質油噴霧粒子について、上段側に配置した1または複数段の前記燃焼バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性が、下段側に配置した1または複数段の前記燃焼バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定されることを特徴とするものである。

10

【0011】

このような重質油焚きボイラの燃焼方法によれば、火炉の上下方向に複数段配置されている燃焼バーナから各々噴射投入される重質油噴霧粒子は、上段側に配置した1または複数段の燃焼バーナから噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性が、下段側に配置した1または複数段の燃焼バーナから噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定されている。このため、下段側の燃焼バーナから噴射投入された燃焼性の低い(悪い)重質油噴霧粒子は、上段側の燃焼バーナから噴射投入された燃焼性の高い(良い)重質油噴霧粒子と比較して、火炉内における重質油噴霧粒子の粒子軌跡が長くなるとともに、火炉内の滞留時間も長くなる。

20

【0012】

すなわち、火炉内の滞留時間が短い(重質油噴霧粒子の燃焼時間が短い)上段側の燃焼バーナには燃焼性の高い重質油噴霧粒子が噴霧投入され、かつ、火炉内の滞留時間が長い(重質油噴霧粒子の燃焼時間が長い)下段側の燃焼バーナには燃焼性の低い重質油噴霧粒子が噴霧投入される。このため、ボイラ出口に到達するまでの間に燃焼しないで未燃分となりやすい燃焼性の低い重質油噴霧粒子に対して、長い火炉内滞留時間及び燃焼時間が確保されているので、ボイラ出口における煤塵量の増加を抑制することができ、また、微粒化流体の消費率についても同様に抑制することができる。

30

【0013】

上記の発明において、前記燃焼性の高低は、

【数1】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

α, β は定数

40

により算出される燃焼性評価指標の大小により判断するとよい。このように、重質油噴霧粒子の燃焼性について、算出した燃焼性評価指標の値から燃焼性の高低(良し悪し)を判断すれば、すなわち、チャー収率(残留炭素成分量)及びチャーの燃焼速度から燃焼性評価指標を算出して燃焼性を判断すれば、各重質油噴霧粒子の燃焼性に関する評価精度を向上させることができる。

【0014】

本発明に係る重質油焚きボイラは、燃焼バーナの燃料噴霧器に重質油燃料及び微粒化流体を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに

50

火炉内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラであって、前記重質油燃料として残留炭素分が10%以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させ、火炉の上下方向に複数段配置されて各々前記重質油噴霧粒子を噴射投入する前記燃焼バーナは、上段側に配置された1または複数段の上段バーナと下段側に配置された1または複数段の下段バーナとを備え、前記上段バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性が、前記下段バーナから噴射投入される前記重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定されていることを特徴とするものである。

【0015】

このような重質油焚きボイラによれば、火炉の上下方向に複数段配置されて各々重質油噴霧粒子を噴射投入する燃焼バーナは、上段側に配置された1または複数段の上段バーナと下段側に配置された1または複数段の下段バーナとを備えており、上段バーナから噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性が、下段バーナから噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性より高く設定されている。このため、下段バーナから噴射投入される燃焼性の低い(悪い)重質油噴霧粒子は、上段バーナから噴射投入された燃焼性の高い(良い)重質油噴霧粒子と比較して、火炉内における重質油噴霧粒子の粒子軌跡が長くなるとともに、火炉内の滞留時間も長くなる。

10

【0016】

すなわち、火炉内の滞留時間が短い(重質油噴霧粒子の燃焼時間が短い)上段バーナには燃焼性の高い重質油噴霧粒子が噴霧投入され、かつ、火炉内の滞留時間が長い(重質油噴霧粒子の燃焼時間が長い)下段バーナには燃焼性の低い重質油噴霧粒子が噴霧投入されるので、ボイラ出口に到達するまでの間に燃焼しないで未燃分となりやすい燃焼性の低い重質油噴霧粒子に対して、長い火炉内滞留時間及び燃焼時間が確保されている。従って、ボイラ出口における煤塵量の増加を抑制することができ、また、微粒化流体の消費率についても同様に抑制することができる。

20

【0017】

上記の発明において、前記燃焼性の高低は、

【数2】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

30

α, β は定数

により算出される燃焼性評価指標の大小により判断するとよい。このように、重質油噴霧粒子の燃焼性について、算出した燃焼性評価指標の値から燃焼性の高低(良し悪し)を判断すれば、すなわち、チャー収率及びチャーの燃焼速度から燃焼性評価指標を算出して燃焼性を判断すれば、各重質油噴霧粒子の燃焼性に関する評価精度を向上させることができる。なお、チャーとは、燃料油を熱分解させた後の固体残存物質のことである。

【発明の効果】

【0018】

40

上述した本発明によれば、重質油燃料として残留炭素分が10%以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させる重質油焚きボイラにおいて、火炉内の粒子軌跡(滞留時間)を有効利用して燃焼性の低い燃料を可能な限り長く燃焼させることにより、蒸気等の微粒化流体消費率を増加させることなく、ボイラ出口から排出される煤塵量を抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る重質油焚きボイラの燃焼方法及び重質油焚きボイラの一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】重質油噴霧粒子の燃焼プロセスを示す説明図である。

50

【図3】本発明に係る重質油焚きボイラの燃焼バーナを火炉内から見た正面図である。

【図4】図3に示す燃焼バーナの断面図である。

【図5】重質油焚きボイラの燃焼方法及び重質油焚きボイラの従来例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明に係る重質油焚きボイラの燃焼方法及び重質油焚きボイラの一実施形態を図面に基づいて説明する。

図1に示す実施形態の重質油焚きボイラ10は、例えば流体燃料としてアスファルト等の重質油を複数種用いて同時に燃焼させるコンベンショナルボイラである。この重質油焚きボイラ10は、火炉11と燃焼装置12とを有している。火炉11は、例えば四角筒の中空形状をなして鉛直方向に沿って設置され、この火炉11を構成する火炉壁の下部に燃焼装置12が設けられている。

【0021】

本実施形態における重質油は、残留炭素成分が10%以上の重油と定義される。すなわち、本実施形態における重質油は、工業分析の分析項目である残留炭素の値を用いて重油を限定したものであり、具体的にはC重油以上の重質油を意味している。

【0022】

燃焼装置12は、火炉壁に装着された複数の燃焼バーナ20を有している。本実施形態の燃焼バーナ20は、周方向に沿って、例えば、4個が均等間隔で配設されたものを1セットとして、例えば、5セット、すなわち上下方向に5段配置されている。なお、燃焼バーナ20の配置場所や個数については、図示の構成に限定されるものではない。

各燃焼バーナ20は、燃料の重質油を導入するため、燃料供給配管13を介して燃料供給源（不図示）に連結されており、燃料供給配管13には燃料供給量の調整を行う流量調整弁（不図示）が設けられている。また、各燃焼バーナ20は、微粒化流体の噴霧用蒸気を導入するため、各蒸気供給配管14を介して蒸気供給源（不図示）に連結されており、蒸気供給配管14には蒸気供給量の調整を行う流量調整弁（不図示）が設けられている。

【0023】

従って、各燃焼バーナ20は、燃料供給源から燃料供給配管13を通して燃料の重質油が供給されるとともに、蒸気供給源から蒸気供給配管14を通して噴霧用蒸気が供給されることとなる。このため、各燃焼バーナ20は、重質油と噴霧用蒸気とを混合することにより、重質油を微粒化して重質油噴霧粒子を含む混合流体として火炉11内に噴射し、これを燃焼させて火炎を形成することができる。

【0024】

火炉11は、上部に煙道31が連結されている。この煙道31には、対流伝熱部（熱回収部）として排ガスの熱を回収するため、例えばバーナ側から順に二次過熱器32、一次過熱器33、蒸発器34、35及び節炭器（エコマイザ）36が設けられており、火炉11での燃焼で発生した排ガスと水との間で熱交換が行われる。なお、これらの熱交換器類については、その配置や数等を例示したものであり、特に限定されるものではない。

煙道31は、その下流側に熱交換を行った排ガスを排出する排ガス管37が連結されている。この排ガス管37には、図示しない脱硝装置、電気集塵機、誘引送風機、脱硫装置が設けられ、下流端部に煙突が設けられている。

【0025】

従って、燃焼装置12において、各燃焼バーナ20が重質油と噴霧用蒸気との混合流体を火炉11内に噴射すると、火炉11では、混合流体と空気とが燃焼して火炎を生じる。こうして火炉11内の下部で火炎が生じると、燃焼ガス（排ガス）がこの火炉11内を上昇し、煙道31に排出される。なお、下段側の燃焼バーナ20から投入された重質油噴霧粒子の粒子軌跡（実線表示）は、上段側の燃焼バーナ20から投入された重質油噴霧粒子の粒子軌跡（破線表示）より長くなり、従って、重質油噴霧粒子が火炉11内に滞留する時間も長くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

このとき、図示しない給水ポンプから供給された水は、節炭器 3 6 によって予熱された後、図示しない蒸気ドラムを介して火炉壁の各水管（図示せず）に供給される間に加熱されて飽和蒸気となり、図示しない蒸気ドラムに送り込まれる。

さらに、図示しない蒸気ドラムの飽和蒸気は二次過熱器 3 2 及び一次過熱器 3 3 に導入され、燃焼ガスによって過熱される。二次過熱器 3 2 及び一次過熱器 3 3 で生成された過熱蒸気は、図示しない発電プラント（例えばタービン等）に供給される。なお、本実施形態では、火炉 1 1 をドラム型（蒸気ドラム）として説明したが、この構造に限定されるものではない。

【 0 0 2 7 】

次に、燃焼装置 1 2 の構成例について詳細に説明する。

本実施形態の燃焼バーナ 2 0 は、例えば図 3 及び図 4 に示すように構成されている。図中の符号 2 1 は、燃料の重質油を微粒化して火炉 1 1 内へ噴射投入する重質油噴霧器（燃料噴霧器）である。この重質油噴霧器 2 1 の先端部には、微粒化流体として導入する噴霧用蒸気の圧力によって重質油燃料を微粒化して噴出するため、複数の噴出孔 2 2 a を有するオイルアトマイザ 2 2 が設けられている。

【 0 0 2 8 】

また、重質油噴霧器 2 1 の外周には、空気取入孔 2 3 a を有するハウジングチューブ 2 3 が設けられ、その先端部外面には、すなわちオイルアトマイザ 2 2 の近傍には、一次空気（図中の矢印 A 1）を回転させて供給するためのスワラー 2 4 が円周方向に複数設けられている。

ハウジングチューブ 2 3 及びスワラー 2 4 の周囲は、二次空気（図中の矢印 A 2）の空気通路 2 5 を形成するため、筒状のバーナスロート 2 6 で覆われている。さらに、バーナスロート 2 6 の外周には、三次空気（図中の矢印 A 3）を供給する空気通路 2 7 が設けられており、この空気通路 2 7 内には可変式空気ダンパ 2 8 を装備している。

【 0 0 2 9 】

このような構成の燃焼バーナ 2 0 において、燃料の重質油及び噴霧用蒸気は、重質油噴霧器 2 1 の内部を通して先端部のオイルアトマイザ 2 2 に至り、例えば径の異なる大小複数の噴出孔 2 2 a から重質油を微粒化した混合流体が所定の方向（例えば斜め前方）へ噴出される。この混合流体は、ハウジングチューブ 2 3 内を通過する燃焼用空気及びスワラー 2 4 によって回転しながら供給される一次空気と最初に接触し、互いに混合しつつ火炎域を形成する。

【 0 0 3 0 】

一方、スワラー 2 4 とバーナスロート 2 6 との隙間を通過してくる二次空気、及びバーナスロート 2 6 の外側より供給される三次空気は、一次空気による火炎領域より逸脱した未燃分と混合しつつ、主火炎下流部に安定した火炎域を形成する。

このとき、火炎の状態と、排ガス中の NO_x 濃度及び酸素濃度とに応じて、可変式空気ダンパ 2 8 の開度操作をして、三次空気の供給量を調節する。なお、NO_x 濃度及び酸素濃度は、煙道 3 1 の後部適所に設けられた図示しない NO_x 濃度計及び酸素濃度計の計測値である。

【 0 0 3 1 】

さて、上述した構成の燃焼バーナ 2 0 を備えた重質油焚きボイラ 1 0 において、本実施形態では、以下に説明する燃焼方法を採用する。

すなわち、本実施形態では、燃焼バーナ 2 0 の重質油噴霧器 2 1 に重質油燃料及び微粒化流体の蒸気を導入して混合し、微粒化された重質油噴霧粒子を含む混合流体を燃焼用空気とともに火炉 1 1 内へ噴射投入して燃焼させる重質油焚きボイラ 1 0 において、重質油燃料として残留炭素分が 1 0 % 以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させる。なお、以下に説明する本実施形態では、2 種類の重質油燃料（燃料油 A、燃料油 B）を使用するものとし、一方が相対的に燃料油 B より燃焼性の悪い（低い）燃料油 A であり、他方が相対的に燃料油 A より燃焼性の良い（高い）燃料油 B である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

そして、火炉 1 1 の上下方向に複数段が配置されている燃焼バーナ 2 0 から各々噴射投入される重質油噴霧粒子は、上段側の燃焼バーナ 2 0 から燃料油 B の重質油噴霧粒子が噴射投入され、かつ、下段側の燃焼バーナ 2 0 から燃料油 A の重質油噴霧粒子が噴射投入されるようになっている。この結果、上段側の燃焼バーナ 2 0 から噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性は、下段側の燃焼バーナ 2 0 から噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性より高くなる。

【 0 0 3 3 】

図示の構成例では、上下方向に 5 段の燃焼バーナ 2 0 が配置され、各段には、例えば周方向に沿って 4 個が均等間隔で配設されている。さらに、図示の構成例では、下段側 2 段の燃焼バーナ 2 0 (以下、「下段バーナ 2 0 N」と呼ぶ)に燃料油 A が供給され、かつ、上段側 3 段の燃焼バーナ (以下、「上段バーナ 2 0 P」と呼ぶ) 2 0 に燃料油 B が供給されている。従って、上下方向に 5 段配置された燃焼バーナ 2 0 は、下側 2 段の下段バーナ 2 0 N から燃焼性の低い重質油噴霧粒子が噴射投入され、かつ、上側 3 段の上段バーナ 2 0 P から燃焼性の高い重質油噴霧粒子が噴射投入されるが、例えば下側 3 段の下段バーナ 2 0 N から燃焼性の低い重質油噴霧粒子が噴射投入し、かつ、上側 2 段の上段バーナ 2 0 P から燃焼性の高い重質油噴霧粒子を噴射投入するなど、特に限定されることはない。

【 0 0 3 4 】

この結果、下段側 2 段の下段バーナ 2 0 N から噴射投入された燃焼性の低い燃料油 A の重質油噴霧粒子は、上段側 3 段の上段バーナ 2 0 P から噴射投入された燃焼性の高い燃料油 B の重質油噴霧粒子と比較して、火炉 1 1 内における重質油噴霧粒子の粒子軌跡が長くなるので、火炉内の滞留時間も長くなる。具体的には、下段バーナ 2 0 N から噴射投入された燃料油 A の重質油噴霧粒子は、図 1 に実線で示すような粒子軌跡を経て燃焼する。このため、燃料油 A の重質油噴霧粒子は、図 1 に破線で示すような粒子軌跡を経て燃焼する燃料油 B の重質油粒子と比較して、粒子軌跡が長い分だけ火炉 1 1 内の滞留時間も長くなる。こうして火炉 1 1 内の滞留時間が延長された燃料油 A の重質油粒子は、その燃焼時間も長くなる。

【 0 0 3 5 】

従って、燃焼性の異なる 2 種類の燃料油 A 及び燃料油 B を火炉 1 1 内で同時に燃焼させる場合には、滞留時間及び燃焼時間の長い下段バーナ 2 0 N から燃焼性の低い燃料油 A の重質油噴霧粒子を噴霧投入し、かつ、滞留時間及び燃焼時間の短い上段バーナ 2 0 P から燃焼性の高い燃料油 B の重質油噴霧粒子を噴霧投入することにより、ボイラ出口に到達するまでの間に燃焼しないで未燃分となりやすい燃焼性の低い燃料油 A の重質油噴霧粒子に対して、長い火炉内滞留時間及び燃焼時間が確保されるため、ボイラ出口における煤塵量の増加を抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

図 2 は、重質油噴霧粒子の燃焼プロセスを示す説明図であり、横軸を炉内滞留時間として、縦軸に燃料重量を示している。すなわち、図 2 は、上述した 2 種類の燃料油 A 及び燃料油 B について、同じ炉内滞留時間の経過に伴う燃料重量の変化を示している。

同じ燃料重量の燃料油 A 及び燃料油 B は、火炉 1 1 内へ噴射投入された炉内滞留時間の初期段階において、高温の火炉 1 1 内で噴霧液滴が蒸発及び熱分解する。こうして発生した揮発分が燃焼し、チャーが残ることとなる。このような揮発分の燃焼は、燃焼性の高い燃料油 B で顕著 (燃料重量の減少変化が大) となるため、換言すれば、燃焼性の高い燃料油 B が揮発分を多く含んでいるため、チャー収率は燃料油 B の が燃料油 A の より低くなる。

【 0 0 3 7 】

このチャー収率は、投入された燃料重量に対するチャーの重量割合である。このようなチャー収率は、従来から重質油燃焼性の一次評価に用いられており、燃焼性の高い燃料油ほど揮発分の割合が多いため、小さな値となる傾向にある。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

揮発分の発生・燃焼後には、残ったチャーの燃焼が進行する。このようなチャーの燃焼は、炉内滞留時間においてボイラ出口に到達するまで進行する。

図示の例では、燃料油 A の場合、チャー収率 α の状態からチャーの燃焼が進行し、投入された燃料重量に対するボイラ出口の未燃分重量割合が m の状態で排出される。一方、燃料油 B の場合、チャー収率 β の状態からチャーの燃焼が進行し、投入された燃料重量に対するボイラ出口の未燃分重量割合が n の状態で排出される。なお、チャー収率 α から未燃分重量割合 m 、 β から未燃分重量割合 n に至るまでの炉内滞留時間内において、燃料重量が変化する傾きを燃料油毎に異なるチャー燃焼特性と呼ぶ。

【 0 0 3 9 】

ところで、上述した重質油の燃焼性は、すなわち、重質油噴霧粒子の燃焼性は、チャー収率及びチャーの燃焼速度から下記の数式に基づいて算出される燃焼性評価指標の大小から高低（良し悪し）を判断するとよい。この場合、燃焼評価指標が大きいと、重質油噴霧粒子の燃焼性は低いと評価される。

【数 3】

$$\text{燃焼性評価指標} = \alpha \times \left(\frac{\text{チャー収率}}{\text{燃焼速度}} \right)^\beta$$

α, β は定数

10

20

【 0 0 4 0 】

この数式では、上述したチャー収率に加えて、チャーの燃焼速度を加味して燃焼性評価指標を算出する。ここで使用するチャー収率は、工業分析における残留炭素の収率を用いることもできるが、例えばキュリーポイントパイロラーザーのような急速熱分解装置により値を得ることができれば、より精度を上げることができる。また、燃焼速度は、例えば示差熱重量測定装置によるチャー燃焼特性試験により得られる値である。すなわち、この燃焼速度は、図 2 に基づいて説明した燃料油毎に異なるチャー燃焼特性であり、炉内滞留時間内においてチャー収率 α から未燃分重量割合 m 、 β から未燃分重量割合 n に至る燃料重量の変化（傾き）である。

なお、この場合の燃焼速度は、平均燃焼速度を用いているが、チャーの燃え残り（燃焼率が 1 に近い領域）の燃焼速度を用いてもよい。

【 0 0 4 1 】

従って、図 2 に示す燃焼プロセスにおいて、燃焼性の低い燃料油 A の炉内滞留時間を長くすれば、未燃分重量割合を低下させて燃料油 B に近づけることができる。すなわち、燃料油 A の炉内滞留時間を長くすることは、図 2 におけるボイラ出口を右側に移動させることを意味するので、炉内滞留時間の延長に応じて、未燃分重量割合 m を n まで低下させることが可能になる。

【 0 0 4 2 】

また、チャー燃焼速度（燃焼特性）を考慮した燃焼評価指標を採用すれば、チャーの残留量だけでなく、チャーの質を意味する燃焼性（炉内滞留時間内で燃焼するチャーの量）も反映させた評価が可能になるので、各重質油噴霧粒子の燃焼性に関する評価精度はより一層向上したものとなる。

なお、炉内滞留時間延長後における燃料油 A の未燃分割合 n は、燃料油 A 及び燃料油 B のチャー燃焼特性や延長時間等に応じて、燃料油 B の未燃分割合 n と同じになる場合だけでなく、諸条件によっては逆転して未燃分割合 n より低下する場合もある。

【 0 0 4 3 】

また、こうしてボイラ出口における煤塵量の増加を抑制できれば、煤塵対策を目的として燃料油の微粒化に用いる蒸気等の微粒化流体（噴霧媒体）を増量する必要がなくなり、この結果、煤塵対策を目的とする微粒化流体の消費率増加を抑制できる。

そして、燃焼性の異なる重質油を 3 種類以上同時に燃焼させる場合には、最も燃焼性の

30

40

50

低い重質油の重質油噴霧粒子を下段側に位置する1または複数段の燃焼バーナ20から噴射投入し、最も燃焼性の高い重質油の重質油噴霧粒子を上段側に位置する1または複数段の燃焼バーナ20から噴射投入するように、下段側にある1または複数段の燃焼バーナ20から上段側にある1または複数段の燃焼バーナ20へ向けて、噴射投入される重質油噴霧粒子の燃焼性を順次高くすればよい。すなわち、3種類の重質油を同時に燃焼させる場合には、下段領域、中段領域及び上段領域の順に、燃焼バーナ20から噴射投入する重質油噴霧粒子の燃焼性を高くしていけばよい。

【0044】

このように、上述した本実施形態によれば、重質油燃料として残留炭素分が10%以上となる燃料油を含む複数の油種を同時に燃焼させる重質油焚きボイラ10においては、火炉11内の粒子軌跡（滞留時間）を有効利用して燃焼性の低い燃料を可能な限り長く燃焼させることにより、すなわち、燃焼性の低い重質油燃料の重質油噴霧粒子を下段側の燃焼バーナ20から噴射投入して長い炉内滞留時間を確保することにより、蒸気等の微粒化流体消費率を増加させることなく、ボイラ出口から排出される煤塵量を抑制することが可能になる。このような本実施形態の重質油焚きボイラ10及びその燃焼方法は、旋回燃焼方式や対向燃焼方式のボイラに適用可能である。

10

なお、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、たとえば微粒化流体として空気の利用が可能であるなど、その要旨を逸脱しない範囲内において適宜変更することができる。

【符号の説明】

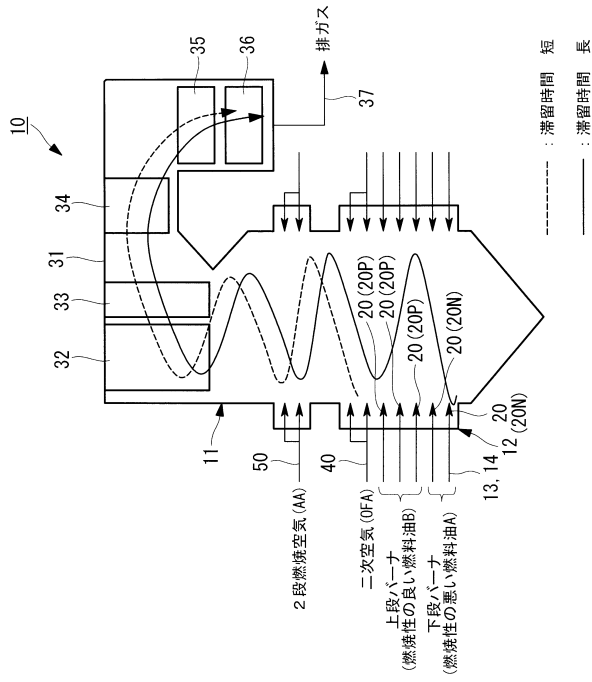
20

【0045】

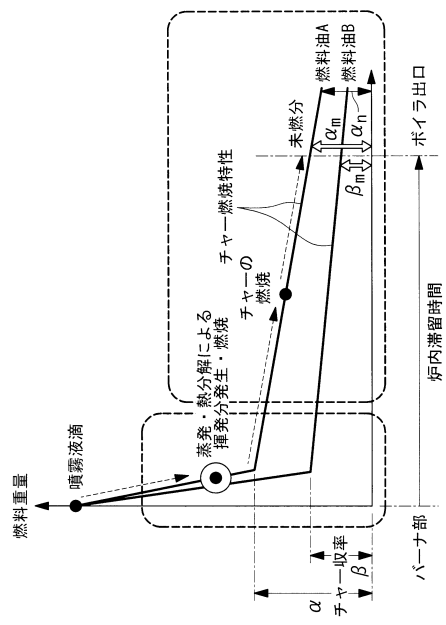
- 10 重質油焚きボイラ
- 11 火炉
- 12 燃焼装置
- 13 燃料供給配管
- 14 蒸気供給配管
- 20 燃焼バーナ
- 20N 下段バーナ
- 20P 上段バーナ
- 21 重質油噴霧器（燃料噴霧器）
- 22 オイルアトマイザ
- 24 スワラー
- 31 煙道

30

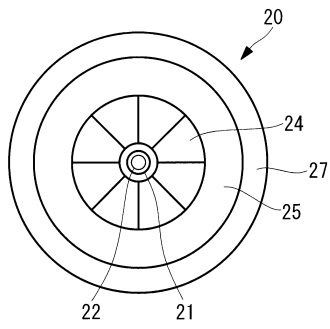
【図1】



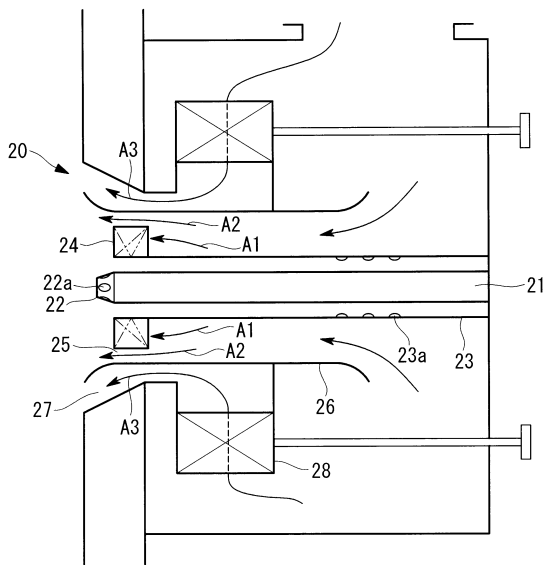
【図2】



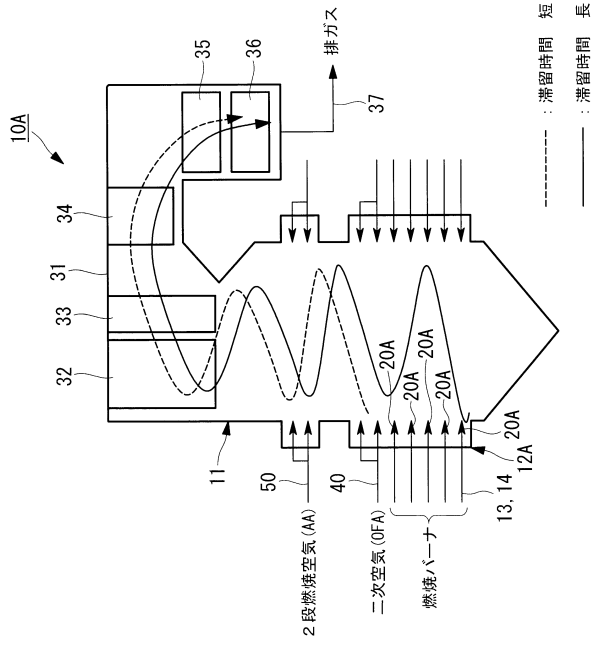
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 宏

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 岩 崎 則昌

(56)参考文献 特開2000-356307(JP,A)

特開昭63-180004(JP,A)

特開昭64-041701(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23C 1/00

F23D 11/10