

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: ボイラ1は、火炉10中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料を燃焼させたとき、ガス温度が400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が300～650℃で発生するファウリングを抑制するボイラ1であって、ボイラ1は、火炉10とスピネル族化合物供給部とを備え、前記バイオマス含有燃料の燃焼の際に前記スピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。

明 細 書

発明の名称： ボイラ及びファウリング抑制方法

技術分野

[0001] 本開示は、ボイラ及びファウリング抑制方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、石炭を含む固体燃料を用いたボイラが知られている。このボイラでは、燃焼した石炭から灰が発生し、灰が燃焼ガスによって流動する。このため、上記ボイラでは、灰が、火炉の壁面、及び火炉上方から下流にわたって配置された伝熱管群等に付着して堆積し、スラッシング、ファウリング等が生じる。

[0003] ここで、スラッシングとは、火炎からの輻射を受ける伝熱面に生じる灰粒子の付着である。スラッシングは、通常、還元雰囲気中、ガス温度が1000℃以上の高温域で生じる。また、ファウリングとは、燃焼時に一旦揮発した灰分が凝縮することにより、伝熱面に生じる灰粒子の付着である。ファウリングは、通常、酸化雰囲気中、ガス温度400～1000℃の範囲で発生する。

[0004] これに対し、特許文献1には、ボイラの灰付着抑制方法が開示されている。特許文献1に開示された灰付着抑制方法は、固体燃料の灰成分の組成と添加剤の組成とを予め測定し、固体燃料と添加剤との適切な混合比率を決定し、決定された混合比率の混合物をボイラに供給する方法である。

[0005] 例えば、特許文献1の各実施例では、微粉炭と添加剤との混合物について、 N_2 ：80%、 O_2 ：1%、 CO_2 ：19%の比較的不活性な雰囲気中、1300℃で燃焼させ、灰の付着率を測定している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5713813号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献 1 に記載された灰付着抑制方法は、実施例の雰囲気及び燃焼温度に鑑みると、スラッシングの抑制方法を開示するものと解される。このため、特許文献 1 には、ファウリングの効率的な抑制方法は開示されていない。

[0008] 本開示は、このような従来技術が有する課題に鑑みてなされたものである。本開示の目的は、ファウリングの発生を効率的に抑制する、ボイラ及びファウリング抑制方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の第 1 の態様に係るボイラは、火炉中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料を燃焼させたとき、ガス温度が 400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が 300～650℃で発生するファウリングを抑制するボイラであって、前記ボイラは、火炉とスピネル族化合物供給部とを備え、前記バイオマス含有燃料の燃焼の際に前記スピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。

[0010] 本開示の第 2 の態様に係るボイラは、第 1 の態様に係るボイラにおいて、前記火炉は、前記バイオマス含有燃料の燃焼で生成する燃焼ガスが上昇する縦型の火炉本体と、前記火炉本体の側面に設けられたバーナー部と、前記火炉本体の側面であつ前記バーナー部より上方に設けられ、前記火炉本体内に空気を供給するオーバーエアポート部と、を備え、前記ボイラは、さらに、前記バイオマス含有燃料を粉碎するミルと、前記ミルに前記バイオマス含有燃料を供給するミル供給ラインと、前記ミルから排出されたバイオマス含有燃料を前記バーナー部に供給するバーナー部用燃料供給ラインと、前記オーバーエアポート部に空気を供給する OAP 供給ラインと、を備え、前記火炉本体は、頂部を備え、前記スピネル族化合物供給部は、前記ミル供給ライン、前記バーナー部用燃料供給ライン、前記 OAP 供給ライン、及び前記火炉本体の頂部より選択される 1 種以上の部分に設けられる。

[0011] 本開示の第 3 の態様に係るボイラは、第 1 又は第 2 の態様に係るボイラに

において、前記スピネル族化合物は、 MgAl_2O_4 、 FeAl_2O_4 、 ZnAl_2O_4 、 MnAl_2O_4 、 $\text{FeFe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{MgFe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{MnFe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 FeCr_2O_4 及び MgCr_2O_4 より選択される少なくとも1種の金属酸化物である。

[0012] 本開示の第4の態様に係るボイラは、第1～第3のいずれかの態様に係るボイラにおいて、前記火炉に供給される前記バイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 M_v [kg/Hr] と、前記火炉に供給される前記スピネル族化合物の単位時間当たり質量 M_s [kg/Hr] との比率 $M_v : M_s$ が100 : 10～0.01の範囲内にある。

[0013] 本開示の第5の態様に係るファウリング抑制方法は、火炉を備えたボイラを用い、前記火炉中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料を燃焼させたとき、ガス温度が400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が300～650℃で発生するファウリングを抑制するファウリング抑制方法であって、前記ボイラは、スピネル族化合物供給部をさらに備え、前記バイオマス含有燃料の燃焼の際に前記スピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。

[0014] 本開示の第6の態様に係るファウリング抑制方法は、第5の態様に係るファウリング抑制方法において、前記スピネル族化合物は、 MgAl_2O_4 、 FeAl_2O_4 、 ZnAl_2O_4 、 MnAl_2O_4 、 $\text{FeFe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{MgFe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{MnFe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 FeCr_2O_4 及び MgCr_2O_4 より選択される少なくとも1種の金属酸化物である。

[0015] 本開示の第7の態様に係るファウリング抑制方法は、第5又は第6の態様に係るファウリング抑制方法において、前記火炉に供給される前記バイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 M_v [kg/Hr] と、前記火炉に供給される前記スピネル族化合物の単位時間当たり質量 M_s [kg/Hr] との比率 $M_v : M_s$ が100 : 10～0.01の範囲内にある。

[0016] 本開示の第8の態様に係るファウリング抑制方法は、第5～第7のいずれかの態様に係るファウリング抑制方法において、前記火炉は、前記バイオマ

ス含有燃料の燃焼で生成する燃焼ガスが上昇する縦型の火炉本体と、前記火炉本体の側面に設けられたバーナー部と、前記火炉本体の側面であつ前記バーナー部より上方に設けられ、前記火炉本体内に空気を供給するオーバーエアポート部と、を備え、前記ボイラは、さらに、前記バイオマス含有燃料を粉砕するミルと、前記ミルに前記バイオマス含有燃料を供給するミル供給ラインと、前記ミルから排出されたバイオマス含有燃料を前記バーナー部に供給するバーナー部用燃料供給ラインと、前記オーバーエアポート部に空気を供給するOAP供給ラインと、を備え、前記火炉本体は、頂部を備え、前記スピネル族化合物供給部は、前記ミル供給ライン、前記バーナー部用燃料供給ライン、前記OAP供給ライン、及び前記火炉本体の頂部より選択される1種以上の部分に設けられる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施形態に係るボイラを示す図である。

[図2]実施例1で用いた縦型加熱炉試験システムを示す図である。

[図3]図2の範囲Bを拡大した図である。

[図4]図2に示す縦型加熱炉試験システムを構成する縦型加熱炉における燃焼時の温度分布を模式的に示すグラフである。

[図5]灰、又は灰と添加剤との混合物の供給量と、灰付着量との関係を示すグラフである。

[図6]灰粒子の粒子径と積算個数との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を用いて実施形態に係るボイラ及びファウリング抑制方法について詳細に説明する。

[0019] [ボイラ]

はじめに、ボイラについて説明する。図1は、実施形態に係るボイラを示す図である。

[0020] 図1に示すボイラ1は、火炉10中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料を燃焼させたとき、ガス温度が400～1000℃の酸化雰囲気

下で、伝熱管表面温度が300～650℃で発生するファウリングを抑制する装置である。ここで、伝熱管表面温度とは、火炉内に設置された蒸気の流れる配管の燃焼ガスと接する側の表面の温度を意味する。また、ボイラ1は、バイオマス含有燃料の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることにより、上記ファウリングを抑制する装置である。

[0021] ボイラ1の構成については後に詳述するが、簡単に説明する。ボイラ1は、火炉10とスピネル族化合物供給部とを備える。ここで、スピネル族化合物供給部とは、火炉10内にスピネル族化合物が供給される部分である。スピネル族化合物供給部は、ミル供給ライン75、バーナー部用燃料供給ライン85、OAP供給ライン15、及び火炉本体11の頂部12より選択される1種以上の部分に設けられる。

[0022] このように、ボイラ1は、上記ファウリングを抑制するボイラであって、火炉10とスピネル族化合物供給部とを備え、前記バイオマス含有燃料の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される装置である。

[0023] なお、図1では、ボイラ1が、ミル供給ライン75、バーナー部用燃料供給ライン85、OAP供給ライン15、及び火炉本体11の頂部12の4種の部分にスピネル族化合物供給部が設けられる一例を示している。しかし、ボイラ1の変形例として、これら4種の部分のうちの1種以上3種以下の部分にスピネル族化合物供給部が設けられる装置とすることが可能である。

[0024] また、ボイラ1は、好ましくは、火炉10中でバイオマス含有燃料50を燃焼させたとき、ガス温度が800～900℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が500～650℃のボイラ後伝部で発生するファウリングを抑制する装置である。以下、ボイラ1について詳述する。

[0025] (バイオマス含有燃料)

はじめに、ボイラ1での燃焼に用いられるバイオマス含有燃料50について説明する。バイオマス含有燃料50は、バイオマス固体燃料を含む燃料である。バイオマス含有燃料50は、通常、バーナー部13での燃焼用の燃料

として用いられる。

[0026] バイオマス固体燃料としては、例えば、木質チップ、EFB、PKS、及びバークより選択される1種以上の燃料が用いられる。ここで、EFB (Empty Fruits Bunch) とは、パーム椰子空果房である。PKS (Palm Kernel Shell) とは、パーム椰子殻である。バークとは、樹皮である。

[0027] 本実施形態において、バイオマス含有燃料50は、バイオマス固体燃料のみからなる場合と、バイオマス固体燃料に加え微粉炭を含む場合とがある。上記のバイオマス含有燃料50の微粉末の大きさは、バイオマス含有燃料50がバイオマス固体燃料のみからなる場合と、バイオマス含有燃料50がバイオマス固体燃料に加え微粉炭を含む場合とのいずれの場合にも適用される。バイオマス固体燃料は、ボイラ1に設けられたミル80等での粉砕により微粉末化された後、バーナー部13に供給される。

[0028] ボイラ1の通常運転時において、微粉末状のバイオマス含有燃料50は、バーナー部13より火炉10内に供給され、供給とほぼ同時に燃焼される。バイオマス含有燃料50は、燃焼により燃焼ガスを生成し、生成した燃焼ガスは縦型の火炉本体11内を上昇する。実施形態に係るボイラ1は、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることができ構造になっている。

[0029] (スピネル族化合物)

次に、スピネル族化合物について説明する。スピネル族化合物とは、スピネル型結晶構造を有する化合物である。実施形態に係るボイラ1では、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることにより、ファウリングの発生を抑制することが可能である。

[0030] スピネル族化合物としては、例えば、 $MgAl_2O_4$ 、 $FeAl_2O_4$ 、 $ZnAl_2O_4$ 、 $MnAl_2O_4$ 、 $FeFe^{3+}_2O_4$ 、 $MgFe^{3+}_2O_4$ 、 $MnFe^{3+}_2O_4$ 、 $FeCr_2O_4$ 及び $MgCr_2O_4$ より選択される少なくとも1種の金属酸

化物が用いられる。

[0031] なお、スピネル族化合物は、ボイラ 1 の複数個所のスピネル族化合物供給部から火炉 10 に供給されることがある。具体的には、スピネル族化合物を供給するスピネル族化合物供給部は、ミル 80、ミル供給ライン 75、バーナー部用燃料供給ライン 85、OAP 供給ライン 15、及び火炉本体 11 の頂部 12 より選択される 1 種以上の部分に設けられることがある。スピネル族化合物がボイラ 1 の複数個所のスピネル族化合物供給部から火炉 10 に供給される場合は、火炉 10 に供給される各個所のスピネル族化合物の微粉末の積算分布径 D_{50} が、上記スピネル族化合物の微粉末の積算分布径 D_{50} の範囲内になるようにする。

[0032] 火炉 10 に供給されるバイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 M_v [kg/Hr] と、火炉 10 に供給されるスピネル族化合物の単位時間当たり質量 M_s [kg/Hr] との比率 $M_v : M_s$ が、通常 100 : 10 ~ 0.01 の範囲内にある。

[0033] スピネル族化合物がボイラ 1 の複数個所のスピネル族化合物供給部から火炉 10 に供給される場合、上記 M_s は、複数個所のスピネル族化合物供給部から火炉 10 に供給されるスピネル族化合物の単位時間当たりの合計質量 [kg/Hr] である。

[0034] ボイラ 1 では、バイオマス含有燃料 50 は複数個のバーナー部 13 から火炉 10 に供給される。この場合、上記 M_v は、複数個のバーナー部 13 から火炉 10 に供給されるバイオマス含有燃料 50 の単位時間当たりの合計質量 [kg/Hr] である。

[0035] (ボイラの構成)

次に、ボイラ 1 の構成について説明する。なお、ボイラ 1 において、スピネル族化合物を供給するスピネル族化合物供給部は、ミル供給ライン 75、バーナー部用燃料供給ライン 85、OAP 供給ライン 15、及び火炉本体 11 の頂部 12 より選択される 1 種以上の部分に設けられる。

[0036] 具体的には、ミル供給ライン 75 に設けられるスピネル族化合物供給部は

、スピネル族化合物ミル上流供給部 77 であり、火炉 10 外に設けられる。また、バーナー部用燃料供給ライン 85 に設けられるスピネル族化合物供給部は、スピネル族化合物ミル下流供給部 87 であり、火炉 10 外に設けられる。さらに、OAP 供給ライン 15 に設けられるスピネル族化合物供給部は、スピネル族化合物 OAP 供給部 17 であり、火炉 10 外に設けられる。また、火炉本体 11 の頂部 12 に設けられるスピネル族化合物供給部は、頂部供給部 19 であり、火炉 10 内に設けられる。各スピネル族化合物供給部については、火炉 10 内に設けられる構成と火炉 10 外に設けられる構成とに分けて後述する。

[0037] ボイラ 1 は、火炉 10 と、火炉 10 の下流側に設けられた燃焼ガス水平移動部 20 と、燃焼ガス水平移動部 20 の下流側に設けられた燃焼ガス下降部 30 と、を備える。また、ボイラ 1 は、バイオマス含有燃料 50 を粉砕するミル 80 等を備える。

[0038] <火炉>

火炉 10 は、バイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料 50 を燃焼させることが可能な装置である。火炉 10 は、縦型の火炉本体 11 と、バーナー部 13 と、オーバーエアポート部 14 とを備える。また、火炉本体 11 は頂部 12 を備え、火炉本体 11 の頂部 12 には、スピネル族化合物供給部としての頂部供給部 19 が設けられる。

[0039] なお、図 1 に示すボイラ 1 は、火炉 10 が水平部や下降部を有する一例であり、ボイラ 1 の構造は図 1 に示すボイラ 1 の構造に限定されない。例えば、ボイラ 1 は、火炉 10 が水平部や下降部を有さない、タワー型ボイラとすることができる。

[0040] 火炉本体 11 は、火炉本体 11 の内部の鉛直方向の長さが水平方向の幅より長い縦型構造を有する筒状構造体である。火炉本体 11 は、火炉本体 11 の内部において、バイオマス含有燃料 50 の燃焼で生成する燃焼ガスが火炉本体 11 の内部形状に沿って上昇する構造になっている。火炉本体 11 の頂部 12 には、バイオマス含有燃料 50 の燃焼の際にスピネル族化合物供給部

からスピネル族化合物が供給される頂部供給部 19 及び火炉頂部水管群 41 が設けられる。ここで、火炉本体 11 の頂部 12 とは、火炉本体 11 の天井を構成する部分を意味する。

[0041] バーナー部 13 は、火炉本体 11 内においてバイオマス含有燃料 50 を燃焼させる装置である。具体的には、バーナー部 13 は、バイオマス含有燃料 50 の微粉末と空気とを含む混合物である燃料微粉末含有ガスを燃焼させることができる構造になっている。バーナー部 13 は、火炉本体 11 の側面に設けられ、火炉本体 11 の内部に燃料微粉末含有ガスを供給することができるようになっている。

[0042] なお、バーナー部 13 は、燃料微粉末含有ガスに代えて、燃料微粉末含有ガスとスピネル族化合物の微粉末との混合物である燃料ースピネル含有ガスを供給することができるようになっている。燃料ースピネル含有ガスは、バイオマス含有燃料 50 の微粉末と空気とスピネル族化合物の微粉末とを含む混合物である。

[0043] バーナー部 13 から供給される燃料微粉末含有ガス及び燃料ースピネル含有ガスの燃焼温度は、通常 1200～1400℃と高温である。このため、400～1000℃で生じるファウリングは、火炉本体 11 内のバーナー部 13 の近傍では、通常、発生しない。ファウリングは、ガス温度が 400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が 300～650℃である、バーナー部 13 よりも下流のボイラ後伝部で発生する。

[0044] オーバーエアポート部 14 は、二段燃焼用の空気の供給口である。オーバーエアポート部 14 は、火炉本体 11 の側面であつバーナー部 13 より上方に設けられ、火炉本体 11 内に空気を供給する。また、オーバーエアポート部 14 は、空気に代えて、スピネル族化合物の微粉末と空気とを含むスピネル微粉末含有ガスを供給することができるようになっている。

[0045] <火炉 10 内に設けられるスピネル族化合物供給部>

[頂部供給部]

火炉 10 内において、火炉本体 11 の頂部 12 には、頂部供給部 19 が設

けられる。頂部供給部 19 は、スピネル族化合物を火炉本体 11 の頂部 12 から火炉本体 11 内に供給するスピネル族化合物供給部である。すなわち、スピネル族化合物供給部としての頂部供給部 19 は、火炉本体 11 の頂部 12 に設けられている。

[0046] スピネル族化合物供給部として頂部供給部 19 が用いられる場合、通常、バイオマス含有燃料の燃焼の際に、頂部供給部 19 から火炉本体 11 内にスピネル族化合物が供給される。火炉本体 11 内では、バイオマス含有燃料の燃焼で生じた灰と、スピネル族化合物とが反応して、アルミナシリケート塩やシリケート塩等を生成することにより、大きな粒径の灰が形成される。この大きな粒径の灰により、生成した灰の火炉 10 内への付着が抑制される。

[0047] 頂部供給部 19 は、スピネル族化合物を、スピネル族化合物のみの形態で、又はスピネル族化合物の微粉末と空気とを混合して得られたスピネル族化合物混合ガスの形態で、火炉 10 内に供給することができるようになっている。頂部供給部 19 の上流側には、通常、ミル等の粉砕手段が備えられない。このため、頂部供給部 19 を介してスピネル族化合物が供給される場合は、通常、微粉末状のスピネル族化合物が供給される。

[0048] なお、頂部供給部 19 の上流側にミル等の粉砕部を備えてもよい。この場合、この粉砕部に供給されるスピネル族化合物としては、微粉末に限定されず、塊状のスピネル族化合物を用いることができる。なお、微粉末よりも大きな塊状等のスピネル族化合物を用いる場合、粉砕部から排出されて頂部供給部 19 に供給されるスピネル族化合物が微粉末になるように粉砕部で処理を行う。

[0049] 火炉本体 11 の頂部 12 でかつ頂部供給部 19 よりも下流側には、複数の水管 40 からなる火炉頂部水管群 41 が設けられる。ここで、下流とは、ボイラ 1 の通常運転時の燃焼ガスの流れ方向における下流を意味する。火炉頂部水管群 41 は、具体的には、火炉本体 11 の頂部 12 の内、頂部供給部 19 よりも燃焼ガス水平移動部 20 に近い部分に設けられる。火炉頂部水管群 41 は、通常、過熱器として用いられる。なお、図 1 に示すボイラ 1 は火炉

頂部水管群 4 1 を 1 個備えるが、ボイラの変形例として、火炉頂部水管群 4 1 を複数個備える構成としてもよい。

[0050] なお、スピネル族化合物を添加しない場合、ファウリングは、火炉 1 0 の中では、火炉頂部水管群 4 1 の水管 4 0 の表面で生じやすい。このため、ファウリングの発生を抑制するスピネル族化合物を火炉 1 0 内に供給する頂部供給部 1 9 は、火炉頂部水管群 4 1 よりも上流側に設けられる。なお、ファウリングは、火炉 1 0 中の火炉頂部水管群 4 1 よりも、下流の燃焼ガス水平移動部 2 0 及び燃焼ガス下降部 3 0 中の部材で発生しやすい。

[0051] <燃焼ガス水平移動部>

燃焼ガス水平移動部 2 0 は、火炉 1 0 の下流側に設けられ、火炉 1 0 から排出された燃焼ガスが水平方向に移動する部分である。燃焼ガス水平移動部 2 0 は、内部に水平移動部水管群 4 2 を備える。水平移動部水管群 4 2 は、複数の水管 4 0 からなり、通常、過熱器又は再熱器として用いられる。なお、図 1 に示すボイラ 1 は水平移動部水管群 4 2 を 1 個備えるが、ボイラの変形例として、水平移動部水管群 4 2 を複数個備える構成としてもよい。水平移動部水管群 4 2 を複数個備えるボイラの変形例では、水平移動部水管群 4 2 の一部を過熱器とし、水平移動部水管群 4 2 の残部を再熱器とする構成としてもよい。

[0052] スピネル族化合物を添加しない場合、ボイラ 1 でのファウリングは、火炉 1 0 よりも、燃焼ガス水平移動部 2 0、及び後述の燃焼ガス下降部 3 0 で生じやすい。具体的には、ファウリングは、火炉 1 0 の火炉頂部水管群 4 1 の水管 4 0 の表面よりも、燃焼ガス水平移動部 2 0 の水平移動部水管群 4 2 の水管 4 0 の表面、及び後述の燃焼ガス下降部 3 0 の下降部水管群 4 3 の水管 4 0 の表面で生じやすい。ボイラ 1 では、燃焼ガス水平移動部 2 0 より上流の火炉本体 1 1 に、頂部供給部 1 9、スピネル族化合物ミル上流供給部 7 7 等のスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることにより、ファウリングの発生を抑制することができる。

[0053] <燃焼ガス下降部>

燃焼ガス下降部30は、燃焼ガス水平移動部20の下流側に設けられ、燃焼ガス水平移動部20から排出された燃焼ガスが下降する部分である。燃焼ガス下降部30は、内部に下降部水管群43を備える。下降部水管群43は、複数の水管40からなり、通常、過熱器又は再熱器として用いられる。ボイラ1は下降部水管群43として、下降部水管群43a、43b及び43cを備える。これらの下降部水管群43a、43b及び43cは、例えば、それぞれ、過熱器又は再熱器として用いられる。なお、図1に示すボイラ1は下降部水管群43として下降部水管群43a、43b及び43cの3個を備えるが、ボイラの変形例として、下降部水管群43を3個以外の個数で備える構成としてもよい。

[0054] スピネル族化合物を添加しない場合、ボイラ1でのファウリングは、火炉10よりも、燃焼ガス下降部30、及び燃焼ガス水平移動部20で生じやすい。具体的には、ファウリングは、火炉10の火炉頂部水管群41の水管40の表面よりも、燃焼ガス下降部30の下降部水管群43の水管40の表面、及び燃焼ガス水平移動部20の水平移動部水管群42の水管40の表面で生じやすい。ボイラ1では、燃焼ガス下降部30より上流の火炉本体11に、頂部供給部19、スピネル族化合物ミル上流供給部77等のスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることにより、ファウリングの発生を抑制することができる。

[0055] ミル80は、微粉末よりも大きなバイオマス含有燃料50を粉砕する装置である。微粉末よりも大きなバイオマス含有燃料50は、ミル80で処理されることにより、微粉末状のバイオマス含有燃料50になる。

[0056] ボイラ1では、微粉末状のバイオマス含有燃料50を火炉10のバーナー部13に供給することにより、バイオマス含有燃料50を燃焼させる。一方、未加工のバイオマス含有燃料50は、微粉末よりも大きな物質を含むことがある。例えば、未加工のバイオマス含有燃料50に含まれるバイオマス固体燃料が直径1～3mm程度のペレットであることがある。ミル80は、主に、このような微粉末よりも大きなバイオマス含有燃料50を粉砕し、微粉

末化する装置である。

[0057] <火炉10外に設けられるスピネル族化合物供給部>

火炉10外には、スピネル族化合物供給部が3種類設けられる。火炉10外に設けられるスピネル族化合物供給部は、ミル供給ライン75、バーナー部用燃料供給ライン85、又はOAP供給ライン15に設けられる。なお、火炉10外にスピネル族化合物供給部が設けられる場合、ボイラ1の変形例として、これら3種の部分のうちの1種以上2種以下の部分にスピネル族化合物供給部が設けられる装置とすることが可能である。

[0058] ボイラ1では、具体的には、ミル供給ライン75に設けられるスピネル族化合物供給部は、スピネル族化合物ミル上流供給部77である。また、バーナー部用燃料供給ライン85に設けられるスピネル族化合物供給部は、スピネル族化合物ミル下流供給部87である。さらに、OAP供給ライン15に設けられるスピネル族化合物供給部は、スピネル族化合物OAP供給部17である。以下、これらのスピネル族化合物供給部について説明する。

[0059] [スピネル族化合物ミル上流供給部]

ミル80の上流側にはミル80にバイオマス含有燃料50を供給するミル供給ライン75が設けられる。また、ミル供給ライン75の上流側にはミル供給ライン75にバイオマス含有燃料50を供給する燃料供給部70が設けられる。このため、燃料供給部70に供給されたバイオマス含有燃料50は、ミル供給ライン75を介してミル80に移送され、ミル80での粉碎により微粉末化されるようになっている。

[0060] ミル供給ライン75の途中には、スピネル族化合物ミル上流供給部77が設けられる。スピネル族化合物ミル上流供給部77は、スピネル族化合物をミル供給ライン75に供給するスピネル族化合物供給部である。すなわち、スピネル族化合物供給部としてのスピネル族化合物ミル上流供給部77は、ミル供給ライン75に設けられている。

[0061] スピネル族化合物供給部としてスピネル族化合物ミル上流供給部77が用いられる場合、通常、バイオマス含有燃料の燃焼の際に、スピネル族化合物

ミル上流供給部 77 から火炉本体 11 内にスピネル族化合物が供給される。火炉本体 11 内では、バイオマス含有燃料の燃焼で生じた灰と、スピネル族化合物とが反応して、アルミナシリケート塩やシリケート塩等を生成することにより、大きな粒径の灰が形成される。この大きな粒径の灰により、生成した灰の火炉 10 内への付着が抑制される。

[0062] ミル供給ライン 75 はミル 80 の上流側に位置するため、スピネル族化合物ミル上流供給部 77 を介して供給されたスピネル族化合物をミル 80 で粉砕することが可能である。このため、スピネル族化合物ミル上流供給部 77 を介してスピネル族化合物が供給される場合、微粉末よりも大きな塊状等のスピネル族化合物をそのまま供給することが可能である。微粉末よりも大きなスピネル族化合物をそのままミル供給ライン 75 に供給する場合、得られる微粉末状のスピネル族化合物を微粉化するためミル 80 を設定する。

[0063] [スピネル族化合物ミル下流供給部]

ミル 80 の下流側にはミル 80 から排出されたバイオマス含有燃料 50 をバーナー部 13 に供給するバーナー部用燃料供給ライン 85 が設けられる。ミル 80 から排出されたバイオマス含有燃料 50 が微粉末状である場合、このバイオマス含有燃料 50 を、このまま、バーナー部 13 に供給することが可能である。バーナー部用燃料供給ライン 85 は、ミル 80 の下流側でバーナー部 13 の個数に相当する数に分岐される。微粉末状のバイオマス含有燃料 50 は、必要により空気と共にバーナー部 13 に移送される。

[0064] バーナー部用燃料供給ライン 85 の途中には、スピネル族化合物ミル下流供給部 87 が設けられる。スピネル族化合物ミル下流供給部 87 は、スピネル族化合物をバーナー部用燃料供給ライン 85 に供給するスピネル族化合物供給部である。すなわち、スピネル族化合物供給部としてのスピネル族化合物ミル下流供給部 87 は、バーナー部用燃料供給ライン 85 に設けられている。

[0065] スピネル族化合物供給部としてスピネル族化合物ミル下流供給部 87 が用いられる場合、通常、バイオマス含有燃料の燃焼の際に、スピネル族化合物

ミル下流供給部 87 から火炉本体 11 内にスピネル族化合物が供給される。火炉本体 11 内では、バイオマス含有燃料の燃焼で生じた灰と、スピネル族化合物とが反応して、アルミナシリケート塩やシリケート塩等を生成することにより、大きな粒径の灰が形成される。この大きな粒径の灰により、生成した灰の火炉 10 内への付着が抑制される。

[0066] バーナー部用燃料供給ライン 85 はミル 80 の下流側に位置するため、バーナー部用燃料供給ライン 85 を介して供給されたスピネル族化合物を粉砕することはできない。このため、スピネル族化合物ミル下流供給部 87 を介してスピネル族化合物が供給される場合は、微粉末状のスピネル族化合物が供給される。

[0067] [スピネル族化合物 OAP 供給部]

火炉本体 11 に設けられるオーバーエアポート部 14 は二段燃焼用の空気の供給口である。ボイラ 1 では、オーバーエアポート部 14 に空気を供給する OAP 供給ライン 15 が設けられる。ここで、OAP とはオーバーエアポート (Over Air Port) を意味する。なお、オーバーエアポート部 14 は、空気に代えて、空気とスピネル族化合物との混合物を供給することができるようになっている。オーバーエアポート部 14 から供給されるスピネル族化合物としては微粉末状のスピネル族化合物が用いられる。

[0068] OAP 供給ライン 15 の途中には、スピネル族化合物 OAP 供給部 17 が設けられる。スピネル族化合物 OAP 供給部 17 は、スピネル族化合物を OAP 供給ライン 15 に供給するスピネル族化合物供給部である。すなわち、スピネル族化合物供給部としてのスピネル族化合物 OAP 供給部 17 は、OAP 供給ライン 15 に設けられている。

[0069] スピネル族化合物供給部としてスピネル族化合物 OAP 供給部 17 が用いられる場合、通常、バイオマス含有燃料の燃焼の際に、スピネル族化合物 OAP 供給部 17 から火炉本体 11 内にスピネル族化合物が供給される。火炉本体 11 内では、バイオマス含有燃料の燃焼で生じた灰と、スピネル族化合物とが反応して、アルミナシリケート塩やシリケート塩等を生成することに

より、大きな粒径の灰が形成される。この大きな粒径の灰により、生成した灰の火炉10内への付着が抑制される。

[0070] OAP供給ライン15にはミル等の粉砕手段がないため、OAP供給ライン15を介して供給されたスピネル族化合物を粉砕することはできない。このため、スピネル族化合物OAP供給部17を介してスピネル族化合物が供給される場合は、微粉末状のスピネル族化合物が供給される。

[0071] ボイラ1では、バイオマス含有燃料50の800～900℃の酸化雰囲気下での燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることにより、ファウリングを抑制することができる。酸化雰囲気としては、例えば、酸素O₂が1～19vol%、又は二酸化炭素CO₂が1～19vol%の雰囲気が用いられる。

[0072] (作用)

ボイラ1の作用について説明する。ボイラ1では、微粉末状のバイオマス含有燃料50をボイラ1のバーナー部13から火炉10内に供給して燃焼させる。なお、バーナー部13から火炉10内に供給されるバイオマス含有燃料50は、通常、バイオマス含有燃料50の微粉末と空気とを含む混合物である燃料微粉末含有ガスの形態で供給される。この場合、火炉10内で燃料微粉末含有ガスが燃焼する。

[0073] 実施形態に係るボイラ1では、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されることによりファウリングの発生を抑制することができる。以下、ボイラ1の作用について説明する。

[0074] ボイラ1では、バイオマス含有燃料50の燃焼の際に、スピネル族化合物が、ミル供給ライン75、バーナー部用燃料供給ライン85、OAP供給ライン15及び頂部供給部19等のスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。なお、スピネル族化合物が、ミル供給ライン75又はバーナー部用燃料供給ライン85に供給されるときは、バイオマス含有燃料50とスピネル族化合物との混合物が、バーナー部13から火炉10内に供給

され、バイオマス含有燃料50が燃焼する。

[0075] バイオマス含有燃料50がバーナー部13の近傍で燃焼する際の燃焼温度は、通常1200～1400℃と高温である。このため、800～900℃で生じるファウリングは、火炉本体11内のバーナー部13の近傍では、通常、発生しない。ファウリングは、ガス温度が400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が300～650℃である、バーナー部13よりも下流のボイラ後伝部で発生する。

[0076] 具体的には、スピネル族化合物を添加しない場合、ファウリングは、火炉10の火炉頂部水管群41、燃焼ガス水平移動部20の水平移動部水管群42、及び燃焼ガス下降部30の下降部水管群43、の水管40の表面で生じやすい。より具体的には、ファウリングは、火炉10の火炉頂部水管群41の水管40の表面よりも、燃焼ガス水平移動部20の水平移動部水管群42の水管40の表面、及び燃焼ガス下降部30の下降部水管群43の水管40の表面で生じやすい。

[0077] これに対し、ボイラ1では、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されるため、ファウリングの発生が抑制される。

[0078] 例えば、スピネル族化合物供給部が、ミル供給ライン75、バーナー部用燃料供給ライン85、OAP供給ライン15等に設けられる場合、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。これらの場合、火炉本体11内では、バイオマス含有燃料の燃焼で生じた灰と、スピネル族化合物とが反応して、アルミナシリケート塩やシリケート塩等を生成することにより、大きな粒径の灰が形成される。この大きな粒径の灰により、生成した灰の火炉10内への付着が抑制されるため、ファウリングの発生が効率的に抑制される。

[0079] 一方、スピネル族化合物供給部としての頂部供給部19が、火炉本体11の頂部12に設けられる場合、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。この場合、火炉本体

11内では、バイオマス含有燃料の燃焼で生じた灰と、スピネル族化合物とが反応して、アルミナシリケート塩やシリケート塩等を生成することにより、大きな粒径の灰が形成される。この大きな粒径の灰により、生成した灰の火炉10内への付着が抑制されるため、ファウリングの発生が効率的に抑制される。

[0080] また、ボイラ1では、スピネル族化合物が、ファウリングが発生しやすい火炉頂部水管群41よりも上流で火炉10内に供給されるため、ファウリングの発生が効率的に抑制される。

[0081] [ファウリング抑制方法]

次に、実施形態に係るファウリング抑制方法について説明する。実施形態に係るファウリング抑制方法は、実施形態に係るボイラ1を用いるファウリング抑制方法である。

[0082] 実施形態に係るファウリング抑制方法は、火炉10を備えたボイラ1を用い、火炉10中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料50を燃焼させたときに発生するファウリングを抑制するファウリング抑制方法である。具体的には、実施形態に係るファウリング抑制方法は、火炉10中でバイオマス含有燃料50を燃焼させたとき、ガス温度が400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が300～650℃で発生するファウリングを抑制するファウリング抑制方法である。好ましくは、実施形態に係るファウリング抑制方法は、火炉10中でバイオマス含有燃料50を燃焼させたとき、ガス温度が800～900℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が500～650℃のボイラ後伝部で発生するファウリングを抑制する方法である。実施形態に係るファウリング抑制方法は、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される方法である。

[0083] 実施形態に係るファウリング抑制方法で用いられるボイラ1、バイオマス含有燃料50及びスピネル族化合物は、実施形態に係るボイラ1での説明と同様である。このため、これらの説明を省略する。

[0084] 実施形態に係るファウリング抑制方法では、バイオマス含有燃料50の800～900℃の酸化雰囲気下での燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される。実施形態に係るファウリング抑制方法における酸化雰囲気は、実施形態に係るボイラ1における酸化雰囲気と同じであるため説明を省略する。

[0085] 実施形態に係るファウリング抑制方法における、上記Msと上記Mvとの比率Mv : Ms及びその数値範囲は、実施形態に係るボイラ1におけるMv : Ms及びその数値範囲と同じであるため説明を省略する。

[0086] 実施形態に係るファウリング抑制方法では、スピネル族化合物は、ミル供給ライン75、バーナー部用燃料供給ライン85、OAP供給ライン15、及び火炉本体11の頂部12より選択される1種以上の部分に設けられる。

[0087] (作用)

実施形態に係るファウリング抑制方法の作用は、バイオマス含有燃料50の燃焼の際にスピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給される場合のボイラ1の作用と同じであるため、説明を省略する。

実施例

[0088] 以下、本実施形態を実施例及び比較例によりさらに詳細に説明するが、本実施形態はこれら実施例に限定されるものではない。

[0089] [実施例1] (スピネル添加)

(試験装置)

[0090] 上記ボイラ1と同様な環境を再現する試験装置として、図2に示す縦型加熱炉試験システムを用いた。図2は、実施例1で用いた縦型加熱炉試験システムを示す図である。図2に示す縦型加熱炉試験システム2は、ボイラ1の火炉10に相当する縦型加熱炉200と、ボイラ1のミル80に相当する燃料供給器100と、を備える。

[0091] <燃料供給器>

燃料供給器100は、微粉末状のバイオマス含有燃料50と空気110とを含む混合物である燃料微粉末含有ガスを縦型加熱炉200に供給する装置

である。なお、燃料供給器 100 は、上記燃料微粉末含有ガスに代えて、燃料微粉末含有ガスとスピネル族化合物の微粉末との混合物である燃料ースピネル含有ガスを縦型加熱炉 200 に供給することが可能になっている。

[0092] <縦型加熱炉>

縦型加熱炉 200 は、火炉本体 11 に相当するセラミック管 210 と、セラミック管 210 の上端部を閉塞する縦型加熱炉頂部 220 と、セラミック管 210 の下端部を閉塞する縦型加熱炉底部 230 と、セラミック管 210 を加熱するヒーター 240 とを備える。

[0093] 縦型加熱炉頂部 220 の径方向の中央部には、燃料供給器 100 から供給される燃料微粉末含有ガスをセラミック管 210 内に導入する導入管が設けられる。縦型加熱炉底部 230 は、セラミック管 210 の下端部と密着するリング状上端部と、リング状上端部の内周側端部から下方に凹設された有底筒状部とを備える。この有底筒状部の径方向の中央部にはプローブ 300 が挿脱自在に挿入される。

[0094] <プローブ>

図 3 を参照してプローブ 300 を説明する。図 3 は、図 2 の範囲 B を拡大した図である。図 3 に示すように、プローブ 300 は、筒状のプローブ本体 310 と、プローブ本体 310 の上方に形成された半球状のプローブ先端部 320 とを有する。プローブ 300 の内部 340 は空洞になっており、プローブ 300 の内部 340 にはプローブ 300 の長手方向に沿って管状の冷却ノズル 350 が挿入される。

[0095] 冷却ノズル 350 は、先端部が半球状のプローブ先端部 320 と離間するように挿入される。これにより、冷却ノズル 350 の内側を上昇した冷却媒体 360 がプローブ先端部 320 の内面で反射して、冷却ノズル 350 の外側、すなわち冷却ノズル 350 とプローブ本体 310 との間の空間、を下降することができるようになっている。冷却媒体 360 の流れ方向 CF のうち、冷却ノズル 350 の内側を上昇する冷却媒体 360 の流れ方向を CF₁、プローブ先端部 320 の内面で反射する冷却媒体 360 の流れ方向を CF₂ で示

す。冷却媒体 360 としては冷却水及び空気が用いられ、冷却水に空気の気泡が混合されることにより、冷却媒体 360 が冷却ノズル 350 の内側を効率よく上昇することができるようになっている。プローブ先端 320 の表面は冷却ノズル 350 に流れる冷却水と空気の量を調整することによって、所望の温度に制御できる。

[0096] 図 2 に示すように、プローブ 300 は、縦型加熱炉底部 230 の有底筒状部の径方向の中央部に挿脱自在に挿入される。このため、プローブ 300 は、セラミック管 210 内の長手方向の任意の位置に、挿入可能である。

[0097] プローブ 300 を、縦型加熱炉底部 230 に挿脱自在に挿入する理由を図 4 を参照して説明する。図 4 は、図 2 に示す縦型加熱炉試験システム 2 を構成する縦型加熱炉 200 におけるセラミック管 210 内のガス温度分布を模式的に示すグラフである。具体的には、図 4 は、ヒーター 240 でセラミック管 210 を加熱した際の、セラミック管 210 内の長手方向の部位と、ガス温度との関係を模式的に示すグラフである。図 4 の縦軸は、セラミック管 210 内の長手方向の部位を示す。具体的には、縦軸の上端は縦型加熱炉頂部 220 に接するセラミック管 210 の部位を示し、縦軸の下端は縦型加熱炉底部 230 に接するセラミック管 210 の部位を示す。図 4 の横軸は、セラミック管 210 内の径方向の中央部のガス温度を示す。

[0098] 縦型加熱炉 200 においてヒーター 240 でセラミック管 210 を加熱すると、図 4 に示すように、セラミック管 210 内の上側ほどガス温度が高く、セラミック管 210 内の下側ほどガス温度が低くなる。このため、プローブ 300 を、セラミック管 210 内の長手方向の任意の位置に挿入させることにより、プローブ 300 を、所望のガス温度におくことが可能である。

[0099] 具体的には、燃料微粉末含有ガスを図 2 に示す燃焼炎 250 を生じるように燃焼させると、図 3 に示すように灰 260 が生成する。生成した灰 260 は図 3 の A F の方向に降下するため、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着する。この時、所望の温度に制御したプローブ先端 320 を所望のガス温度の位置まで縦型加熱炉 200 に挿入し、燃焼試験後にプローブ 300 を

引き抜きプローブ先端部の表面 330 に付着した灰 260 を回収する。これにより、所定のガス温度及びプローブ表面温度で付着した灰 260 の付着量を測定することができる。

[0100] このように、縦型加熱炉試験システム 2 によれば、燃焼時の雰囲気とプローブ 300 の挿入高さ及びプローブ先端表面温度とを調整することにより、ボイラ 1 のファウリング発生環境を再現できるようになっている。具体的には、縦型加熱炉試験システム 2 によれば、ファウリングが発生しやすい、ガス温度が 800～900℃の酸化雰囲気下及び水管表面を模擬したプローブ表面温度が 500～650℃で燃焼試験をし、付着した灰 260 を回収することができる。

[0101] なお、縦型加熱炉試験システム 2 では、上記燃料微粉末含有ガスに代えて、燃料微粉末含有ガスとスピネル族化合物の微粉末との混合物である燃料ースピネル含有ガスを燃焼炎 250 を生じるように燃焼させることが可能である。この場合、縦型加熱炉試験システム 2 によれば、ファウリングが発生しやすい、ガス温度が 800～900℃の酸化雰囲気下及び水管表面を模擬したプローブ表面温度が 500～650℃で燃焼試験をし、付着した灰 260 を回収することができる。

[0102] <ガス分析>

図 2 に示すように、縦型加熱炉試験システム 2 では、縦型加熱炉 200 での燃焼試験で生成した燃焼ガス及び灰 260 が、縦型加熱炉 200 の縦型加熱炉底部 230 から排出され、排出路 370 を介してろ過器 400 に送られるようになっている。ろ過器 400 は、円筒ろ紙 410 を備えており、灰 260 を捕捉して燃焼ガスのみを通過させることができるようになっている。ろ過器 400 から排出された燃焼ガスは、排気路 450 を介してガス冷却器 500 に送られ、さらにポンプ 600 を介してガス分析器 700 に送られるようになっている。これにより、縦型加熱炉試験システム 2 によれば、ボイラ 1 に近いファウリングの生成環境で生成した燃焼ガスを分析することができるようになっている。

[0103] (バイオマス含有燃料)

バイオマス含有燃料として、積算分布径 D_{50} が $75\ \mu\text{m}$ の微粉末状のバイオマス含有燃料を用意した。

[0104] (添加剤)

ファウリングを抑制するための添加剤として、微粉末状のスピネル MgAl_2O_4 を用意した。

[0105] (燃焼試験)

縦型加熱炉試験システム2での燃焼試験は、バイオマス含有燃料とスピネル族化合物との混合物を、短時間で縦型加熱炉200のセラミック管210内に連続的に投入して燃焼させる試験とした。

[0106] はじめに、セラミック管内のガス温度 $800\sim 900^\circ\text{C}$ の位置にプローブ300の先端表面320が位置するように挿入した。また、プローブ先端320の表面温度は 500°C に制御した。

[0107] 次に、燃料供給器100において、バイオマス含有燃料とスピネル MgAl_2O_4 とを混合し混合物を作製した。混合物におけるバイオマス含有燃料とスピネル MgAl_2O_4 との混合割合は、バイオマス含有燃料 970g に対してスピネル MgAl_2O_4 30g とした。この混合比率は、縦型加熱炉200に投入するバイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 $M_v\ [\text{kg}/\text{hr}]$ とスピネル MgAl_2O_4 の単位時間当たり質量 $M_s\ [\text{kg}/\text{hr}]$ との比率 $M_v : M_s$ が $97 : 3$ になるようにしたものである。

[0108] 次に、燃料供給器100内のバイオマス含有燃料とスピネル MgAl_2O_4 との混合物を約 $0.7\text{g}/\text{分}$ の投入速度で縦型加熱炉200のセラミック管210内に投入し、混合物を燃焼させた。

[0109] 燃料供給器100からセラミック管210内に、バイオマス含有燃料とスピネル MgAl_2O_4 との混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 1.1g 供給された時点で、プローブ300をセラミック管210から取り出した。プローブ300の放冷後、プローブ先端部320の表面330に付着した灰 260 を採取した。以上の実験例を実施例1-1とする。

[0110] さらに、セラミック管 210 内に供給されるバイオマス含有燃料とスピネル $MgAl_2O_4$ との混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が異なる場合は、実施例 1-1 と同様にして燃焼試験を行った（実施例 1-2 及び実施例 1-3）。

[0111] 実施例 1-2 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料とスピネル $MgAl_2O_4$ との混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 2.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0112] 実施例 1-3 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料とスピネル $MgAl_2O_4$ との混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 3.2 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0113] （評価）

＜灰付着量の評価＞

実施例 1-1 ～実施例 1-3 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 の付着量を測定した。実施例 1-1 ～実施例 1-3 の結果の集合体を実施例 1 として図 5 に示す。

＜灰の粒子径の評価＞

実施例 1 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰の粒子径と積算個数との関係を測定した。結果を図 6 に示す。

[0114] [比較例 1] （添加剤なし）

添加剤としてのスピネル $MgAl_2O_4$ を混合しない以外は実施例 1 と同様にして燃焼試験を行った。

[0115] （燃焼試験）

縦型加熱炉試験システム 2 での燃焼試験は、バイオマス含有燃料とスピネル族化合物との混合物を、短時間で縦型加熱炉 200 のセラミック管 210

内に連続的に投入して燃焼させる試験とした。

[0116] また、燃料供給器 100 内のバイオマス含有燃料を約 0.7 g/分の投入速度で縦型加熱炉 200 のセラミック管 210 内に投入し、バイオマス含有燃料を燃焼させた。

[0117] 燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料が供給され、燃焼によって生成された灰が 1.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。以上の実験例を比較例 1-1 とする。

[0118] さらに、セラミック管 210 内に供給されるバイオマス含有燃料が燃焼によって生成された灰量が異なる以外は、比較例 1-1 と同様にして燃焼試験を行った（比較例 1-2、比較例 1-3 及び比較例 1-4）。

[0119] 比較例 1-2 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料が供給され、燃焼によって生成された灰が 1.6 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0120] 比較例 1-3 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料が供給され、燃焼によって生成された灰が 2.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0121] 比較例 1-4 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料が供給され、燃焼によって生成された灰が 3.0 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0122] （評価）

＜灰付着量の評価＞

比較例 1－1～比較例 1－4 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 の付着量を測定した。比較例 1－1～比較例 1－4 の結果の集合体を比較例 1 として図 5 に示す。

[0123] ＜灰の粒子径の評価＞

比較例 1 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰の粒子径と積算個数との関係を測定した。結果を図 6 に示す。

[0124] [比較例 2] (Al_2O_3 添加)

添加剤として、スピネル MgAl_2O_4 に代えて Al_2O_3 を用いた以外は実施例 1 と同様にして燃焼試験を行った。

[0125] (燃焼試験)

縦型加熱炉試験システム 2 での燃焼試験では、バイオマス含有燃料と Al_2O_3 との混合物を、短時間で縦型加熱炉 200 のセラミック管 210 内に連続的に投入して燃焼させる試験とした。

[0126] 次に、燃料供給器 100 において、バイオマス含有燃料と Al_2O_3 とを混合し混合物を作製した。混合物におけるバイオマス含有燃料と Al_2O_3 との混合割合は、バイオマス含有燃料 970 g に対して Al_2O_3 を 30 g とした。この混合比率は、縦型加熱炉 200 に投入するバイオマス含有燃料の単位時間あたり質量 M_v [kg/Hr] と Al_2O_3 の単位時間あたり質量 M_s [kg/Hr] との比率 $M_v : M_s$ が 97 : 3 になるようにしたものである。

[0127] 次に、燃料供給器 100 内のバイオマス含有燃料と Al_2O_3 との混合物を約 0.7 g/分の投入速度で縦型加熱炉 200 のセラミック管 210 内に投入し、混合物を燃焼させた。

[0128] 燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料と Al_2O_3 の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 1.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。以上の実験例を比較例 2－1 とする。

[0129] さらに、セラミック管 210 内に供給されるバイオマス含有燃料と Al_2O_3 の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が異なる以外、比較例 2-1 と同様にして燃焼試験を行った（比較例 2-2 及び比較例 2-3）。

[0130] 比較例 2-2 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料と Al_2O_3 の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 2.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0131] 比較例 2-3 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含有燃料と Al_2O_3 の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 3.2 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0132] （評価）

＜灰付着量の評価＞

比較例 2-1 ～比較例 2-3 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 の付着量を測定した。比較例 2-1 ～比較例 2-3 の結果の集合体を比較例 2 として図 5 に示す。

[0133] ＜灰の粒子径の評価＞

比較例 2 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰の粒子径と積算個数との関係を測定した。結果を図 6 に示す。

[0134] [比較例 3]（CaO 添加）

添加剤として、スピネル $MgAl_2O_4$ に代えて CaO を用いた以外は実施例 1 と同様にして燃焼試験を行った。

[0135] （燃焼試験）

縦型加熱炉試験システム 2 での燃焼試験では、バイオマス含有燃料と CaO との混合物を、短時間で縦型加熱炉 200 のセラミック管 210 内に連続

的に投入して燃焼させる試験とした。

[0136] また、燃料供給器 100 において、バイオマス含有燃料と CaO とを混合し混合物を作製した。混合物におけるバイオマス含有燃料と CaO との混合割合は、バイオマス含有燃料 970 g に対して CaO 30 g とした。この混合比率は、縦型加熱炉 200 に投入するバイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 M_v [kg/Hr] と CaO の単位時間当たり質量 M_s [kg/Hr] との比率 $M_v : M_s$ が 97 : 3 になるようにしたものである。

[0137] 次に、燃料供給器 100 内のバイオマス含有燃料と CaO との混合物を約 0.7 g/分の投入速度で縦型加熱炉 200 のセラミック管 210 内に投入し、混合物を燃焼させた。

[0138] 燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含羞燃料と CaO の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 1.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。以上の実験例を比較例 3-1 とする。

[0139] さらに、セラミック管 210 内に供給されるバイオマス含有燃料と CaO との合計量が異なる以外は、比較例 3-1 と同様にして燃焼試験を行った（比較例 3-2 及び比較例 3-3）。

[0140] 比較例 3-2 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含羞燃料と CaO の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 2.1 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0141] 比較例 3-3 では、燃料供給器 100 からセラミック管 210 内に、バイオマス含羞燃料と CaO の混合物が供給され、燃焼によって生成された灰の合計量が 3.2 g 供給された時点で、プローブ 300 をセラミック管 210 から取り出した。プローブ 300 の放冷後、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 を採取した。

[0142] (評価)

＜灰付着量の評価＞

比較例 3-1～比較例 3-3 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰 260 の付着量を測定した。比較例 3-1～比較例 3-3 の結果の集合体を比較例 3 として図 5 に示す。

[0143] <灰の粒子径の評価>

比較例 3-3 につき、プローブ先端部 320 の表面 330 に付着した灰の粒子径と積算個数との関係を測定した。結果を図 6 に示す。

[0144] 図 5 より、実施例 1 は、比較例 1～3 に比較して、灰付着量が少ないことが分かった。また、図 6 より、実施例 1 は、比較例 1、比較例 2 及び比較例 3 に比較して、粒子径が大きくなることが分かった。

図 5 及び図 6 の結果より、添加剤としてスピネル $MgAl_2O_4$ を用いた場合の効果は、灰 260 の粒子径の増加による脱落性の向上によるものと推測される。

[0145] 特願 2019-078547 号（出願日：2019 年 4 月 17 日）の全内容は、ここに援用される。

[0146] 以上、実施例に沿って本実施形態の内容を説明したが、本実施形態はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、当業者には自明である。

産業上の利用可能性

[0147] 本開示によれば、ファウリングの発生を効率的に抑制する、ボイラ及びファウリング抑制方法を提供することができる。

符号の説明

[0148] 1 ボイラ

10 火炉

11 火炉本体

12 火炉本体の頂部

13 バーナー部

- 14 オーバーエアポート部
- 15 OAP供給ライン
- 17 スピネル族化合物OAP供給部（スピネル族化合物供給部）
- 19 頂部供給部（スピネル族化合物供給部）
- 20 燃焼ガス水平移動部
- 30 燃焼ガス下降部
- 40 水管
- 41 火炉頂部水管群
- 42 水平移動部水管群
- 43、43a、43b、43c 下降部水管群
- 50 バイオマス含有燃料
- 60 スピネル族化合物
- 70 燃料供給部
- 75 ミル供給ライン
- 77 スピネル族化合物ミル上流供給部（スピネル族化合物供給部）
- 80 ミル
- 85 バーナー部用燃料供給ライン
- 87 スピネル族化合物ミル下流供給部（スピネル族化合物供給部）
- 2 縦型加熱炉試験システム
 - 100 燃料供給器
 - 110 空気
 - 200 縦型加熱炉
 - 210 セラミック管
 - 220 縦型加熱炉頂部
 - 230 縦型加熱炉底部
 - 240 ヒーター
 - 250 燃焼炎
 - 260 灰

A F 灰の流れ方向

3 0 0 プローブ

3 1 0 プローブ本体

3 2 0 プローブ先端部

3 3 0 プローブ先端部の表面

3 4 0 プローブの内部

3 5 0 冷却ノズル

3 6 0 冷却媒体（水、空気）

3 7 0 排出路

C F、C F₁、C F₂ 冷却媒体の流れ方向

4 0 0 ろ過器

4 1 0 円筒ろ紙

4 5 0 排気路

5 0 0 ガス冷却器

6 0 0 ポンプ

7 0 0 ガス分析器

請求の範囲

[請求項1] 火炉中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料を燃焼させたとき、ガス温度が400～1000℃の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が300～650℃で発生するファウリングを抑制するボイラであって、

前記ボイラは、火炉とスピネル族化合物供給部とを備え、

前記バイオマス含有燃料の燃焼の際に前記スピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されるボイラ。

[請求項2]

前記火炉は、

前記バイオマス含有燃料の燃焼で生成する燃焼ガスが上昇する縦型の火炉本体と、

前記火炉本体の側面に設けられたバーナー部と、

前記火炉本体の側面であつ前記バーナー部より上方に設けられ、前記火炉本体内に空気を供給するオーバーエアポート部と、

を備え、

前記ボイラは、さらに、

前記バイオマス含有燃料を粉砕するミルと、

前記ミルに前記バイオマス含有燃料を供給するミル供給ラインと、

前記ミルから排出されたバイオマス含有燃料を前記バーナー部に供給するバーナー部用燃料供給ラインと、

前記オーバーエアポート部に空気を供給するOAP供給ラインと、
を備え、

前記火炉本体は、頂部を備え、

前記スピネル族化合物供給部は、前記ミル供給ライン、前記バーナー部用燃料供給ライン、前記OAP供給ライン、及び前記火炉本体の頂部より選択される1種以上の部分に設けられる請求項1に記載のボイラ。

[請求項3]

前記スピネル族化合物は、 $MgAl_2O_4$ 、 $FeAl_2O_4$ 、 $ZnAl_2O_4$ 、

I O_4 、 $\text{Mn Al}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Fe Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Mg Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Mn Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Fe Cr}_2\text{O}_4$ 及び $\text{Mg Cr}_2\text{O}_4$ より選択される少なくとも 1 種の金属酸化物である請求項 1 又は 2 に記載のボイラ。

[請求項4] 前記火炉に供給される前記バイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 M_v [kg/hr] と、前記火炉に供給される前記スピネル族化合物の単位時間当たり質量 M_s [kg/hr] との比率 $M_v : M_s$ が $100 : 10 \sim 0.01$ の範囲内にある請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のボイラ。

[請求項5] 火炉を備えたボイラを用い、前記火炉中でバイオマス固体燃料を含むバイオマス含有燃料を燃焼させたとき、ガス温度が $400 \sim 1000^\circ\text{C}$ の酸化雰囲気下で、伝熱管表面温度が $300 \sim 650^\circ\text{C}$ で発生するファウリングを抑制するファウリング抑制方法であって、

前記ボイラは、スピネル族化合物供給部をさらに備え、

前記バイオマス含有燃料の燃焼の際に前記スピネル族化合物供給部からスピネル族化合物が供給されるファウリング抑制方法。

[請求項6] 前記スピネル族化合物は、 $\text{Mg Al}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Fe Al}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Zn Al}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Mn Al}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Fe Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Mg Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Mn Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Fe Cr}_2\text{O}_4$ 及び $\text{Mg Cr}_2\text{O}_4$ より選択される少なくとも 1 種の金属酸化物である請求項 5 に記載のファウリング抑制方法。

[請求項7] 前記火炉に供給される前記バイオマス含有燃料の単位時間当たり質量 M_v [kg/hr] と、前記火炉に供給される前記スピネル族化合物の単位時間当たり質量 M_s [kg/hr] との比率 $M_v : M_s$ が $100 : 0.01 \sim 10$ の範囲内にある請求項 5 又は 6 に記載のファウリング抑制方法。

[請求項8] 前記火炉は、

前記バイオマス含有燃料の燃焼で生成する燃焼ガスが上昇する縦型の火炉本体と、

前記火炉本体の側面に設けられたバーナー部と、

前記火炉本体の側面でかつ前記バーナー部より上方に設けられ、前記火炉本体内に空気を供給するオーバーエアポート部と、

を備え、

前記ボイラは、さらに、

前記バイオマス含有燃料を粉砕するミルと、

前記ミルに前記バイオマス含有燃料を供給するミル供給ラインと、

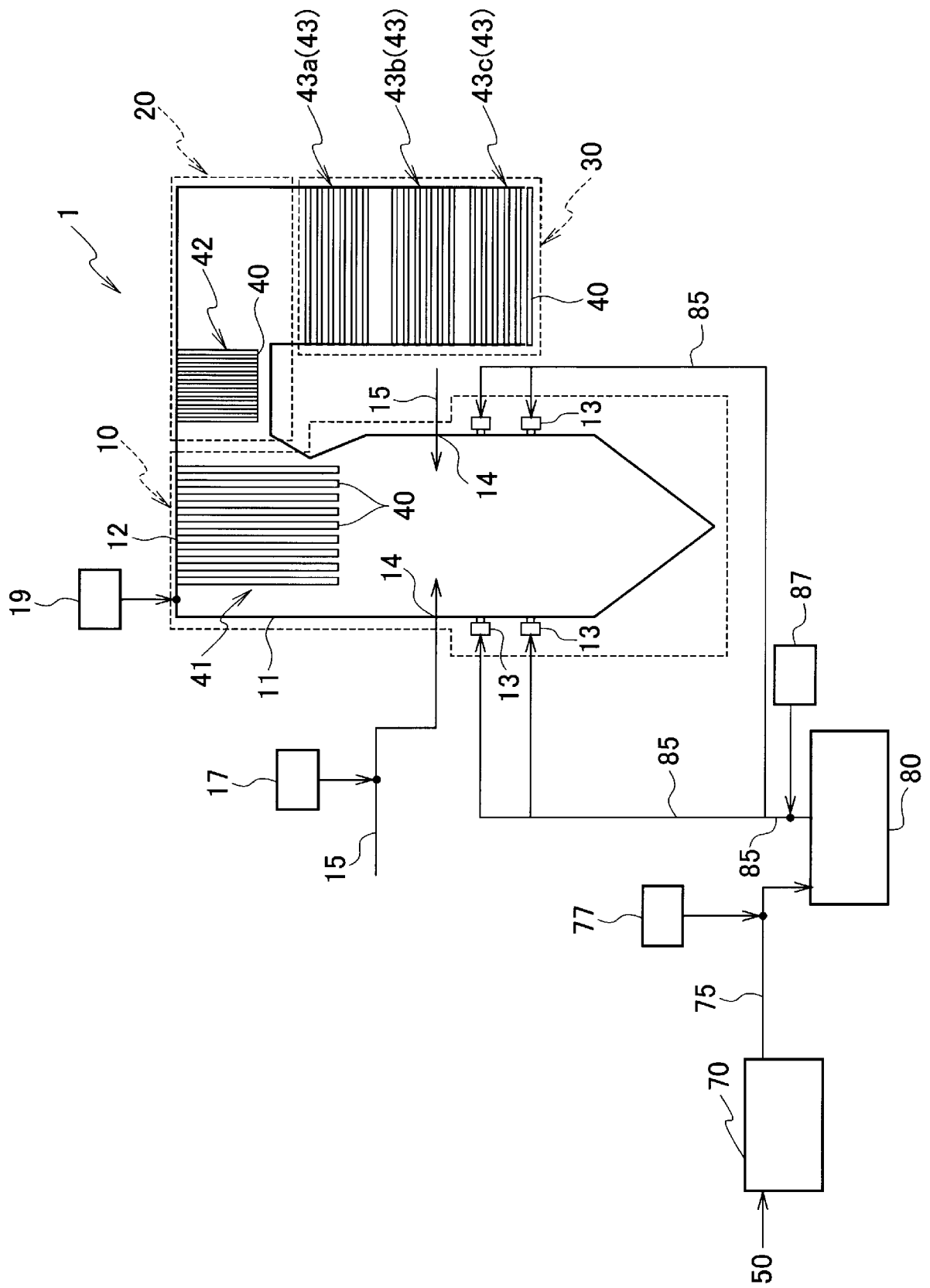
前記ミルから排出されたバイオマス含有燃料を前記バーナー部に供給するバーナー部用燃料供給ラインと、

前記オーバーエアポート部に空気を供給するOAP供給ラインと、
を備え、

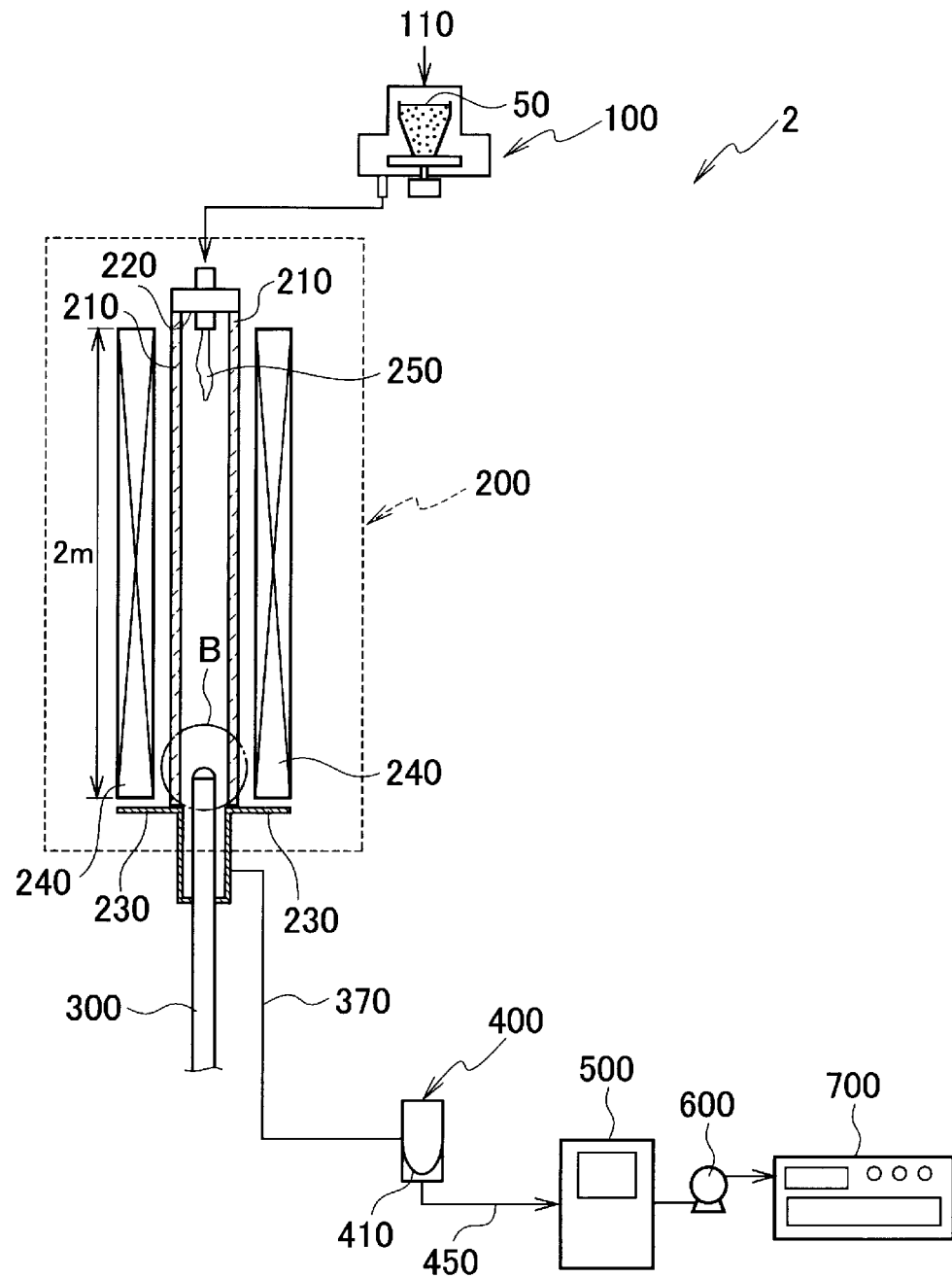
前記火炉本体は、頂部を備え、

前記スピネル族化合物供給部は、前記ミル供給ライン、前記バーナー部用燃料供給ライン、前記OAP供給ライン、及び前記火炉本体の頂部より選択される1種以上の部分に設けられる請求項5～7のいずれか1項に記載のファウリング抑制方法。

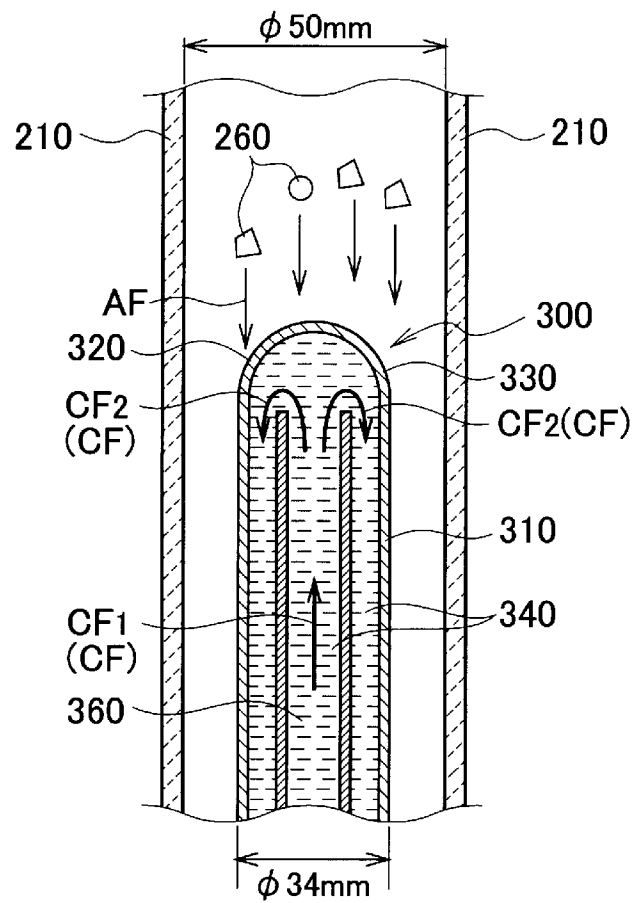
[図1]



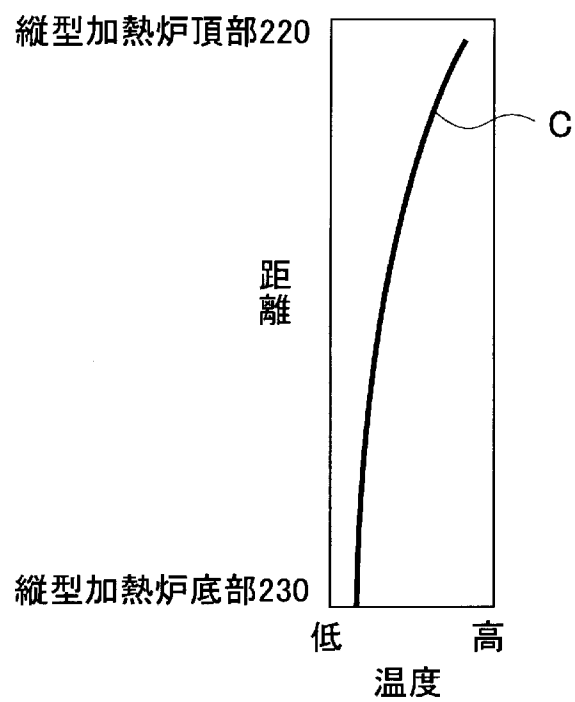
[図2]



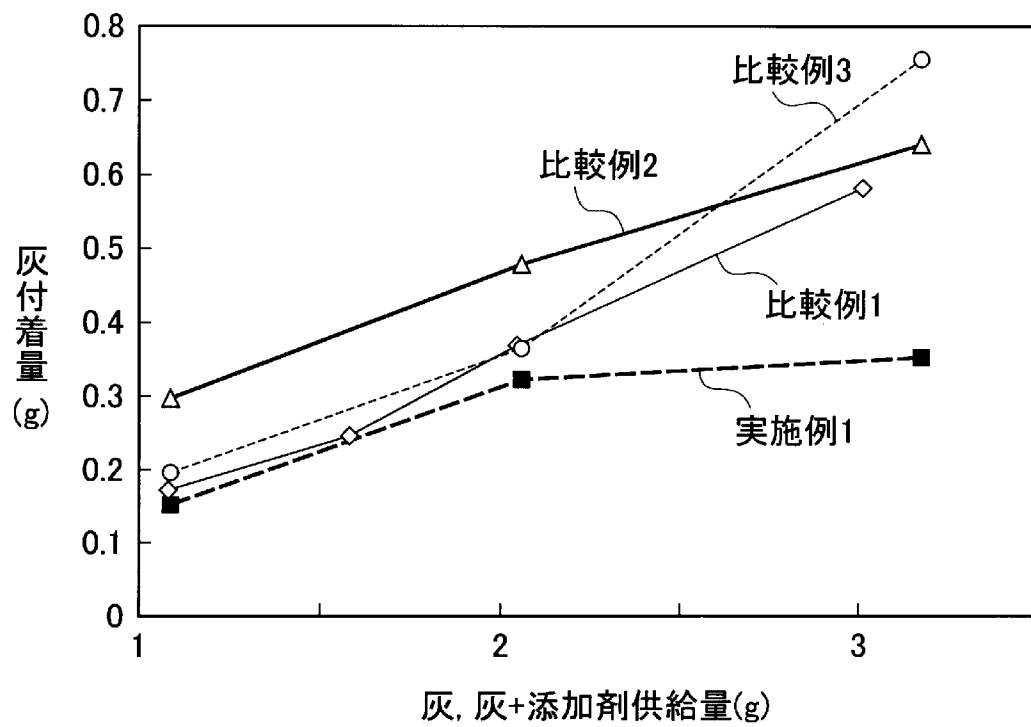
[図3]



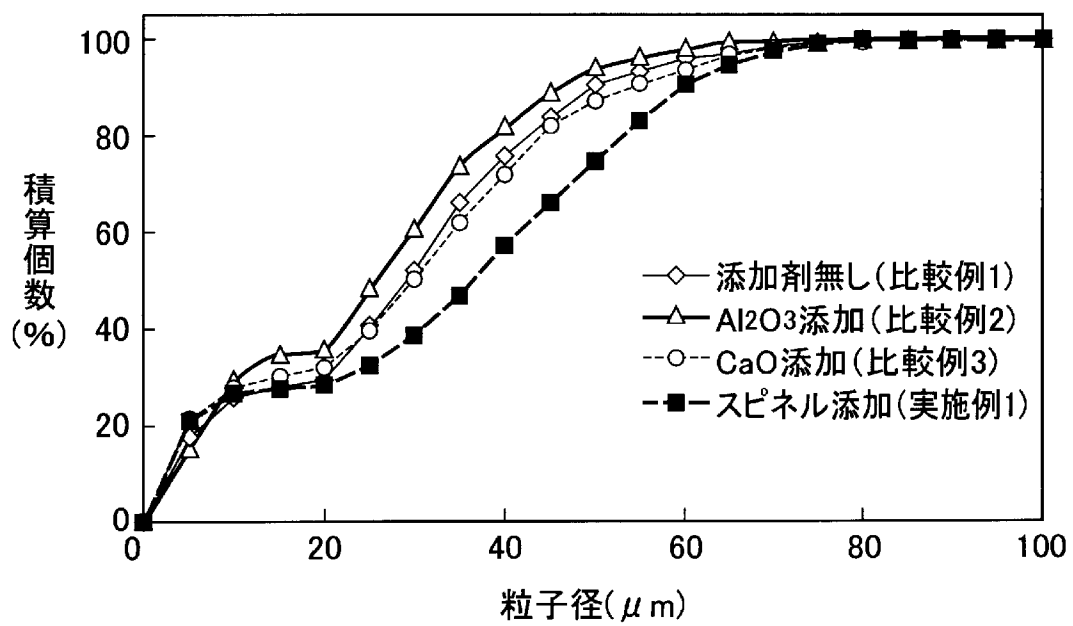
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/016370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23L 7/00 (2006.01)i; F23C 99/00 (2006.01)i; F23J 7/00 (2006.01)i
FI: F23C99/00 305; F23C99/00 302; F23J7 /00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F23L7/00; F23C99/00; F23J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4706579 A (BETZ LABORATORIES, INC.) 17.11.1987 (1987-11-17) in particular, see column 4, line 7 to column 5, line 22	1, 3, 5-6
Y	in particular, see column 4, line 7 to column 5, line 22	2, 4, 7-8
Y	JP 5713813 B2 (KOBE STEEL, LTD.) 07.05.2015 (2015-05-07) in particular, see paragraphs [0013], [0047]-[0048], fig. 2	2, 4, 7-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 June 2020 (25.06.2020)

Date of mailing of the international search report
07 July 2020 (07.07.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2020/016370

Patent Documents
referred in the
Report

Publication
Date

Patent Family

Publication
Date

US 4706579 A
JP 5713813 B2

17 Nov. 1987
07 May 2015

(Family: none)
JP 2012-37221 A
WO 2012/008495 A1
CN 102985756 A
KR 10-2013-0044294 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23L 7/00(2006.01)i; F23C 99/00(2006.01)i; F23J 7/00(2006.01)i FI: F23C99/00 305; F23C99/00 302; F23J7/00		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F23L7/00; F23C99/00; F23J7/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	US 4706579 A (BETZ LABORATORIES, INC.) 17.11.1987 (1987-11-17) 特に、第4欄第7行－第5欄第22行参照	1,3,5-6
Y	特に、第4欄第7行－第5欄第22行参照	2,4,7-8
Y	JP 5713813 B2 (株式会社神戸製鋼所) 07.05.2015 (2015-05-07) 特に、段落[0013],[0047]-[0048]、図2参照	2,4,7-8
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25.06.2020		国際調査報告の発送日 07.07.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 吉澤 伸幸 3L 3533 電話番号 03-3581-1101 内線 3337

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/016370

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	4706579	A	17.11.1987	(ファミリーなし)			
JP	5713813	B2	07.05.2015	JP	2012-37221	A	
				WO	2012/008495	A1	
				CN	102985756	A	
				KR	10-2013-0044294	A	