

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月3日(03.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/175639 A1

(51) 国際特許分類:

F23C 99/00 (2006.01)

CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9900892 山形県山形市中野4 5 6 Yamagata (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2020/008123

(22) 国際出願日:

2020年2月27日(27.02.2020)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2019-036448 2019年2月28日(28.02.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社環境経営総合研究所(**ECO RESEARCH INSTITUTE LTD.**) [JP/JP]; 〒1500036 東京都渋谷区南平台町1 6 - 2 9 グリーン南平台ビル Tokyo (JP). 日台マシナリー株式会社(**NITTAI MACHINERY**

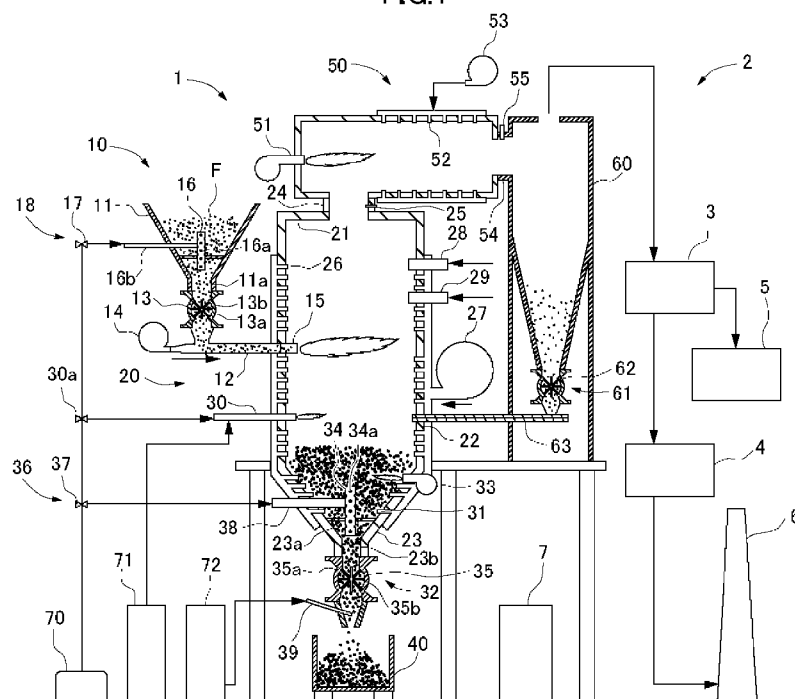
(72) 発明者: 松下 敬通(**MATSUSHITA Takamichi**); 〒1500036 東京都渋谷区南平台町1 6 - 2 9 グリーン南平台ビル 株式会社環境経営総合研究所内 Tokyo (JP). 柏 幹雄(**KASHIWA Mikio**); 〒3000003 茨城県土浦市紫ヶ丘1 - 2 株式会社環境経営総合研究所茨城工場内 Ibaraki (JP). 丹野 信嗣(**TANNO Nobutsugu**); 〒9900892 山形県山形市中野4 5 6 日台マシナリー株式会社内 Yamagata (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 I P - F O C U S (**IP-FOCUS PATENT OFFICE**); 〒1600022 東京都

(54) **Title:** POWDER FUEL COMBUSTION APPARATUS AND COMBUSTION METHOD

(54) 発明の名称: 粉体燃料燃焼装置及び燃焼方法

FIG.1



(57) **Abstract:** [Problem] To provide a combustion apparatus and a combustion method that, without disposing a device such as an uncombusted amount measurement device and without making variable the direction of air injection into a combustion chamber, enables efficient ashing of an object to be combusted in the combustion chamber. [Solution] A powder fuel combustion apparatus 1 is provided with a fuel supply device 10, a primary combustion chamber 20, a secondary combustion chamber 50, an air supply/ash discharge device 32, and a cyclone dust collecting machine 60. An

新宿区新宿 2 - 8 - 1 新宿セブン
ビル 8 F Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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))

inclination section 23a is formed at a bottom part 23 of the primary combustion chamber 20, and the inclination section 23a has a bottom part air supply port 31 and the air supply/ash discharge device 32. The air supply/ash discharge device 32 is provided with a bottom part air injection nozzle 34 and an ash delivery device 35. The upper end and the lower end of the bottom part air injection nozzle 34 are open, and a plurality of injection ports 34a from which air is injected are provided to the side surface of the bottom part air injection nozzle 34. Air with strong wind pressure is injected regularly or irregularly from the bottom part air injection nozzle 34 during combustion of powder fuel F, and the powder fuel F is stirred, to obtain a good combustion state.

(57) 要約: 【課題】未燃分量計測装置等の装置を設けることなく、燃焼室内への空気の噴射方向を可変とすることなく、燃焼室内の被燃焼物を効率よく灰化できる燃焼装置及び燃焼方法を提供する。【解決手段】粉体燃料燃焼装置 1 は、燃料供給装置 10 と、1 次燃焼室 20 と、2 次燃焼室 50 と、空気供給灰出装置 32 と、サイクロン集塵機 60 とを備える。1 次燃焼室 20 の底部 23 には傾斜部 23a が形成され、傾斜部 23a は底部空気供給口 31 と空気供給灰出装置 32 を有する。空気供給灰出装置 32 は、底部空気噴射ノズル 34 と、灰送出装置 35 とを備える。底部空気噴射ノズル 34 は、上端及び下端が開口しており、側面には空気が噴射される噴射口 34a が複数設けられる。粉体燃料 F の燃焼中にこの底部空気噴射ノズル 34 から定期的又は不定期に強い風圧の空気を噴射し、粉体燃料 F を攪拌させて良好な燃焼状態を得る。

明 細 書

発明の名称：粉体燃料燃焼装置及び燃焼方法

技術分野

[0001] 本発明は、粉体燃料を燃焼させる燃焼装置、及びその燃焼装置における燃焼方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、微粉炭を燃料として燃焼を行い、燃焼熱を回収して発電プラント等に過熱蒸気を供給するボイラが知られている（特許文献１参照）。特許文献１に記載のボイラは、中空形状で鉛直方向に沿って設置される火炉と、固体燃料と燃焼用空気とを混合した微粉炭混合気を火炉内に噴射するために鉛直方向に配置された三台の燃焼バーナを備えている。

[0003] また、当該ボイラは、燃焼バーナより鉛直方向の下方で燃焼用空気を火炉内に噴射する炉底空気ノズルと、炉底空気ノズルによる燃焼用空気の噴射方向を水平方向に調整可能な水平方向調整装置とを有している。特許文献１のボイラでは、このような構成とすることで、火炉内での燃料の燃焼を促進して未燃分の発生を抑制している。

[0004] 特許文献１に記載されたボイラは、公報の段落００２７や００５１等に記載されているように、燃料として主に石炭を粉砕した微粉炭を微粉燃料（固体燃料）として用いている。

[0005] 一方で、本願発明者等は、特許文献２に開示された炭化燃料製造装置及び炭化燃料製造方法を用いて、主に再利用のために回収された合成樹脂等を原料として質の高い炭化燃料を製造することを行っている。

[0006] 特許文献２に開示された炭化燃料製造装置及び炭化燃料製造方法によれば、回収された合成樹脂の質が悪く、再生に向いていない合成樹脂であっても、石炭に近いカロリーを有する炭化燃料とすることができる。このため、回収されたが再利用が難しいような合成樹脂や、埋め立て処分しかできないような合成樹脂についても、質の高い燃料として再生することができるので、

合成樹脂の再資源化と埋め立て処分場の負担軽減等の優れた効果を得ることができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2017-145976号公報

特許文献2：国際公開公報WO2008/074189号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1におけるボイラは、縦長の火炉において、縦方向に3箇所の燃焼バーナを設置し、微粉炭が火炉内で燃焼されるように構成しているが、未燃物は火炉の底部に堆積する。特許文献1においては、この火炉の底部に堆積した微粉炭に対して、炉底空気ノズルから燃焼用の空気を導入し、炉底内の未燃物の焼却を行っている。

[0009] また、特許文献1におけるボイラでは、当該公報の図9に表示されているように、炉底に灰や未燃分を貯留するホッパが設けられている。特許文献1のボイラでは、このホッパに貯留された灰や未燃分をホッパ底部に設置した未燃分量計測装置と未燃分分析装置にて分析して、炉底空気ノズルからの空気の噴射方向を調節し、未燃分量が減少するように制御している。

[0010] 特許文献1のように、未燃分量計測装置や未燃分分析装置、或いは空気ノズルの噴射方向を可変とする構成は、大型のプラントであれば、技術的又はコストの面で対応が可能である。しかしながら、小型の装置においては、装置の構造が複雑となり、設置コストが嵩む。また、これらの計測装置やノズルの可変機構については、日々のメンテナンスも必要となり、ランニングコストも上昇するという不都合がある。

[0011] 本発明は、上記不都合を解消するため、未燃分量計測装置や未燃分分析装置を設けることなく、また、燃焼室内への空気の噴射方向を可変とすることなく、燃焼室内の被燃焼物を効率よく灰化させることができる燃焼装置及び

燃焼方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明の粉体燃料燃焼装置は、粉体燃料を燃焼させる燃焼装置であって、前記粉体燃料を内部で燃焼させる１次燃焼室と、前記１次燃焼室から排出された燃焼ガスを燃焼させる２次燃焼室を備え、前記１次燃焼室は、前記粉体燃料を内部に供給する燃料供給装置と、内部に空気を供給する１次空気供給口と、内部の前記粉体燃料に着火する着火バーナが設けられ、前記１次燃焼室の底部には、下方に向けて狭まるように傾斜する傾斜部と、内部に空気を供給する底部空気供給口と、前記傾斜部の下方位置に設けられた灰出口と、筒状で上下方向に向けて配置され上端及び下端に開口を有し前記下端が前記灰出口に向けて配置され内部に空気が供給される底部空気噴射ノズルが設けられ、前記２次燃焼室には、内部を加熱して前記１次燃焼室から排出された燃焼ガスに着火する２次バーナと、内部に燃焼用の空気を供給する２次空気供給口が設けられ、前記１次空気供給口及び前記底部空気供給口に空気を供給する１次空気供給装置と、前記底部空気噴射ノズルに空気を供給する噴射空気供給装置と、前記２次空気供給口に空気を供給する２次空気供給装置と、前記燃料供給装置、前記着火バーナ、前記２次バーナ、前記１次空気供給装置、前記噴射空気供給装置、及び前記２次空気供給装置の作動を制御する制御装置を備えている。

[0013] 前記制御装置は、前記燃料供給装置により前記１次燃焼室内に前記粉体燃料を所定量堆積させ、堆積された前記粉体燃料に前記着火バーナによって着火を行うと共に、前記２次バーナを作動させて前記２次燃焼室内を加熱し、前記堆積された前記粉体燃料のガス化燃焼を行う際に、前記１次空気供給装置及び前記噴射空気供給装置を作動させて前記堆積された前記粉体燃料の完全燃焼に必要な空気量よりも少ない空気量を前記１次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給して前記１次燃焼室内で可燃性ガスを発生させ、前記堆積された前記粉体燃料の直接燃焼を行う際に、前記１次空気供給装置及び前記噴射空気供給装置を作動させて前記１次燃

焼室内に前記粉体燃料の直接燃焼に必要な空気量を前記１次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給すると共に、前記燃料供給装置を作動させて前記１次燃焼室内に前記粉体燃料を供給して燃焼させ前記燃料供給装置をバーナとして作動させ、前記堆積された前記粉体燃料のガス化燃焼を行う際、及び前記堆積された前記粉体燃料の直接燃焼を行う際に、前記２次空気供給装置を作動させ、前記２次空気供給口から前記可燃性ガスの完全燃焼に必要な量の２次燃焼用空気を供給して前記可燃性ガスを燃焼させることを特徴とする。

[0014] 本発明の粉体燃料燃焼装置では、堆積された粉体燃料のガス化燃焼を行う際に、１次燃焼室に固定された１次空気供給口、底部空気供給口、及び底部空気噴射ノズルから空気を供給して１次燃焼室内で可燃性ガスを発生させており、１次空気供給口、底部空気供給口のみならず、底部空気噴射ノズルからも空気を噴射している。本発明では、このような構成で粉体燃料の完全燃焼を行うことができるので、未燃性分の分析や１次空気供給ノズルの角度等の変更が不要となる。

[0015] また、本発明の粉体燃料燃焼装置では、前記１次燃焼室内の前記粉体燃料の燐火燃焼及び灰化を行う際に、前記燃料供給装置による燃料の供給を停止させると共に、前記底部空気噴射ノズルからの空気の供給を停止させてもよい。

[0016] 本発明の粉体燃料燃焼装置において、粉体燃料の成分によっては、１次燃焼室内の粉体燃料の燐火燃焼及び灰化を行う際、１次燃焼室及び２次燃焼室内で白煙が発生し、２次燃焼室よりも下流に設置されるサイクロン集塵機及びバグフィルタ等の装置に負荷がかかる場合があった。

[0017] 本願発明者等が鋭意検討を重ねた結果、燐火燃焼及び灰化を行う際に白煙が発生した場合、助燃バーナや２次バーナを用いて１次燃焼室及び２次燃焼室内を加熱するという方法を用いることなく、底部空気噴射ノズルからの空気の供給を停止させることにより、この白煙の発生を防止することができることを知見した。従って、１次燃焼室内の粉体燃料の燐火燃焼及び灰化を行

う際、１次燃焼室及び２次燃焼室内で白煙が発生する場合には、底部空気噴射ノズルからの空気の供給を停止させればよい。

[0018] また、本発明の粉体燃料燃焼装置において、前記制御装置は、前記堆積された前記粉体燃料のガス化燃焼を行う際、及び前記堆積された前記粉体燃料の直接燃焼を行う際に、前記底部空気噴射ノズルに定期的又は不定期で前記粉体燃料を攪拌可能な噴射量で空気を噴射するよう前記噴射空気供給装置を制御してもよい。

[0019] 当該制御により、前記底部空気噴射ノズルから噴射される定期的又は不定期の空気により粉体燃料が攪拌されるので、粉体燃料が炉底の壁面に固着するのを防止することができ、粉体燃料を効率よく燃焼させることができる。

[0020] また、本発明の粉体燃料燃焼装置において、前記燃料供給装置は、前記粉体燃料が投入される燃料用ホッパと、前記燃料用ホッパ内に上下方向に向けて配置され少なくとも下方に空気を噴射するホッパ用噴射ノズルと、前記ホッパ用噴射ノズルに空気を供給するホッパ用空気供給装置と、前記ホッパ用噴射ノズルの下方に設けられ前記粉体燃料を下方に送出する燃料送出装置と、前記粉体燃料と空気とが混合される混合管と、前記混合管に空気を供給する燃料用ブロワとを有し、前記制御装置は、前記１次燃焼室内に前記粉体燃料を供給する際に、前記燃料用ブロワを作動させると共に、前記燃料送出装置を作動させ、前記混合管の内部で前記粉体燃料と前記燃料用ブロワから供給される空気を混合させて前記混合管から前記１次燃焼室に前記粉体燃料を供給し、所定のタイミングで前記ホッパ用空気供給装置を作動させて前記ホッパ用噴射ノズルから空気を噴射するものとしてもよい。

[0021] 当該構成によれば、ホッパ用空気供給装置により、燃料用ホッパ内の粉体燃料を燃料送出装置に円滑に送出することができ、安定して混合管から１次燃焼室内に粉体燃料を供給することができる。

[0022] また、本発明の粉体燃料燃焼方法は、粉体燃料燃焼装置によって粉体燃料を燃焼させる燃焼方法であって、燃料投入行程、着火行程、ガス化燃焼行程、直接燃焼行程、及び燐火・灰化行程より構成され、前記粉体燃料燃焼装置

は、前記粉体燃料を内部で燃焼させる１次燃焼室と、前記１次燃焼室から排出されたガスを燃焼させる２次燃焼室を備え、前記１次燃焼室は、前記粉体燃料を内部に供給する燃料供給装置と、内部に空気を供給する１次空気供給口と、内部の前記粉体燃料に着火する着火バーナが設けられ、前記１次燃焼室の底部には、下方に向けて狭まるように傾斜する傾斜部と、内部に空気を供給する底部空気供給口と、前記傾斜部の下方位置に設けられた灰出口と、筒状で上下方向に向けて配置され上端及び下端に開口を有し前記下端が前記灰出口に向けて配置され内部に空気が供給される底部空気噴射ノズルが設けられ、前記２次燃焼室には、内部を加熱して前記１次燃焼室から排出された燃焼ガスに着火する２次バーナと、内部に燃焼用の空気を供給する２次空気供給口が設けられ、前記１次空気供給口及び前記底部空気供給口に空気を供給する１次空気供給装置と、前記底部空気噴射ノズルに空気を供給する噴射空気供給装置と、前記２次空気供給口に空気を供給する２次空気供給装置と、前記燃料供給装置、前記着火バーナ、前記２次バーナ、前記１次空気供給装置、前記噴射空気供給装置、及び前記２次空気供給装置の作動を制御する制御装置を備えている。

[0023] 前記制御装置により、前記燃料投入行程では、前記燃料供給装置により前記１次燃焼室内に前記粉体燃料を所定量堆積させ、前記着火行程では、前記２次バーナによって前記２次燃焼室内を加熱し、前記２次燃焼室内が所定温度に達した後、前記堆積された前記粉体燃料に前記着火バーナによって着火を行い、前記ガス化燃焼行程では、前記堆積された前記粉体燃料の完全燃焼に必要な空気量よりも少ない空気量を前記１次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給して前記１次燃焼室内で可燃性ガスを発生させ、前記可燃性ガスを前記２次燃焼室内に導入し、前記２次空気供給口から２次燃焼用空気を供給して前記可燃性ガスを完全燃焼させ、前記直接燃焼行程では、前記１次空気供給装置及び前記噴射空気供給装置を作動させて前記１次燃焼室内に前記粉体燃料の直接燃焼に必要な空気量を前記１次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供

給すると共に、前記燃料供給装置を作動させて前記１次燃焼室内に前記粉体燃料を供給して燃焼させ前記燃料供給装置をバーナとして作動させ、前記１次燃焼室から排出される燃焼ガスを前記２次燃焼室内に導入し、前記２次空気供給口から２次燃焼用空気を供給して前記燃焼ガスを完全燃焼させ、前記燐火・灰化行程では、前記燃料供給装置による燃料の供給を停止させ、前記１次燃焼室内に残存する前記粉体燃料を燐火燃焼させて灰化させることを特徴とする。

[0024] 本発明の粉体燃料燃焼方法は、燃料投入行程、着火行程、ガス化燃焼行程、直接燃焼行程、及び燐火・灰化行程より構成されている。そのガス化燃焼行程において、１次空気供給口、底部空気供給口、及び底部空気噴射ノズルから空気を供給して１次燃焼室内で可燃性ガスを発生させており、１次空気供給口、底部空気供給口のみならず、底部空気噴射ノズルからも空気を噴射している。従って、下方に向けて狭まるように傾斜する底部の内部に堆積された粉体燃料に対して、空気が噴射されるので、従来の焼却方法に比べて、粉体燃料を確実に燃焼させることができる。

[0025] 本発明の粉体燃料燃焼方法では、前記燐火・灰化行程において、前記底部空気噴射ノズルからの空気の供給を停止させてもよい。当該処理により、粉体燃料の燐火・灰化の際の白煙の発生を防止することができる。

[0026] また、本発明の粉体燃料燃焼方法において、前記制御装置により、前記ガス化燃焼行程、及び前記直接燃焼行程において、前記底部空気噴射ノズルに定期的又は不定期で前記粉体燃料を攪拌可能な噴射量で空気を噴射するよう前記噴射空気供給装置を制御してもよい。当該制御により、１次燃焼室の底部に堆積された粉体燃料を攪拌させることができるので、従来の焼却方法に比べて、粉体燃料を確実に燃焼させることができる。

[0027] また、本発明の粉体燃料燃焼方法において、前記燃料供給装置は、前記粉体燃料が投入される燃料用ホッパと、前記燃料用ホッパ内に上下方向に向けて配置され少なくとも下方に空気を噴射するホッパ用噴射ノズルと、前記ホッパ用噴射ノズルに空気を供給するホッパ用空気供給装置と、前記ホッパ用

噴射ノズルの下方に設けられ前記粉体燃料を下方に送出する燃料送出装置と、前記粉体燃料と空気とが混合される混合管と、前記混合管に空気を供給する燃料用ブロワとを有し、前記燃料投入行程及び前記直接燃焼行程において、前記制御装置により、前記燃料用ブロワを作動させると共に、前記燃料送出装置を作動させ、前記混合管の内部で前記粉体燃料と前記燃料用ブロワから供給される空気を混合させて前記混合管から前記 1 次燃焼室に前記粉体燃料を供給し、所定のタイミングで前記ホッパ用空気供給装置を作動させて前記ホッパ用噴射ノズルから空気を噴射するようにしてもよい。

[0028] 当該制御によれば、燃料投入行程及び直接燃焼行程において、ホッパ用空気供給装置により、燃料用ホッパ内の粉体燃料を燃料送出装置に円滑に送出することができ、安定して混合管から 1 次燃焼室内に粉体燃料を供給することができる。

発明の効果

[0029] 本発明によれば、回収された合成樹脂や廃プラスチック等を原料とする炭化燃料のような粉体燃料であっても、良好に燃焼させることができる燃焼装置及び燃焼方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本実施形態の粉体燃料燃焼装置を含む発電システムを示す説明図。
[図2]本実施形態の粉体燃料燃焼装置における燃料供給装置を示す説明図。
[図3]本実施形態の粉体燃料燃焼装置の 1 次燃焼室の底部の構成を示す説明図。

発明を実施するための形態

[0031] 次に、本発明の実施形態の一例である粉体燃料燃焼装置及び粉体燃料燃焼方法について、図 1 ～図 3 を参照して説明する。図 1 は、本実施形態の粉体燃料燃焼装置を含む発電システムを示す説明図である。図 2 は、本実施形態の粉体燃料燃焼装置における燃料供給装置を示す説明図である。図 3 は、本実施形態の粉体燃料燃焼装置の 1 次燃焼室の底部の構成を示す説明図である。本実施形態においては、粉体燃料は特許文献 2 に記載された炭化燃料製造

装置により製造された廃プラスチックを原料とする粉末状のチャを用いている。

[0032] 本実施形態の粉体燃料燃焼装置 1 は、図 1 に示すように、粉体燃料 F による発電システム 2 に用いられる燃焼装置である。発電システム 2 は、粉体燃料燃焼装置 1 に加えて、ボイラ 3、集塵装置 4、発電装置 5、煙突 6 及びこれらを制御する制御装置 7 を備えている。

[0033] 粉体燃料燃焼装置 1 は、図 1 に示すように、燃料供給装置 10 と、1 次燃焼室 20 と、2 次燃焼室 50 と、空気供給灰出装置 32 と、サイクロン集塵機 60 とを備えている。サイクロン集塵機 60 の出口はボイラ 3 に接続されている。

[0034] 1 次燃焼室 20 は、本実施形態では全体的に円筒形であり、その上方に位置する天井部 21 と、天井部 21 の下方に位置する胴部 22 と、胴部 22 の下方に位置する底部 23 から構成されている。

[0035] 天井部 21 には、1 次燃焼室 20 内で発生した可燃性ガス或いは燃焼ガスが排出される 1 次排気口 24 が設けられている。また、1 次排気口 24 には、1 次燃焼室 20 内で発生した燃焼ガスの温度を検出する第 1 温度センサ 25 が設けられている。なお、1 次排気口 24 は、図 1 のように、天井部 21 の天板に形成されていてもよく、側面に形成されていてもよい。

[0036] 胴部 22 には、燃料供給装置 10 が接続されている。この燃料供給装置 10 は、粉体燃料 F が投入される燃料用ホッパ 11 と、粉体燃料 F と燃焼用空気とを混合させる混合管 12 と、燃料用ホッパ 11 に投入された粉体燃料 F を任意の供給量で混合管 12 に供給する燃料送出装置 13 と、燃焼用空気を混合管 12 に供給する燃料用ブロワ 14 と、混合管 12 の先端部にあるバーナ口 15 とを備えている。

[0037] 燃料用ホッパ 11 には、その中央に、上下方向に延びる筒状のホッパ用噴射ノズル 16 が設けられている。ホッパ用噴射ノズル 16 は、円筒状の部材であり、上下端部が開口しており、側面には空気が噴射される噴射口 16a が複数設けられている。ホッパ用噴射ノズル 16 の下端部は、燃料用ホッパ

11の開口部11aに向けて設けられている。また、ホッパ用噴射ノズル16には、エアコンプレッサ70、燃料用電磁弁17及び燃料用空気供給管16bからなるホッパ用空気供給装置18が接続されている。

[0038] 燃料供給装置10の燃料送出装置13は、円筒状のケース13aの内部でロータリーバルブ13bが回転して粉体燃料Fの送出を行う。燃料の時間当たりの送出量は、図示しないモータをインバータ制御して、ロータリーバルブ13bの回転数を調整することにより行われる。

[0039] 燃料供給装置10の燃料用ブロワ14も図示しないモータをインバータ制御することにより送風量を調節することができる。燃料送出装置13の粉体燃料Fの送出量と、燃料用ブロワ14の送風量を調節することにより、バーナ口15から吹き出される燃料の空燃比を変更することができる。

[0040] 燃料供給装置10は、1次燃焼室20内で燃焼が行われている状態で、バーナ口15から粉体燃料Fと燃焼用空気が1次燃焼室20内に供給されると、バーナ口15の近傍で粉体燃料Fが着火し、その後はバーナとして燃焼が行われる。

[0041] また、胴部22の周壁には、1次燃焼室20内に1次燃焼用の空気を供給する1次空気供給口26が複数設けられている。この1次空気供給口26には、胴部22の外側に設けられた1次空気供給装置である1次空気用ブロワ27から空気が供給される。

[0042] また、胴部22の上方位置には、水蒸気導入口28及びベントガス導入口29が設けられている。これらの導入口からは、必要に応じて1次燃焼室20内に水蒸気及びベントガスを導入することができる。水蒸気としては、特許文献2に開示された燃料製造装置による燃料製造の際に回収された臭い成分を含有する水蒸気等を導入可能である。ベントガスとしては、特許文献2に開示された燃料製造装置による燃料製造の際に回収されたガスを使用することができる。

[0043] また、胴部22には、1次燃焼室20内の燃焼を補助する助燃バーナ30と、この助燃バーナ30に空気を供給する助燃用電磁弁30aが設けられて

いる。この助燃バーナ30には、燃料として特許文献2に開示された燃料製造装置による燃料製造の際に回収されたベントオイル等が用いられる。

[0044] 1次燃焼室20の底部23には、胴部22の壁面から下方に向けて狭まるように傾斜する傾斜部23aが形成され、傾斜部23aの下方には灰出口23bが形成されている。傾斜部23aには、内部に燃焼用の空気を導入する底部空気供給口31が複数設けられている。この底部空気供給口31には、1次空気用ブロワ27から空気が供給される。

[0045] また、底部23には、傾斜部23aの内部に空気供給灰出装置32と、底部23内に投入された粉体燃料Fに着火する着火バーナ33が設けられている。この着火バーナ33で使用される燃料は、灯油或いは重油等が用いられる。

[0046] 空気供給灰出装置32は、底部空気噴射ノズル34と、灰送出装置35とを備えている。底部空気噴射ノズル34は、上下方向に延びる筒状の部材であり、傾斜部23aのほぼ中央に設けられている。底部空気噴射ノズル34は、上端及び下端が開口しており、側面には空気が噴射される噴射口34aが複数設けられている。底部空気噴射ノズル34の下端部は、灰出口23bに向けて設けられている。

[0047] 底部空気噴射ノズル34には、噴射空気供給装置36として、エアコンプレッサ70及び底部用電磁弁37、及び底部空気供給管38が接続されている。この噴射空気供給装置36から底部空気噴射ノズル34に噴射用空気が供給される。

[0048] 灰送出装置35は、円筒状のケース35aの内部でロータリーバルブ35bが回転して灰の送出を行う。また、灰送出装置35には、ケース35aの下方部分の内部に水を噴射する散水ノズル39が設けられている。この散水ノズル39から水が噴射されると、ケース35a内の灰が冷却されると共に、灰が水によって集結し、周囲に飛散することなく下方に落下する。

[0049] 灰出口23bの下方には、灰受け器40が配置されており、灰出口23bから排出される灰を貯留することができる。この灰受け器40は、フォーク

リフト等の移動手段により、灰出口 23b の下方位置から灰の回収場所まで移動可能となっている。

[0050] 粉体燃料燃焼装置 1 には、その他に、助燃バーナ 30 に燃料であるベントオイルを供給するベントオイルタンク 71、散水ノズル 39 に水を供給するウォータータンク 72 等が設けられている。

[0051] 2 次燃焼室 50 は、円筒状の燃焼室であり、1 次燃焼室 20 の燃焼ガスが導入される 1 次排気口 24 が接続されている。この 1 次排気口 24 の接続部近傍には、燃焼ガスに着火を行う 2 次バーナ 51 が設けられている。また、2 次燃焼室 50 の周壁には、2 次燃焼を行わせるための 2 次燃焼用空気を供給する 2 次空気供給口 52 が複数設けられている。この 2 次空気供給口 52 には、2 次空気供給装置である 2 次空気用ブロワ 53 から空気が供給される。

[0052] 2 次燃焼室 50 の下流側には 2 次排気口 54 が設けられ、サイクロン集塵機 60 に接続されている。この 2 次排気口 54 には、2 次燃焼室 50 の燃焼ガスの温度を検出する第 2 温度センサ 55 が設けられている。また、サイクロン集塵機 60 の下方には、サイクロン用回収装置 61 が設けられている。

[0053] サイクロン用回収装置 61 は、ロータリーバルブ 62 と、スクリュコンベヤ 63 によって構成されている。このサイクロン用回収装置 61 によって、サイクロン集塵機 60 で回収された粉塵は、再度 1 次燃焼室 20 内に戻されて燃焼が行われる。

[0054] 本実施形態の発電システム 2 におけるボイラ 3 は、サイクロン集塵機 60 によって集塵処理が行われた排気ガスの熱で過熱蒸気や飽和蒸気を発生させる装置である。本実施形態では、ボイラ 3 は約 600℃ の排気ガスから熱回収を行い、排気ガスの出口温度を約 200℃ まで下降させている。

[0055] 発電装置 5 は、ボイラ 3 によって発生した蒸気で図示しないタービンを回転させて発電する装置である。この発電装置 5 は、現在一般に使用しているものを採用している。ボイラ 3 によって発生した蒸気は、このように発電装置 5 に用いられる他、暖房設備等の付帯設備にも用いることもできる。

- [0056] ボイラ 3 の下流側には集塵装置 4 が設けられている。この集塵装置 4 は、一般に広く用いられているバグフィルタ等を用いることができる。また、バグフィルタの前にガスの温度を降下させる装置等も必要に応じて設置する。その他、集塵装置 4 としては、遠心式集塵機、電気式集塵機、或いは重力式集塵装置等の他の集塵装置を用いることもできる。また、発電システム 2 の規模や燃焼させる燃料の種類によっては、この集塵装置 4 自体を省略することができる。
- [0057] 煙突 6 には、図示しない吸引ファンが設けられており、粉体燃料燃焼装置 1 から発生する排気ガスを煙突 6 まで吸引して外部に放出する。この吸引ファンもインバータ制御によって駆動され、制御装置 7 からの信号によって回転数が制御される。
- [0058] 制御装置 7 は、いわゆる制御盤と呼ばれるものであり、各種操作スイッチと、各装置の運転状態を示すインジケータと、各装置の制御を行うコンピュータを内蔵している（それぞれ図示省略）。制御装置 7 のコンピュータは、CPU、記憶装置、通信装置等を備えており（それぞれ図示省略）、記憶装置には本実施形態の粉体燃料燃焼装置 1 を含む発電システム 2 の運転を実行するプログラムが記憶されている。
- [0059] 次に、本実施形態の粉体燃料燃焼装置 1 の燃焼方法について説明する。本実施形態の燃焼方法は、燃料投入行程、着火行程、ガス化燃焼行程、直接燃焼行程、及び燐火・灰化行程より構成される。これらの各行程は、制御装置 7 に記憶されたプログラムによって実行される。
- [0060] 本実施形態の燃焼方法では、まず燃料投入行程が行われる。燃料投入行程においては、燃料供給装置 10 を用いて 1 次燃焼室 20 内に粉体燃料 F を所定量堆積させる。粉体燃料 F の量は、1 次燃焼室 20 の約 $1/3$ の容積が埋まる程度としている。この所定量としては、粉体燃料燃焼装置 1 の運転効率を考慮すると、1 次燃焼室 20 の約 $1/4 \sim 1/2$ 程度が好ましいが、粉体燃料 F の性質によって適宜変更することができる。
- [0061] この燃料投入行程においては、まず、燃料供給装置 10 の燃料用ホッパ 1

1 に粉体燃料 F を投入した状態で燃料供給装置 10 を始動させる。この粉体燃料 F の燃料用ホッパ 11 への投入は、コンベヤ等を用いて制御装置 7 により制御してもよく、コンベヤ等を手動で操作して行ってもよい。

[0062] 燃料供給装置 10 が制御装置 7 により始動されると、ロータリーバルブ 13 b が回転し、燃料用ホッパ 11 内の粉体燃料 F がロータリーバルブ 13 b によってケース 13 a の下方に搬送される。このとき、燃料用ホッパ 11 では、所定のタイミングでホッパ用空気供給装置 18 からホッパ用噴射ノズル 16 に噴射用の空気が送られる。これにより、燃料用ホッパ 11 内の粉体燃料 F がブリッジ等を起こすことなくロータリーバルブ 13 b によってケース 13 a の下方に搬送される。

[0063] ホッパ用空気供給装置 18 を作動させるタイミングは、粉体燃料 F の状態に応じて適宜変更することができ、例えば 1 ～ 10 分毎にホッパ用空気供給装置 18 を作動させてもよく、燃料用ホッパ 11 に粉体燃料 F を追加する毎に作動させてもよい。

[0064] 一方で、燃料用ブロワ 14 の運転も開始され、混合管 12 に空気が供給される。これにより、混合管 12 の内部で粉体燃料 F と供給された空気が混合され、バーナ口 15 から前方に放出される。

[0065] このとき、1 次燃焼室 20 内では着火バーナ 33 や助燃バーナ 30 は作動していないため、燃料供給装置 10 から放出された粉体燃料 F は 1 次燃焼室 20 の底部 23 に堆積する。この燃料供給装置 10 の運転を 1 次燃焼室 20 の約 $1/3$ の容積が埋まるまで続け、所定の量まで粉体燃料 F が供給された後、燃料供給装置 10 の運転を停止させる。

[0066] 本実施形態の燃焼方法においては、次に着火行程が行われる。着火行程においては、まず 2 次燃焼室 50 の 2 次バーナ 51 の燃焼を開始し、2 次燃焼室 50 内の温度を上昇させる。2 次燃焼室 50 の温度が所定温度（800℃等）となった後、着火バーナ 33 を作動させて 1 次燃焼室 20 内に堆積している粉体燃料 F に着火する。このとき、第 1 温度センサ 25 により 1 次燃焼室 20 内における堆積した粉体燃料 F への着火が確認されたときは、着火バ

ーナ 33 を停止させる。

[0067] 次に、ガス化燃焼行程について説明する。ガス化燃焼行程では、1次燃焼室 20 内で、燃料投入行程で投入された粉体燃料 F の一部が燃焼して可燃性ガスを発生させる。1次燃焼室 20 には、1次空気用ブロワ 27、1次空気供給口 26 及び底部空気供給口 31 から1次燃焼用の空気が供給されている。

[0068] ガス化燃焼行程において、1次燃焼室 20 内に導入される1次燃焼用の空気は、粉体燃料 F の完全燃焼に必要な空気量よりも少ない空気量が供給される。従って、1次燃焼室 20 内では、粉体燃料 F の一部が燃焼し、周囲の粉体燃料 F を加熱しながら少しずつ燃焼範囲を広げていくため、粉体燃料 F から可燃性ガスが発生する。

[0069] このとき、空気供給灰出装置 32 の底部空気噴射ノズル 34 からは断続的に空気が1次燃焼室 20 内に供給される。底部空気噴射ノズル 34 からは、上下端部及び噴射口 34 a から空気が噴射される。このとき、例えば、所定時間微小の空気量の噴射を行い、定期的又は不定期に噴射量を増加させる制御を行う。具体的には、5分間は底部空気噴射ノズル 34 の周囲の粉体燃料 F が風圧により移動しないような量の空気を噴射し、5分毎に底部空気噴射ノズル 34 の周囲の粉体燃料 F が攪拌可能な強さで空気の噴射を行う。

[0070] 或いは、5分毎のような定期的な噴射のみならず、通常は弱い風圧での空気の噴射を行い、1次燃焼室 20 内の温度が所定温度以下になった際に粉体燃料 F が攪拌されるような強さで空気の噴射を行ってもよい。この断続的な底部空気噴射ノズル 34 の上下の開口部分、及び側面に設けられた噴射口 34 a からの空気の噴射により、1次燃焼室 20 の底部 23 に堆積している粉体燃料 F が攪拌されて良好な燃焼が行われる。

[0071] ガス化燃焼行程において、加熱された2次燃焼室 50 内に1次燃焼室 20 からの可燃性ガスが排出されると、2次バーナ 51 によって可燃性ガスが着火し、2次燃焼室 50 内で完全燃焼が行われる。

[0072] 本実施形態では、2次燃焼室 50 内の燃焼温度が 800℃以上、好ましく

は900℃以上となるように制御を行っている。なお、2次バーナ51は、第2温度センサで検出される温度が所定の温度以上になったときは作動を停止するが、その後も2次燃焼室50内では1次燃焼室20からの可燃性ガスによって燃焼が継続する。

[0073] このガス化燃焼行程においては、制御装置7によって、2次燃焼室50内の燃焼温度がほぼ一定となるように制御される。2次燃焼室50内の燃焼温度の制御は、2次空気用ブロワ53により可燃性ガスの完全燃焼に必要な一定量の2次空気を供給した状態で、1次空気用ブロワ27による1次空気の量の調節により行われる。

[0074] また、このとき、助燃バーナ30による燃焼を制御して2次燃焼室50内の燃焼温度を制御することもできる。一方で、水蒸気導入口28からの水蒸気の供給、及びベントガス導入口29からのベントガスの導入があった場合でも、1次空気用ブロワ27による1次空気の量の調節で2次燃焼室50内の燃焼温度を制御することができる

[0075] 2次燃焼室50内で完全燃焼された後の排気ガスは、2次排気口54から排出されてサイクロン集塵機60を経てボイラ3に導入される。サイクロン集塵機60では、排気ガス中の粉塵を分離してサイクロン集塵機60の底部に落下させる。この底部に落下した粉塵は、サイクロン用回収装置61のロータリーバルブ62及びスクリーコンベヤ63によって、1次燃焼室20内に戻されて燃焼が行われる。

[0076] このように粉塵が除去された排気ガスは、2次排気口54においては高温であるが、ボイラ3によって熱交換されて温度が下がり、集塵装置4及び煙突6を介して外気に放出される。

[0077] ボイラ3では、燃焼後の排気ガスの熱によって蒸気が生成され、この蒸気を用いて発電装置5で発電が行われる。本実施形態では、粉体燃料Fは特許文献2に記載された炭化燃料製造装置により製造された回収プラスチックを原料とするチャを用いている。このように、発電装置5では、燃料である粉体燃料Fは回収プラスチックが原料であり、その回収プラスチックを用いて

発電を行っているため、極めて環境負荷の小さい発電を行うことができる。

[0078] このガス化燃焼行程を所定時間継続すると、1次燃焼室20内に堆積された粉体燃料Fがガス化燃焼から直接燃焼に徐々に切り替わる。この燃焼状態の切り替わりは、1次燃焼室20内の温度と、2次燃焼室50内の温度条件によって判断する。

[0079] 具体的には、1次燃焼室20内の温度が現状維持か上昇傾向にある状態において、2次燃焼室50の温度が下降し始めるタイミングでガス化燃焼から直接燃焼に徐々に切り替わることを検知する。制御装置7の制御により、2次燃焼室50の燃焼温度を一定にするために1次空気用ブロワ27による1次空気の量の調節を行っている。

[0080] 1次燃焼室20内での粉体燃料Fの燃焼が進むと、粉体燃料Fが徐々に減っていくため、制御装置7は、可燃性ガスを増やすために1次空気用ブロワ27の回転数を高くするよう制御する。この状態が進むと、1次燃焼室20内で減少した粉体燃料Fの量と、増加した1次空気の量が適正な空燃比に近づき、完全燃焼に近づいていくため、2次燃焼室50へ送り込まれる可燃性ガスの量が減り、2次燃焼室50内の温度低下が始まる。このような2次燃焼室50内の温度低下が検知されると、制御装置7は、燃焼状態が切り替わったものと判断する。

[0081] 本実施形態の燃焼方法においては、ガス化燃焼行程が終了すると直接燃焼行程に移行する。直接燃焼行程では、1次燃焼室20の底部23に堆積した粉体燃料Fが直接燃焼により燃焼を続ける。このとき、底部空気供給口31から空気が供給されると共に、底部空気噴射ノズル34からも断続的に空気が噴射されている。

[0082] また、直接燃焼行程においては、燃料供給装置10から粉体燃料Fの供給が行われる。燃料供給装置10から粉体燃料Fが供給されると、1次燃焼室20内は粉体燃料Fの発火温度を超えている状態であるため、バーナ口15から噴射された粉体燃料Fが着火され、連続して燃焼を続けるようになる。このように、直接燃焼行程においては、燃料供給装置10は粉体燃料用バー

ナとして作動する。

[0083] 燃料供給装置 10 から噴射された粉体燃料 F は、このように燃焼しながら 1 次燃焼室 20 内に供給され、燃焼した成分は燃焼ガスとして 2 次燃焼室 50 に排出され、燃焼しきれなかった部分は 1 次燃焼室 20 内に燃焼しながら堆積される。また、1 次燃焼室 20 内に供給された粉体燃料 F は、1 次空気供給口 26 及び底部空気噴射ノズル 34 から供給される燃焼用空気によって燃焼が継続され、徐々に灰化される。

[0084] 本実施形態の燃焼方法においては、直接燃焼行程が終了すると燗火・灰化行程に移行する。直接燃焼行程を終了する場合、燃料供給装置 10 による粉体燃料 F の供給を停止させる。これにより、1 次燃焼室 20 内での燃焼は、1 次燃焼室 20 の底部 23 に堆積する粉体燃料 F のみとなり、直接燃焼から徐々に燗火燃焼へと移行し、燗火燃焼が継続すると粉体燃料 F は徐々に灰化する。

[0085] このとき、底部空気噴射ノズル 34 からの空気の噴射を停止させ、1 次空気供給口 26 及び底部空気供給口 31 からの空気の供給のみを行う。このように、底部空気噴射ノズル 34 からの空気の噴射を停止させることにより、2 次燃焼室 50 から排出される排気ガスの白煙の発生を防止することができる。

[0086] 燗火・灰化行程において、粉体燃料 F が燗火燃焼に移行することにより、残存する粉体燃料 F が徐々に灰化され、最終的にほぼ灰となる。1 次燃焼室 20 内の粉体燃料 F が灰化されたことは、1 次燃焼室 20 内の温度を第 1 温度センサ 25 で検出することができる。

[0087] 灰化された粉体燃料 F の灰は、空気供給灰出装置 32 の灰送出装置 35 によって 1 次燃焼室 20 の外部に送出される。灰送出装置 35 においては、ロータリーバルブ 35b を回転させて 1 次燃焼室 20 の底部 23 にある灰を灰出口 23b から外部に排出する。その際、断続的に底部空気噴射ノズル 34 から空気が強く噴射させ、底部 23 に堆積する灰が円滑に外部に排出させる。

[0088] 灰出口 23 b から排出された灰には、ケース 35 a の下方部分において散水ノズル 39 から水が噴射されるため、ケース 35 a 内の灰の温度が低下すると共に水によって灰が集結し、周囲に飛散することなく下方に落下する。灰出口 23 b の下方には、灰受け器 40 が配置されており、灰出口 23 b から排出される灰を收容し、必要に応じてフォークリフト等で灰の回収場所へ運搬する。

[0089] このように、本発明の粉体燃料燃焼装置 1 を含む発電システム 2 は、固定された底部空気噴射ノズル 34 及び底部空気供給口 31 からの 1 次空気の供給によって、粉体燃料 F の完全燃焼を行っている。従って、特許文献 1 のように、未燃性分の分析を行う必要がなく、1 次空気の供給に際して角度を変化させる必要もない。

[0090] また、本発明の粉体燃料燃焼装置 1 では、空気供給灰出装置 32 の底部空気噴射ノズル 34 によって、1 次燃焼室 20 の底部 23 の粉体燃料 F に断続的に空気を噴射しているため、粉体燃料 F が炉底に堆積することなく、確実に燃焼・灰化され、1 次燃焼室 20 の外部に排出される。従って、本発明の粉体燃料燃焼装置 1 は、粉体燃料 F を確実に燃焼させ、発電装置 5 等によるエネルギー回収を効率よく行うことができる。

符号の説明

[0091] 1…粉体燃料燃焼装置、2…発電システム、3…ボイラ、4…集塵装置、5…発電装置、6…煙突、7…制御装置、10…燃料供給装置、11…燃料用ホッパ、11 a…開口部、12…混合管、13…燃料送出装置、13 a…ケース、13 b…ロータリーバルブ、14…燃料用ブロワ、15…バーナ口、16…ホッパ用噴射ノズル、16 a…噴射口、17…燃料用電磁弁、18…ホッパ用空気供給装置、20…1 次燃焼室、21…天井部、22…胴部、23…底部、23 a…傾斜部、23 b…灰出口、24…1 次排気口、25…第 1 温度センサ、26…1 次空気供給口、27…1 次空気用ブロワ、28…水蒸気導入口、29…ベントガス導入口、30…助燃バーナ、31…底部空気供給口、32…空気供給灰出装置、33…着火バーナ、34…底部空気噴

射ノズル、34 a…噴射口、35…灰送出装置、35 a…ケース、35 b…ロータリーバルブ、36…噴射空気供給装置、37…底部用電磁弁、38…底部空気供給管、39…散水ノズル、40…灰受け器、50…2次燃焼室、51…2次バーナ、52…2次空気供給口、53…2次空気用ブロワ、54…2次排気口、55…第2温度センサ、60…サイクロン集塵機、61…サイクロン用回収装置、62…ロータリーバルブ、63…スクリュウコンベヤ、70…エアコンプレッサ、71…ベントオイルタンク、72…ウォータータンク。

請求の範囲

[請求項1]

粉体燃料を燃焼させる燃焼装置であって、

前記粉体燃料を内部で燃焼させる1次燃焼室と、前記1次燃焼室から排出された燃焼ガスを燃焼させる2次燃焼室を備え、

前記1次燃焼室は、前記粉体燃料を内部に供給する燃料供給装置と、内部に空気を供給する1次空気供給口と、内部の前記粉体燃料に着火する着火バーナが設けられ、

前記1次燃焼室の底部には、下方に向けて狭まるように傾斜する傾斜部と、内部に空気を供給する底部空気供給口と、前記傾斜部の下方位置に設けられた灰出口と、筒状で上下方向に向けて配置され上端及び下端に開口を有し前記下端が前記灰出口に向けて配置され内部に空気が供給される底部空気噴射ノズルが設けられ、

前記2次燃焼室には、内部を加熱して前記1次燃焼室から排出された燃焼ガスに着火する2次バーナと、内部に燃焼用の空気を供給する2次空気供給口が設けられ、

前記1次空気供給口及び前記底部空気供給口に空気を供給する1次空気供給装置と、前記底部空気噴射ノズルに空気を供給する噴射空気供給装置と、前記2次空気供給口に空気を供給する2次空気供給装置と、

前記燃料供給装置、前記着火バーナ、前記2次バーナ、前記1次空気供給装置、前記噴射空気供給装置、及び前記2次空気供給装置の作動を制御する制御装置を備え、

前記制御装置は、

前記燃料供給装置により前記1次燃焼室内に前記粉体燃料を所定量堆積させ、

堆積された前記粉体燃料に前記着火バーナによって着火を行うと共に、前記2次バーナを作動させて前記2次燃焼室内を加熱し、

前記堆積された前記粉体燃料のガス化燃焼を行う際に、前記1次空

気供給装置及び前記噴射空気供給装置を作動させて前記堆積された前記粉体燃料の完全燃焼に必要な空気量よりも少ない空気量を前記 1 次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給して前記 1 次燃焼室内で可燃性ガスを発生させ、

前記堆積された前記粉体燃料の直接燃焼を行う際に、前記 1 次空気供給装置及び前記噴射空気供給装置を作動させて前記 1 次燃焼室内に前記粉体燃料の直接燃焼に必要な空気量を前記 1 次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給すると共に、前記燃料供給装置を作動させて前記 1 次燃焼室内に前記粉体燃料を供給して燃焼させ前記燃料供給装置をバーナとして作動させ、

前記堆積された前記粉体燃料のガス化燃焼を行う際、及び前記堆積された前記粉体燃料の直接燃焼を行う際に、前記 2 次空気供給装置を作動させ、前記 2 次空気供給口から前記可燃性ガスの完全燃焼に必要な量の 2 次燃焼用空気を供給して前記可燃性ガスを燃焼させることを特徴とする粉体燃料燃焼装置。

[請求項2]

請求項 1 に記載の粉体燃料燃焼装置であって、

前記 1 次燃焼室内の前記粉体燃料の燐火燃焼及び灰化を行う際に、前記燃料供給装置による燃料の供給を停止させると共に、前記底部空気噴射ノズルからの空気の供給を停止させることを特徴とする粉体燃料燃焼装置。

[請求項3]

請求項 1 又は 2 に記載の粉体燃料燃焼装置であって、

前記制御装置は、前記堆積された前記粉体燃料のガス化燃焼を行う際、及び前記堆積された前記粉体燃料の直接燃焼を行う際に、前記底部空気噴射ノズルに定期的又は不定期で前記粉体燃料を攪拌可能な噴射量で空気を噴射するよう前記噴射空気供給装置を制御することを特徴とする粉体燃料燃焼装置。

[請求項4]

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の粉体燃料燃焼装置であって、前記燃料供給装置は、前記粉体燃料が投入される燃料用ホッパと、

前記燃料用ホッパ内に上下方向に向けて配置され少なくとも下方に空気を噴射するホッパ用噴射ノズルと、前記ホッパ用噴射ノズルに空気を供給するホッパ用空気供給装置と、前記ホッパ用噴射ノズルの下方に設けられ前記粉体燃料を下方に送出する燃料送出装置と、前記粉体燃料と空気とが混合される混合管と、前記混合管に空気を供給する燃料用ブロワとを有し、

前記制御装置は、前記1次燃焼室内に前記粉体燃料を供給する際に、前記燃料用ブロワを作動させると共に、前記燃料送出装置を作動させ、前記混合管の内部で前記粉体燃料と前記燃料用ブロワから供給される空気を混合させて前記混合管から前記1次燃焼室に前記粉体燃料を供給し、所定のタイミングで前記ホッパ用空気供給装置を作動させて前記ホッパ用噴射ノズルから空気を噴射することを特徴とする粉体燃料燃焼装置。

[請求項5] 粉体燃料燃焼装置によって粉体燃料を燃焼させる燃焼方法であって、

燃料投入行程、着火行程、ガス化燃焼行程、直接燃焼行程、及び燐火・灰化行程より構成され、

前記粉体燃料燃焼装置は、

前記粉体燃料を内部で燃焼させる1次燃焼室と、前記1次燃焼室から排出されたガスを燃焼させる2次燃焼室を備え、

前記1次燃焼室は、前記粉体燃料を内部に供給する燃料供給装置と、内部に空気を供給する1次空気供給口と、内部の前記粉体燃料に着火する着火バーナが設けられ、

前記1次燃焼室の底部には、下方に向けて狭まるように傾斜する傾斜部と、内部に空気を供給する底部空気供給口と、前記傾斜部の下方位置に設けられた灰出口と、筒状で上下方向に向けて配置され上端及び下端に開口を有し前記下端が前記灰出口に向けて配置され内部に空気が供給される底部空気噴射ノズルが設けられ、

前記 2 次燃焼室には、内部を加熱する 2 次バーナと、内部に燃焼用の空気を供給する 2 次空気供給口が設けられ、

前記 1 次空気供給口及び前記底部空気供給口に空気を供給する 1 次空気供給装置と、前記底部空気噴射ノズルに空気を供給する噴射空気供給装置と、前記 2 次空気供給口に空気を供給する 2 次空気供給装置と、

前記燃料供給装置、前記着火バーナ、前記 2 次バーナ、前記 1 次空気供給装置、前記噴射空気供給装置、及び前記 2 次空気供給装置の作動を制御する制御装置を備え、

前記制御装置により、

前記燃料投入行程では、前記燃料供給装置により前記 1 次燃焼室内に前記粉体燃料を所定量堆積させ、

前記着火行程では、前記 2 次バーナによって前記 2 次燃焼室内を加熱し、前記 2 次燃焼室内が所定温度に達した後、前記堆積された前記粉体燃料に前記着火バーナによって着火し、

前記ガス化燃焼行程では、前記堆積された前記粉体燃料の完全燃焼に必要な空気量よりも少ない空気量を前記 1 次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給して前記 1 次燃焼室内で可燃性ガスを発生させ、前記可燃性ガスを前記 2 次燃焼室内に導入し、前記 2 次空気供給口から 2 次燃焼用空気を供給して前記可燃性ガスを完全燃焼させ、

前記直接燃焼行程では、前記 1 次空気供給装置及び前記噴射空気供給装置を作動させて前記 1 次燃焼室内に前記粉体燃料の直接燃焼に必要な空気量を前記 1 次空気供給口、前記底部空気供給口、及び前記底部空気噴射ノズルから供給すると共に、前記燃料供給装置を作動させて前記 1 次燃焼室内に前記粉体燃料を供給して燃焼させ前記燃料供給装置をバーナとして作動させ、前記 1 次燃焼室から排出される燃焼ガスを前記 2 次燃焼室内に導入し、前記 2 次空気供給口から 2 次燃焼用

空気を供給して前記燃焼ガスを完全燃焼させ、

前記燗火・灰化行程では、前記燃料供給装置による燃料の供給を停止させ、前記1次燃焼室内に残存する前記粉体燃料を燗火燃焼させて灰化させることを特徴とする粉体燃料燃焼方法。

[請求項6]

請求項5に記載の粉体燃料燃焼方法であって、

前記燗火・灰化行程において、前記底部空気噴射ノズルからの空気の供給を停止させることを特徴とする粉体燃料燃焼方法。

[請求項7]

請求項5又は6に記載の粉体燃料燃焼方法であって、

前記制御装置により、前記ガス化燃焼行程、及び前記直接燃焼行程において、前記底部空気噴射ノズルに定期的又は不定期で前記粉体燃料を攪拌可能な噴射量で空気を噴射するよう前記噴射空気供給装置を制御することを特徴とする粉体燃料燃焼方法。

[請求項8]

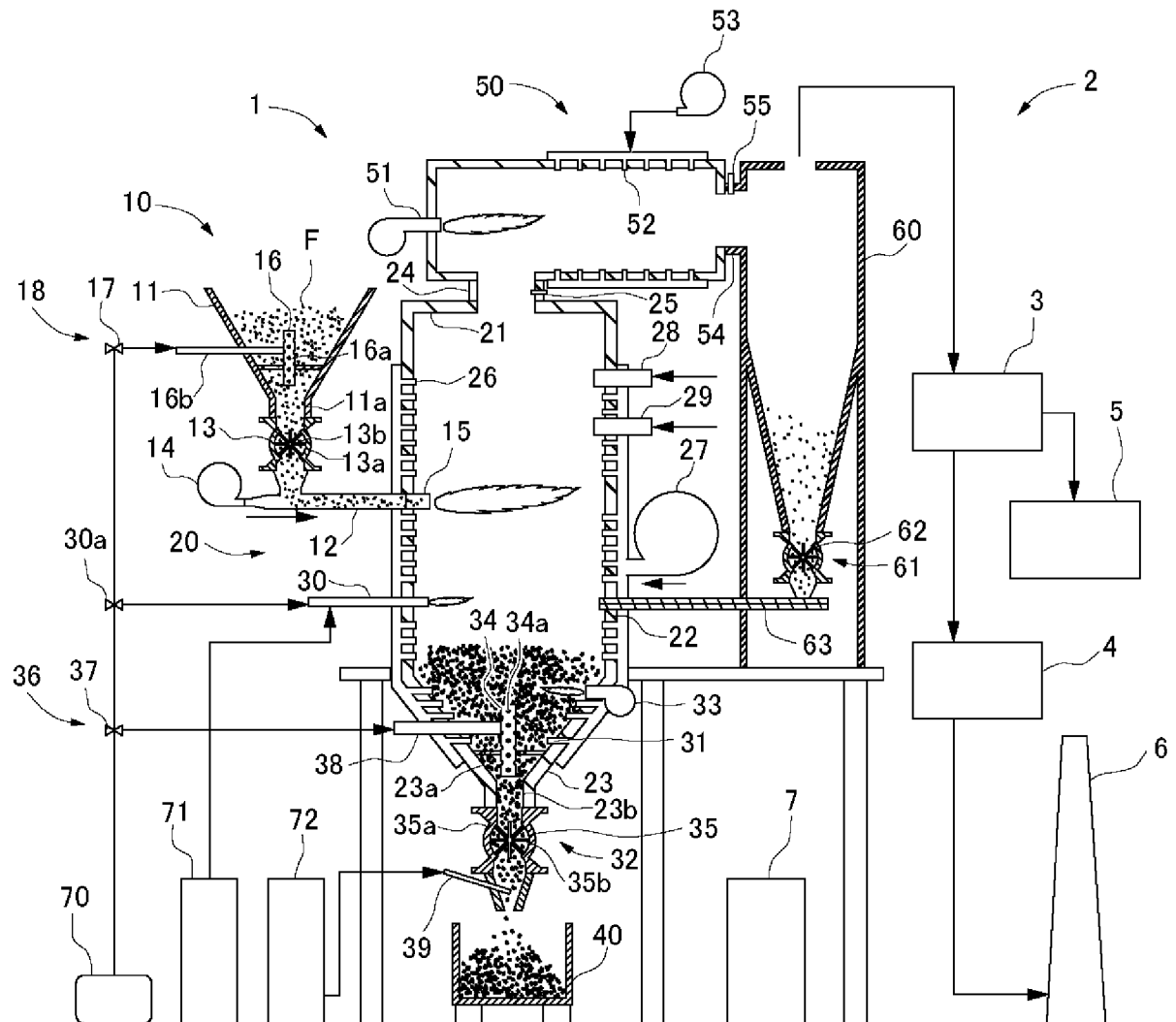
請求項5～7のいずれか一項に記載の粉体燃料燃焼方法であって、

前記燃料供給装置は、前記粉体燃料が投入される燃料用ホッパと、前記燃料用ホッパ内に上下方向に向けて配置され少なくとも下方に空気を噴射するホッパ用噴射ノズルと、前記ホッパ用噴射ノズルに空気を供給するホッパ用空気供給装置と、前記ホッパ用噴射ノズルの下方に設けられ前記粉体燃料を下方に送出する燃料送出装置と、前記粉体燃料と空気とが混合される混合管と、前記混合管に空気を供給する燃料用ブロワとを有し、

前記燃料投入行程及び前記直接燃焼行程において、前記制御装置により、前記燃料用ブロワを作動させると共に、前記燃料送出装置を作動させ、前記混合管の内部で前記粉体燃料と前記燃料用ブロワから供給される空気を混合させて前記混合管から前記1次燃焼室に前記粉体燃料を供給し、所定のタイミングで前記ホッパ用空気供給装置を作動させて前記ホッパ用噴射ノズルから空気を噴射することを特徴とする粉体燃料燃焼方法。

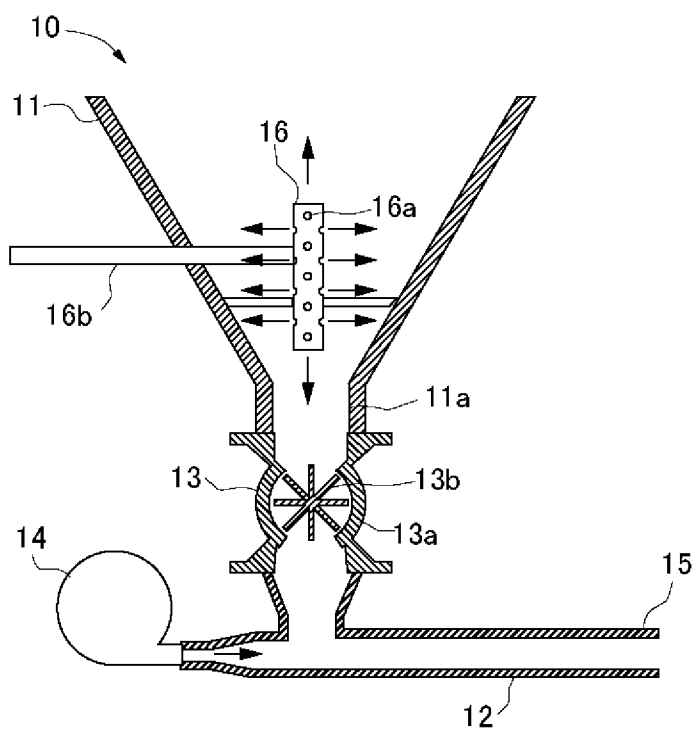
[図1]

FIG.1



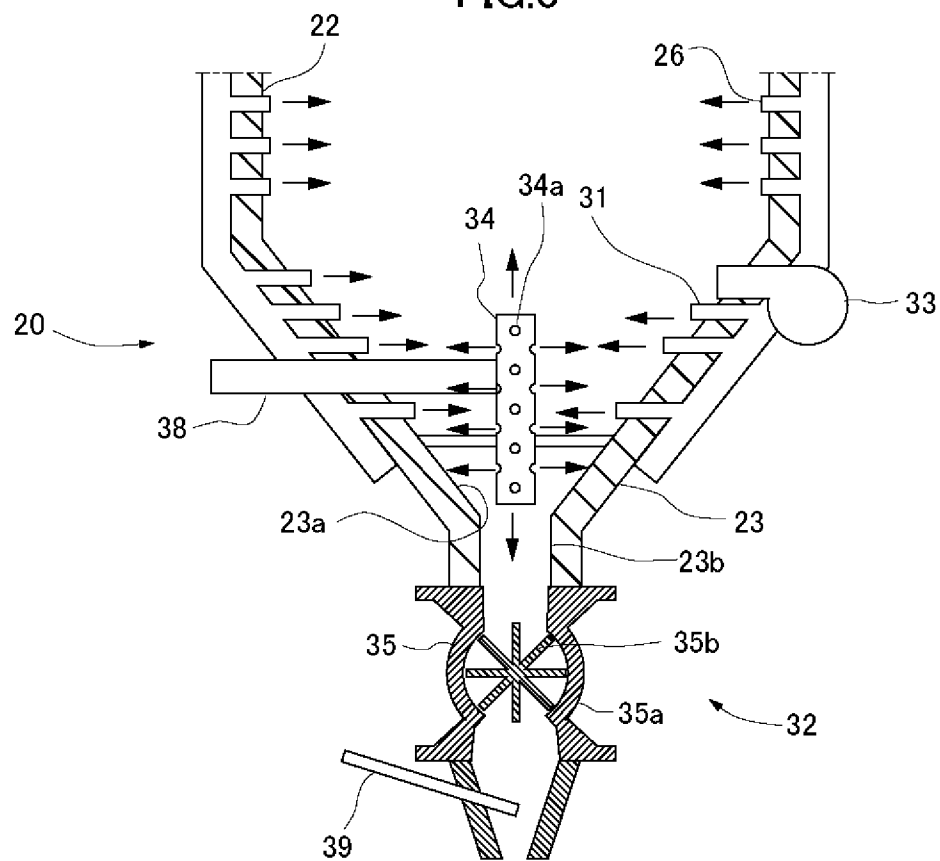
[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/008123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F23C99/00 (2006.01) i

FI: F23C99/00305

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)

Int.Cl. F23C99/00

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.
A	JP 56-916 A (HOKKAIDO SUGAR CO., LTD.) 08.01.1981 (1981-01-08), entire text, all drawings	1-8
A	JP 61-213406 A (TAKUMA KK) 22.09.1986 (1986-09-22), entire text, all drawings	1-8
A	JP 35-592 B1 (YOKOYAMA KOGYO CO., LTD.) 30.01.1960 (1960-01-30), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2012-17872 A (MURATA, Sakae) 26.01.2012 (2012-01-26), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2012-197952 A (MIIKE IRON WORKS CO., LTD.) 18.10.2012 (2012-10-18), entire text, all drawings	1-8



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

18.03.2020

Date of mailing of the international search report

31.03.2020

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

International application No.

PCT/JP2020/008123

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-158062 A (MARUKOSHI ENG KK) 07.06.1994 (1994-06-07), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2018-179336 A (IHI KANKYO ENGINEERING CO., LTD.) 15.11.2018 (2018-11-15), entire text, all drawings	1-8
A	JP 53-80836 A (HOKKAIDO SUGAR CO., LTD.) 17.07.1978 (1978-07-17), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2005-291539 A (BABCOCK HITACHI KK) 20.10.2005 (2005-10-20), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2004-347270 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 09.12.2004 (2004-12-09), entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/008123

JP 56-916 A	08.01.1981	US 4323018 A US 4398477 A GB 2052032 A
JP 61-213406 A	22.09.1986	(Family: none)
JP 35-592 B1	30.01.1960	(Family: none)
JP 2012-17872 A	26.01.2012	(Family: none)
JP 2012-197952 A	18.10.2012	(Family: none)
JP 6-158062 A	07.06.1994	(Family: none)
JP 2018-179336 A	15.11.2018	(Family: none)
JP 53-80836 A	17.07.1978	(Family: none)
JP 2005-291539 A	20.10.2005	(Family: none)
JP 2004-347270 A	09.12.2004	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23C 99/00(2006.01)i FI: F23C99/00 305										
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）） F23C99/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			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
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									
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								
A	JP 56-916 A（北海道糖業株式会社）08.01.1981（1981-01-08） 全文、全図	1-8								
A	JP 61-213406 A（株式会社タクマ）22.09.1986（1986-09-22） 全文、全図	1-8								
A	JP 35-592 B1（横山工業株式会社）30.01.1960（1960-01-30） 全文、全図	1-8								
A	JP 2012-17872 A（村田 榮）26.01.2012（2012-01-26） 全文、全図	1-8								
A	JP 2012-197952 A（株式会社御池鐵工所）18.10.2012（2012-10-18） 全文、全図	1-8								
A	JP 6-158062 A（株式会社マルコシエンジニアリング）07.06.1994（1994-06-07） 全文、全図	1-8								
A	JP 2018-179336 A（株式会社 I H I 環境エンジニアリング）15.11.2018（2018-11-15） 全文、全図	1-8								
☒ 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 18.03.2020	国際調査報告の発送日 31.03.2020									
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） 藤原 弘 3L 3928 電話番号 03-3581-1101 内線 3337									

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
A	JP 53-80836 A (北海道糖業株式会社) 17.07.1978 (1978 - 07 - 17) 全文, 全図	1-8
A	JP 2005-291539 A (バブコック日立株式会社) 20.10.2005 (2005 - 10 - 20) 全文, 全図	1-8
A	JP 2004-347270 A (三菱重工業株式会社) 09.12.2004 (2004 - 12 - 09) 全文, 全図	1-8

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/JP2020/008123

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	56-916	A	08.01.1981	US 4323018	A
				US 4398477	A
				GB 2052032	A
JP	61-213406	A	22.09.1986	(ファミリーなし)	
JP	35-592	B1	30.01.1960	(ファミリーなし)	
JP	2012-17872	A	26.01.2012	(ファミリーなし)	
JP	2012-197952	A	18.10.2012	(ファミリーなし)	
JP	6-158062	A	07.06.1994	(ファミリーなし)	
JP	2018-179336	A	15.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	53-80836	A	17.07.1978	(ファミリーなし)	
JP	2005-291539	A	20.10.2005	(ファミリーなし)	
JP	2004-347270	A	09.12.2004	(ファミリーなし)	