

(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10日(10.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/179593 A1

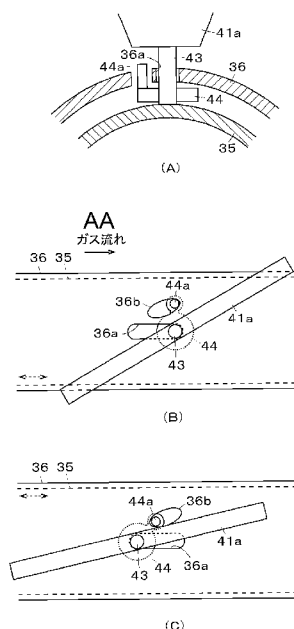
- (51) 国際特許分類:
F23D 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/007934
- (22) 国際出願日: 2020年2月27日(27.02.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
PCT/JP2019/008014 2019年3月1日(01.03.2019) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 川添 裕三 (KAWASOE Yuzo); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 嶺 聡彦(MINE Toshihiko); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 倉増 公治(KURAMASHI Koji); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 越智 佑介(OCHI Yusuke); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 谷口 斉(TANIGUCHI Hitoshi); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 北風 恒輔(KITAKAZE Kosuke); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みな

(54) Title: SOLID FUEL BURNER

(54) 発明の名称: 固体燃料バーナ

[図3]



AA Gas flow

(57) Abstract: A fuel concentrator (34), which is provided toward the center of a fuel nozzle (21) and which imparts to a mixed fluid a velocity component away from the center of the fuel nozzle (21), is configured so as to have a plurality of blades (41a, 41b) that impart a swirl to the mixed fluid, and the deflection angle of the blade (41a) relative to the burner axial direction can be adjusted; thus, it is possible to switch between the use of coal and biomass fuel while maintaining ignitability and the risk of abrasion.

[続葉有]

WO 2020/179593 A1

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 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 亀井 岳行 (KAMEI Takeyuki);
〒1050003 東京都港区西新橋三丁目4-1 西新橋ビル 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, 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: 燃料ノズル(21)の中心側に設けられ、燃料ノズル(21)の中心から離れる向きの速度成分を混合流体に付与する燃料濃縮器(34)において、混合流体に旋回を与える複数の羽根(41a, 41b)を有し、羽根(41a)のバーナ軸方向に対する振れ角を調整可能に構成することで、摩耗に対するリスクや着火性を維持しつつ石炭とバイオマス燃料とを切り替えて使用可能にすることができる。

明 細 書

発明の名称： 固体燃料バーナ

技術分野

[0001] 本発明は、固体燃料を搬送して燃焼させる固体燃料バーナに関し、特にバイオマス粒子のように粒径の大きな燃料粒子に適した固体燃料バーナに関する。

背景技術

[0002] 火力発電プラント等のボイラに用いられる固体燃料バーナの着火性の向上、火炎の安定性を高める方法としては、燃料濃度を高める、または燃料搬送気体の酸素濃度を上げる方法がある。

[0003] 例えば、特許文献１（特許第５８８６０３１号明細書：ＪＰ ５８８６０３１ Ｂ２）では、バイオマス燃料噴出ノズル（１１）の流路中に旋回羽根（１６）を配置して旋回流にすることで、燃料を外周部に濃縮することが記載されている。特許文献１では、旋回羽根（１６）の下流側に旋回度調整板（１７）を配置して、燃料流の旋回を調整している。

[0004] 特許文献２（特許第６２３１０４７号明細書：ＪＰ ６２３１０４７ Ｂ２）では、１次空気ノズル（９）の中心部に、混合流体に旋回を付与する第１旋回器（６）と、第１旋回器（６）とは逆向きの旋回を付与する第２旋回器（７）とを設ける技術が記載されている。特許文献２記載の技術では、第１旋回器（６）で混合流体に強い旋回をかけて、固体燃料粒子を１次空気ノズルの外周側に移動させると共に、第２旋回器（７）で第１旋回器（６）とは逆向きの旋回を付与することで混合流体の旋回を弱める。したがって、バーナの開口部に設置された保炎器（１０）の周辺で固体燃料粒子が濃縮されつつ、旋回が少ない混合流体を開口部から流出させて着火性を向上させている。

[0005] 特許文献３（米国特許公開第２０１３／０３０５９７１号公報：ＵＳ ２０１３／０３０５９７１ Ａ１）には、流路（flow channel ５）に螺旋羽根

状の偏向手段 (deflection means 17, 18, 19) を設けて、流路 (flow channel 5) の外周側に燃料を濃縮する技術が記載されている。

[0006] 特許文献4 (中国特許公開第101832551号公報: CN 101832551 A) には、旋回を付与する部材(11)の上流側に流れを外周側に移動させる錐状の部材(10)が配置されている。特許文献4では、錐状の部材(10)や旋回を付与する部材(11)が、棒状の部材(19, 20)により、軸方向の位置を調整可能に構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1: 特許第5886031号明細書 ([0030] - [0031]、図1 - 図3、図21)

特許文献2: 特許第6231047号明細書 ([0048] - [0061]、図1 - 図3、図21)

特許文献3: 米国特許公開第2013/0305971号公報 ([0041] - [0043]、Fig. 1)

特許文献4: 中国特許公開第101832551号公報 ([0036] - [0038]、図1)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 温暖化対策等の社会的な要望から、特許文献1に記載の技術のように、バイオマス燃料を使用する固体燃料バーナが求められている。しかしながら、現状では、バイオマス燃料は供給が安定していない。したがって、燃料の調達の状況に応じて、石炭とバイオマスを切り換えて使用することが望ましい。

特許文献1～4に記載のバーナにおいて、混合流体に旋回を付与して燃料を外周側に濃縮することが行われている。ここで、石炭に比べて、バイオマス燃料は、旋回を付与する部材への衝突時の摩耗のリスクが低い。着火性は

、石炭に比べて、バイオマス燃料の方が低く、焼損に対するリスクも低いという違いがある。

[0009] したがって、単純に特許文献 1 に記載のバイオマス燃料用のバーナに石炭燃料を使用すると、摩耗のリスクが高いと共に、着火性は高いが焼損しやすい問題がある。逆に、特許文献 2～4 に記載の微粉炭用のバーナにバイオマス燃料を使用すると、摩耗しにくいけど着火性が低い問題がある。

[0010] 本発明は、摩耗に対するリスクや着火性を維持しつつ石炭とバイオマス燃料とを切り替えて使用可能にすることを技術的課題とする。

課題を解決するための手段

[0011] 前記技術的課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明の固体燃料バーナは、

固体燃料とその搬送気体の混合流体が流れ、火炉に向かって開口する燃料ノズルと、

前記燃料ノズルの外周側に配置され、燃焼用気体を噴出させる燃焼用ガスノズルと、

前記燃料ノズルの中心側に設けられ、前記燃料ノズルの中心から離れる向きの速度成分を前記混合流体に付与する燃料濃縮器と、

を備えた固体燃料バーナであって、

前記燃料濃縮器は、前記混合流体に旋回を与える複数の羽根を有し、前記羽根のバーナ軸方向に対する振れ角が調整可能に構成されたことを特徴とする。

[0012] 請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の固体燃料バーナにおいて、

バーナ軸方向に対して離れた 2 箇所に設置すると共に、各々の複数の羽根構造の旋回方向が逆方向であり、前記混合流体の流れ方向に対して少なくとも上流側の羽根の前記振れ角が調整可能であることを特徴とする。

[0013] 請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の固体燃料バーナにおいて、

前記燃料濃縮器は、前記バーナ軸方向に沿って移動可能に構成されたことを特徴とする。

[0014] 前記技術的課題を解決するために、請求項 4 に記載の発明の固体燃料バーナは、

固体燃料とその搬送気体の混合流体が流れ、火炉に向かって開口する燃料ノズルと、

前記燃料ノズルの外周側に配置され、燃焼用気体を噴出させる燃焼用ガスノズルと、

前記燃料ノズルの中心側に設けられ、前記燃料ノズルの中心から離れる向きの速度成分を前記混合流体に付与する燃料濃縮器と、

を備えた固体燃料バーナであって、

前記燃料濃縮器は、前記混合流体に旋回を与える複数の羽根を有し、バーナ軸方向に対して離れた 2 箇所に設置すると共に、各々の複数の羽根構造の旋回方向が逆方向であり、

前記燃料濃縮器は、前記バーナ軸方向に沿って移動可能に構成されたことを特徴とする。

[0015] 請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 に記載の固体燃料バーナにおいて、

前記燃料濃縮器は、前記混合流体の流れ方向に対して少なくとも上流側の羽根の前記バーナ軸方向に対する振れ角が調整可能に構成されたことを特徴とする。

[0016] 請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の固体燃料バーナにおいて、

前記羽根を支持する軸部と、

前記羽根と軸部との境界部分に向けて清掃用の気体を吹き付ける吹付装置と、

を備えたことを特徴とする。

[0017] 請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の固体燃料バーナにおいて、

前記軸部から径方向に気体を噴出させる噴出口と、前記噴出口からの気体を前記羽根と軸部との境界部分に案内する気体ガイド部材と、を有する前記吹付装置、

を備えたことを特徴とする。

発明の効果

- [0018] 請求項 1 に記載の発明によれば、燃料濃縮器の羽根の振れ角が調整可能であるので、使用する燃料に応じて振れ角を調整することができ、摩耗に対するリスクや着火性を維持しつつ石炭とバイオマス燃料とを切り替えて使用可能にすることができる。
- [0019] 請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明の効果に加えて、少なくとも上流側の羽根の振れ角が調整可能であり、使用する燃料に応じて上流側の羽根の振れ角を調整することができると共に、下流側の羽根で混合流体の旋回を弱めることができる。したがって、混合流体の噴流の広がりを調整することができる。
- [0020] 請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明の効果に加えて、使用する燃料に応じて燃料濃縮器のバーナ軸方向に沿った位置を調整することができ、焼損のリスクに対応することができる。
- [0021] 請求項 4 に記載の発明によれば、互いに逆方向の羽根を有する燃料濃縮器が軸方向に移動可能であるので、使用する燃料に応じて軸方向の位置を調整することができ、摩耗に対するリスクや着火性を維持しつつ石炭とバイオマス燃料とを切り替えて使用可能にすることができる。
- [0022] 請求項 5 に記載の発明によれば、請求項 4 に記載の発明の効果に加えて、少なくとも上流側の羽根の振れ角が調整可能であるので、使用する燃料に応じて振れ角を調整することができ、摩耗に対するリスクや着火性、焼損に対するリスクに対応することができる。
- [0023] 請求項 6 に記載の発明によれば、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の発明の効果に加えて、羽根と軸部の境界部分に固体燃料の微粒子が堆積することを抑制できる。したがって、微粒子の堆積で振れ角の調整や燃料濃縮器の移動ができなくなることを抑制できる。
- [0024] 請求項 7 に記載の発明によれば、請求項 6 に記載の発明の効果に加えて、噴出口から噴出された気体を気体ガイド部材で案内しており、簡単な構成で

微粒子の堆積を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図 1 は本発明の実施例 1 の燃焼システムの全体説明図である。

[図2]図 2 は実施例 1 の固体燃料バーナの説明図である。

[図3]図 3 は実施例の燃料濃縮器の羽根の振れ角傾斜機構の説明図であり、図 3 (A) は要部断面図、図 3 (B) は高角度位置の説明図、図 3 (C) は低角度位置の説明図である。

[図4]図 4 は石炭燃料とバイオマス燃料とについて下流羽根の位置と開口径との解析結果の説明図である。

[図5]図 5 は本発明の別の形態 1 の説明図である。

[図6]図 6 は本発明の別の形態 2 の説明図であり、図 6 (A) は概略図、図 6 (B) は部分詳細図である。

[図7]図 7 は図 6 に示す形態における気体ガイド部材の説明図である。

発明を実施するための形態

[0026] 次に図面を参照しながら、本発明の実施の形態の具体例（以下、実施例と記載する）を説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。なお、以下の図面を使用した説明において、理解の容易のために説明に必要な部材以外の図示は適宜省略されている。

実施例 1

[0027] 図 1 は本発明の実施例 1 の燃焼システムの全体説明図である。

図 1 において、火力発電所等で使用される実施例 1 の燃焼システム（燃焼装置）1 では、バイオマス燃料（固体燃料）がバンカ（燃料ホッパ）4 に収容されている。バンカ 4 のバイオマス燃料は、ミル（粉砕機）5 で粉砕される。粉砕された燃料は、ボイラ（火炉）6 の固体燃料バーナ 7 に燃料配管 8 を通じて供給されて、燃焼される。なお、固体燃料バーナ 7 は、ボイラ 6 に複数設置されている。

[0028] ボイラ 6 から排出された排ガスは、脱硝装置 9 で脱硝される。脱硝された排ガスは、空気予熱器 10 を通過する。空気予熱器 10 では、ブロア 11 か

ら送られた空気と排ガスとの熱交換が行われる。したがって、排ガスが低温化されると共に、ブロア 11 からの空気が加熱される。ブロア 11 からの空気は、空気配管 12 を通じて、固体燃料バーナ 7 およびボイラ 6 に燃焼用空気として供給される。

空気予熱器 10 を通過した排ガスは、ガスガスヒータ（熱回収器）13 を通過する際に熱が回収されて低温化する。

[0029] ガスガスヒータ（熱回収器）13 を通過した排ガスは、乾式集塵機 14 で排ガス中の塵等が回収、除去される。

乾式集塵機 14 を通過した排ガスは、脱硫装置 15 に送られて脱硫される。

脱硫装置 15 を通過した排ガスは、湿式集塵機 16 で排ガス中の塵等が回収、除去される。

湿式集塵機 16 を通過した排ガスは、ガスガスヒータ（再加熱器）17 で再加熱される。

ガスガスヒータ（再加熱器）17 を通過した排ガスは、煙突 18 から大気に排気される。

なお、ミル 5 自体の構成は、従来公知の種々の構成を使用可能であり、例えば、特開 2010-242999 号公報等に記載されているので詳細な説明は省略する。

[0030] 図 2 は実施例 1 の固体燃料バーナの説明図である。

図 3 は実施例の燃料濃縮器の羽根の振れ角傾斜機構の説明図であり、図 3（A）は要部断面図、図 3（B）は高角度位置の説明図、図 3（C）は低角度位置の説明図である。

図 2 において、実施例 1 の固体燃料バーナ 7 は、搬送気体が流れる燃料ノズル 21 を有する。燃料ノズル 21 の下流端の開口は、ボイラ 6 の火炉 22 の壁面（火炉壁、水管壁）23 に設けられている。燃料ノズル 21 は、燃料配管 8 が上流端に接続される。燃料ノズル 21 は中空の筒状に形成されており、燃料ノズル 21 の内部には、固体燃料（粉碎されたバイオマス燃料及び

石炭燃料）と搬送気体とが流れる流路 24 が形成されている。

[0031] 燃料ノズル 21 の外周には、燃焼用空気を火炉 22 に噴出する内側燃焼用ガスノズル（２次燃焼用ガスノズル） 26 が設置されている。また、内側燃焼用ガスノズル 26 の外周側には、外側燃焼用ガスノズル（３次燃焼用ガスノズル） 27 が設置されている。各燃焼用ガスノズル 26, 27 は、ウインドボックス（風箱） 28 からの空気を火炉 22 内に向けて噴出する。実施例 1 では、内側燃焼用ガスノズル 26 の下流端には、燃料ノズル 21 の中心に対して径方向外側に傾斜（下流側に行くに連れて径が拡大）するガイドベーン 26a が形成されている。また、外側燃焼用ガスノズル 27 の下流部には、軸方向に沿ったスロット部 27a と、ガイドベーン 26a に平行する拡大部 27b とが形成されている。したがって、各燃焼用ガスノズル 26, 27 から噴出された燃焼用空気は、軸方向の中心から拡散するように噴出される。

[0032] また、燃料ノズル 21 の下流端の開口部には、保炎器 31 が支持されている。図 2 において、保炎器 31 には、内周側突起 31a が形成されている。内周側突起 31a は、燃料ノズル 21 の中心側に向けて突出して形成されている、また、内周側突起 31a は、周方向に沿って間隔をあけて周期的に配置されている。

燃料ノズル 21 の流路断面の中心部には、筒状ないし棒状の中心軸部材を燃料ノズル 21 の衝突板フランジ 21a に支持された衝突板 32a を貫通するように設け、これにより燃料濃縮器 34 としての上流側の第 1 旋回器 41 と、下流側の第 2 旋回器 42 とを支持する。

図 2、図 3 に示す例では、油起動バーナ（オイルガン） 32 が貫通して配置されている。油起動バーナ 32 は、燃料ノズル 21 の衝突板フランジ 21a に支持された衝突板 32a に貫通した状態で支持されている。

[0033] 油起動バーナ 32 の外周には、油起動バーナ 32 を保護する保護筒 32b が装着されている。保護筒 32b の外周には、燃料濃縮器 34 が支持されている。燃料濃縮器 34 は、保護筒 32b の外周側に配置された内筒 35 と、

内筒 3 5 の外周側に配置された外筒 3 6 が配置されている。外筒 3 6 は図示しない支持体を介して衝突板 3 2 a に支持されている。したがって、内筒 3 5 は、油起動バーナ 3 2 の保護筒 3 2 b および外筒 3 6 に対して軸方向にスライド移動可能に支持されている。なお、外筒 3 6 は衝突板に支持される構成に限定されず、内筒 3 5 の移動可能な範囲外の位置で油起動バーナ 3 2 に固定される構成とすること等の変更も可能である。

図 2 において、内筒 3 5 には、位置調整部材の一例としての位置調整ロッド 3 7 が支持されている。位置調整ロッド 3 7 は、棒状に形成されており、油起動バーナ 3 2 に並行して流体流れ方向上流側に向けて延びている。位置調整ロッド 3 7 の上流部は、衝突板 3 2 a を貫通して流路 2 4 の外部まで延びている。

なお、位置調整ロッド 3 7 は、筒状ないし棒状の中心軸部材に内蔵するように設置しても良く、それにより燃料粒子の衝突による摩耗損傷を回避できる。

[0034] 図 2 において、燃料濃縮器 3 4 は、上流側の第 1 旋回器 4 1 と、下流側の第 2 旋回器 4 2 とを有する。図 2、図 3 において、各旋回器 4 1, 4 2 は、油起動バーナ 3 2 を軸に対して傾斜する複数の羽根 4 1 a, 4 2 a を有する。実施例 1 では、下流側の第 2 旋回器 4 2 では、羽根 4 2 a は外筒 3 6 の外周面に固定支持されている。

[0035] 図 3 において、上流側の第 1 旋回器 4 1 では、羽根 4 1 a は、回転軸 4 3 に支持されている。回転軸 4 3 は内筒 3 5 の外面に回転可能に支持されている。回転軸 4 3 は、外筒 3 6 に形成されたガス流れ方向に延びる軸通過部 3 6 a を貫通している。回転軸 4 3 には、径方向の外側に突出するカム部 4 4 が支持されている。カム部 4 4 には回転軸 4 3 に平行して延びるピン 4 4 a が支持されている（図 3（A）参照）。ピン 4 4 a は、ガイド溝 3 6 b を貫通している（図 3（B）、図 3（C）参照）。ガイド溝 3 6 b は、外筒 3 6 に形成されており、ピン 4 4 a をガイド可能な長孔状に形成されている。

[0036] したがって、実施例 1 の燃料濃縮器 3 4 では、位置調整ロッド 3 7 が軸方

向に挿入または引き出される操作がされると、内筒 3 5 が軸方向に移動する。これに応じて、ピン 4 4 a がガイド溝 3 6 b に接触してカム部 4 4 が回転し、回転軸 4 3 が回転する。したがって、羽根 4 1 a が、図 3 (C) で示す低角度位置と、図 3 (B) で示す高角度位置との間で移動する。

なお、実施例 1 では、第 2 旋回器 4 2 の羽根 4 2 a の振れ角は、低角度位置における羽根 4 1 a の振れ角に対して、逆向きで且つ同じ角度に設定されている。

[0037] 前記構成を備えた実施例 1 の固体燃料バーナ 7 では、使用される燃料がバイオマス燃料の場合、位置調整ロッド 3 7 が押し込まれる。したがって、内筒 3 5 が流体の流れ方向の下流側に移動する。したがって、各旋回器 4 1, 4 2 が軸方向の下流側（火炉 2 2 に近づく側）に移動する。

また、この時、上流側の第 1 旋回器 4 1 の羽根 4 1 a が高角度位置に移動する。したがって、第 1 旋回器 4 1 の羽根（ペーン） 4 1 a の振れ角が大きくなる。

ここで、バイオマス燃料は、石炭よりも着火性が低く、燃料粒子を濃縮して着火性を高めたい。したがって、実施例 1 では、羽根 4 1 a の振れ角を大きくして、混合流体の旋回を強くしている。よって、バイオマス燃料を使用しても、燃料の着火性を向上させることができる。

[0038] また、実施例 1 では、燃料濃縮器 3 4 が下流側に移動しており、一度外周側に移動した燃料が燃料ノズル 2 1 の内面で反射されて内周側に移動する前に、開口部（保炎器 3 1）に到達しやすい。よって、燃料濃縮器 3 4 が上流側に位置する場合に比べて、着火性、燃料の濃縮効果が向上している。

バイオマス燃料では、石炭燃料と比較して、平均粒径が大きく、着火性に劣るので、バーナが当該火炎から受ける輻射熱が石炭燃焼の場合のそれと比較して小さい。

従って、石炭燃焼時と比較して、燃料濃縮器 3 4 の焼損に対するリスクが低いので、燃料濃縮器 3 4 が下流側に移動しても焼損のリスクは抑制される。

また、バイオマス燃料は、石炭よりも摩耗のリスクが低いので、羽根 4 1 a の振れ角を大きくしても、寿命に対する悪影響は少なくなっている。

[0039] また、バイオマス燃料は、含酸素燃料であり、着火した後は追加の必要酸素量が少ない。よって、外周の 2 次空気ノズル（内側燃焼用ガスノズル 2 6）から噴出させる空気量を石炭に比べて絞り、その分着火に寄与する 1 次空気の量を多めに設定する。ここで、実施例 1 では、2 次空気ノズル（内側燃焼用ガスノズル 2 6）からの空気噴流は大きな広がりを持った循環流が形成されるように、下流端部にガイドベーン 2 6 a が設置されている。しかし、2 次空気の量を絞り、1 次空気の量を多めに設定すると、固体燃料バーナ 7 から噴出する噴流の広がり相対的に小さくなる。

これに対して、実施例 1 では、バイオマス燃料を使用する場合に、（第 1 旋回器 4 1 の振れ角）>（第 2 旋回器 4 2 の振れ角）に設定されている。したがって、上流側の羽根 4 1 a で強めに付与した旋回を下流側で低減し、且つ、旋回を残した状態で噴出させる。よって、固体燃料バーナ 7 から噴出される噴流は、旋回による広がりが効いた状態となる。したがって、噴流の広がりが不足することも防止される。

[0040] また、実施例 1 の固体燃料バーナ 7 では、石炭（微粉炭）燃料が使用される場合には、位置調整ロッド 3 7 が軸方向に引き出される。したがって、各旋回器 4 1, 4 2 は軸方向の上流側（火炉 2 2 から離れる方向）に一体的に移動する。したがって、第 1 旋回器 4 1 の羽根 4 1 a は低角度位置に移動し、振れ角が小さくなる。

したがって、羽根 4 1 a の石炭燃料による摩耗が、振れ角が大きい場合に比べて抑制される。また、石炭燃料では、着火性はバイオマス燃料よりも高いため、燃料濃縮器 3 4 が上流側であったり、旋回が弱くても十分に着火性は確保可能である。一方で、石炭燃料では焼損リスクが高いため、燃料濃縮器 3 4 が上流側に位置することでその焼損リスク、特に下流の火炉開口部側に設けられた第 2 旋回器の焼損リスクを低減可能である。

[0041] さらに、実施例 1 では、石炭燃料の場合で、（第 1 旋回器 4 1 の振れ角）

＝（第2旋回器42の振れ角）となっている。石炭燃料の場合に噴流に旋回成分が残っていると噴流が拡散して広がりすぎ、循環流が形成されなくなる恐れがある。循環流が形成されなくなるとNO_x低減効果が低下する問題がある。これに対して、実施例1では、石炭燃料では、上流側の第1旋回器41で付与された旋回が、下流側の第2旋回器42で相殺される。したがって、実施例1では、石炭燃料の場合における噴流の広がりすぎを抑制でき、NO_x低減効果を維持できる。

[0042] 図4は石炭燃料とバイオマス燃料とについて下流羽根の位置と開口径との解析結果の説明図である。

図4は、石炭とバイオマスとについて、燃料ノズル21の開口端から下流羽根42aの設置基準位置までの距離をLとし、燃料ノズル21の開口径をDとしたときのL/Dを最大、中間、最小の3通り、それぞれについて羽根の角度 θ を最大、中間、最小の3通り、計9通りについて、数値解析（CFD：Computational Fluid Dynamics）に基づく火炉出口のNO_xの低減効果と、UBC（灰中未燃分：Unburned Carbon）とを求め、これを「性能」として相対評価し、点数化して表すとともに、逆火、摩耗、堆積の各リスクについても点数化し、最も好ましいL/Dと θ の組合せを求めたものである。

[0043] 石炭はL/Dが最小と中間のときは、性能に及ぼす θ の影響が殆ど無い（感度が小さい）がL/Dが最大のときは、 θ の影響が大きく表れ、角度最大のときは、十分な性能が得られるが、角度を小さくしていくに従い、性能が低下してくる。従って、逆火、摩耗、堆積の各リスクが最も小さくなるケース、即ち、L/Dを中間、 θ を最小に設定することが望ましい。

これに対し、バイオマスは、いずれのL/Dでも石炭に比べ、 θ の影響が大きく表れ（感度が大きい）性能を十分なものとするにはL/Dを最小、 θ を最大とする組合せが望ましい。そして、当該組合せでも石炭に比べ、各リスクは小さく抑制されるので、この組み合わせに設定することが望ましい。

このように燃料種によって、性能とリスク面とで総合的に評価される望ましいL/Dと θ との組合せが異なるのに対し、本発明によれば、両者を適切

な条件に設定可能である。

[0044] したがって、実施例１の固体燃料バーナ７では、位置調整ロッド３７を操作することで、バイオマス燃料と石炭燃料を切り替えて使用することができると共に、使用時に、摩耗に対するリスクや着火性、焼損のリスクが上昇することを抑制できる。

特に、実施例１では、位置調整ロッド３７の操作で、振れ角の調整と軸方向の位置調整の両方が可能となっている。したがって、振れ角と軸方向の位置調整を行う部材をそれぞれ設ける場合に比べて、操作が容易であると共に、部品点数も削減されてコストも削減される。

なお、位置調整ロッド３７には、摩耗対策のために保護カバーを設けることが望ましい。

[0045] 図５は本発明の別の形態１の説明図である。

図５において、カム部４４'やガイド溝３６ｂ'の位置を９０度ずらした位置に変更すると共に、外筒３６を油起動バーナ３２に対して周方向に回転可能とすることで、羽根４１ａの角度調整が可能な構成とすることも可能である。

[0046] 図６は本発明の別の形態２の説明図であり、図６（Ａ）は概略図、図６（Ｂ）は部分詳細図である。

図６において、油起動バーナ３２の外周と内筒３５との間に、気体供給管１０１が配置されている。気体供給管１０１は、衝突板３２ａに貫通した状態で支持されている。気体供給管１０１は、内部を油起動バーナ３２が貫通しており、外表面に内筒３５がガス流れ方向に沿って移動可能に支持されている。

気体供給管１０１は、内部が中空に形成されており、清掃用の気体が通過可能に構成されている。気体供給管１０１には、内筒３５が移動可能な範囲に対応して、外表面に、気体の噴出口１０２が複数形成されている。

[0047] 衝突板３２ａの外部には、気体供給管１０１に清掃用の気体を供給する気体源１０３が配置されている。清掃用の気体としては、固体燃料バーナ７の

燃焼への影響が少ないガス種を選択することが好ましく、空気や窒素（ N_2 ）ガス等を使用可能である。なお、清掃用の気体の流量は、固体燃料バーナ 7 の燃焼への影響が少ない流量とすることが好ましく、固体燃料バーナ 7 の仕様に応じて適宜選択可能である。したがって、気体源 103 としては、送風用のファンやコンプレッサー、ガスボンベとバルブ等、従来公知の任意の構成を採用可能である。

[0048] 図 7 は図 6 に示す形態における気体ガイド部材の説明図である。

図 6 において、ガス流れ方向に対して、内筒 35 の上流側には、気体ガイド部材 104 が支持されている。気体ガイド部材 104 は、ガス流れ方向の下流側に行くにつれて外径が大きくなる円錐状に形成されている。図 7 において、本形態では、気体供給管 101 の外径を D_1 とし、気体ガイド部材 104 の上流端の内径を D_2 として、気体ガイド部材 104 の下流端の外径を D_3 とし、羽根 41a のブロック（＝外筒 36）の外径を D_4 とした場合に、以下の式（1）の関係が成立するように構成されている。

$$D_3 > D_4 > D_2 > D_1 \quad \cdots \text{式 (1)}$$

なお、 D_3 は大きすぎると、気体ガイド部材 104 に微粉炭等の微粒子が衝突する量が多くなるため、 D_3 は D_4 にできるだけ近い値とすることが望ましい。

[0049] したがって、噴出口 102 から噴出した気体は、気体ガイド部材 104 の内面で案内されて、回転軸 43 の根元部分 106、すなわち、回転軸 43 と羽根 41a の境界部を含む範囲 106 に吹き付けられる。なお、本形態では、内筒 35 の上流端の部分 107 や外筒 36 の上流端と内筒 35 の角の部分 108 にも気体が吹き付けられる。

なお、気体ガイド部材 104 の外面は、上流から移送されてきた微粉炭等が径方向の外側に案内される。

前記各符号 101 ～ 104 を付した各部材により、本形態の吹付装置 101 ～ 104 が構成されている。

[0050] （別の形態 2 の作用）

図6、図7に示す形態では、吹付装置101～104により、振れ角が調整可能な羽根41aの根元部分106や、ガス流れ方向に移動可能な内筒35の上流端部分107、内筒35との境界部分である外筒36の上流端部分108に気体が吹き付けられる。

根元部分106に気体が吹き付けられない構成では、固体燃料バーナ7の仕様に伴って、微粉炭等の微粒子が経時的に堆積していくことがある。微粒子が堆積したり固着すると、羽根41aの根元部分に微粒子が詰まった状態となるため、羽根41aの振れ角が調整できなくなる恐れがある。また、各部107、108に微粒子が詰まると、内筒35をガス流れ方向に移動させることができなくなる恐れもある。

[0051] これらに対して、本形態では、吹付装置101～104で、各部106～108に気体を吹き付けており、微粒子の堆積が抑制される。したがって、羽根41aの振れ角の調整やガス流れ方向の位置の調整を長期に渡って安定して行うことが可能となる。

なお、本形態では気体ガイド部材104は内筒35と一体的に移動可能に構成されており、内筒35が移動しても気体ガイド部材104との位置関係は変わらない。したがって、各部106～108に安定して気体を吹き付けることができる。

[0052] また、本形態では噴出口102が内筒35の移動範囲に対応して形成されている。よって、内筒35が移動しても安定して気体ガイド部材104の内面側に気体を送り込むことができる。

さらに、本形態では、気体ガイド部材104という簡単な構成で、気体を吹き付けることができ、微粒子の堆積を抑制できる。

[0053] (他の変更例)

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲で、種々の変更を行うことが可能である。

例えば、上流側の羽根41aのみ振れ角を調整可能とする構成を例示した

が、下流側の羽根 4 2 a の振れ角も調整可能とすることも可能である。

また、2 次燃焼用ガスノズル 2 6 と 3 次燃焼用ガスノズル 2 7 を有する 2 段の燃焼用ガスノズル 2 6, 2 7 の構成を例示したが、これに限定されず、燃焼用ガスノズルは 1 段または 3 段以上とすることも可能である。

[0054] さらに、振れ角の調整と軸方向の位置の調整を、1 つの位置調整ロッド 3 7 で行う構成を例示したがこれに限定されない。振れ角の調整用の部材と軸方向の位置調整用の部材をそれぞれ設けることも可能である。例えば、互いにスライド移動可能な二重の円筒の内筒に羽根の回転軸（振れ角調整の支点）を設置し、外筒に図 5 に示すようなカムの変動機構を設けた構成とし、内筒と外筒の相対的な位置関係をずらしたり、いずれかの筒を軸回りに回転移動させることで、旋回羽根の振れ角度の調整を行うことが可能である。そして、内筒と外筒を一体的にノズル軸方向へスライドさせれば軸方向の位置の調整も可能である。なお、内筒と外筒の相対的な回転と、ノズル軸方向への移動は、例えば、それぞれロッドを設けることで操作可能である。そして、使用する燃料種や設計、仕様等に応じて、振れ角の調整が必要ない場合は、燃料濃縮器 3 4 がノズル軸方向へ移動する機能のみを有する構成とすることも可能であるし、ノズル軸方向への移動が必要ない場合は、振れ角の調整のみが可能な構成とすることも可能である。

[0055] また、燃料濃縮器 3 4 として、第 1 旋回器 4 1 と第 2 旋回器 4 2 とを有する構成が望ましいが、第 1 旋回器 4 1 のみの構成とすることも可能であるし、3 つ以上の旋回器を備えた構成とすることも可能である。

[0056] 図 6、図 7 に示す形態において、吹付装置 1 0 1 ~ 1 0 4 の構成は例示した構成に限定されず、任意に変更可能である。例えば、気体ガイド部材の形状は、円錐状に限定されず、放物面（パラボラ）状、多角錐状等、任意の形態とすることも可能である。また、気体供給管 1 0 1 を油起動バーナ 3 2 に沿った円筒管状の構成を例示したが、これに限定されない。例えば、内側燃焼用ガスノズル 2 6 から流路 2 4 を横切るように配管を延ばして空気を供給する形態とすることも可能である。特に、油起動バーナ 3 2 が設けられてお

らず、第1旋回器41と第2旋回器42とがガス流れ方向に延びるスピンドル状の部材で接続されているような構成では、内側燃焼用ガスノズル26から配管を延ばす構成は特に好適である。さらに、吹付装置101～104は、上流側の第1旋回器41と下流側の第2旋回器42の両方に設けることも可能であるし、上流側の第1旋回器41側のみとすることも可能である。

符号の説明

- [0057] 7…固体燃料バーナ、
21…燃料ノズル、
22…火炉、
26, 27…燃焼用ガスノズル、
34…燃料濃縮器、
41a…上流側の羽根、
41a, 41b…羽根、
43…軸部、
101～104…吹付装置、
102…噴出口、
104…気体ガイド部材。

請求の範囲

- [請求項1] 固体燃料とその搬送気体の混合流体が流れ、火炉に向かって開口する燃料ノズルと、
前記燃料ノズルの外周側に配置され、燃焼用気体を噴出させる燃焼用ガスノズルと、
前記燃料ノズルの中心側に設けられ、前記燃料ノズルの中心から離れる向きの速度成分を前記混合流体に付与する燃料濃縮器と、
を備えた固体燃料バーナであって、
前記燃料濃縮器は、前記混合流体に旋回を与える複数の羽根を有し、前記羽根のバーナ軸方向に対する振れ角が調整可能に構成されたことを特徴とする固体燃料バーナ。
- [請求項2] バーナ軸方向に対して離れた2箇所に設置すると共に、各々の複数の羽根構造の旋回方向が逆方向であり、前記混合流体の流れ方向に対して少なくとも上流側の羽根の前記振れ角が調整可能であることを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。
- [請求項3] 前記燃料濃縮器は、前記バーナ軸方向に沿って移動可能に構成されたことを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。
- [請求項4] 固体燃料とその搬送気体の混合流体が流れ、火炉に向かって開口する燃料ノズルと、
前記燃料ノズルの外周側に配置され、燃焼用気体を噴出させる燃焼用ガスノズルと、
前記燃料ノズルの中心側に設けられ、前記燃料ノズルの中心から離れる向きの速度成分を前記混合流体に付与する燃料濃縮器と、
を備えた固体燃料バーナであって、
前記燃料濃縮器は、前記混合流体に旋回を与える複数の羽根を有し、バーナ軸方向に対して離れた2箇所に設置すると共に、各々の複数の羽根構造の旋回方向が逆方向であり、
前記燃料濃縮器は、前記バーナ軸方向に沿って移動可能に構成され

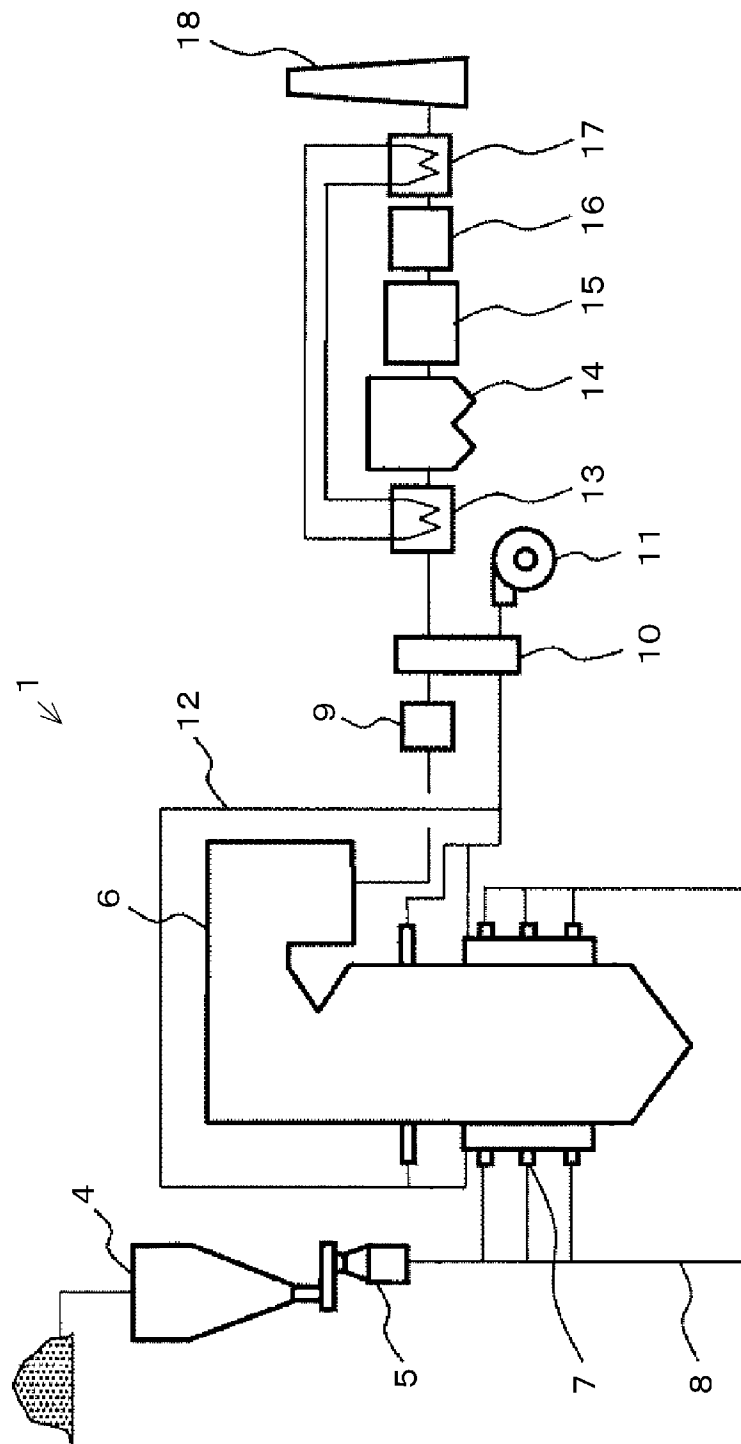
たことを特徴とする固体燃料バーナ。

[請求項5] 前記燃料濃縮器は、前記混合流体の流れ方向に対して少なくとも上流側の羽根の前記バーナ軸方向に対する振れ角が調整可能に構成されたことを特徴とする請求項4に記載の固体燃料バーナ。

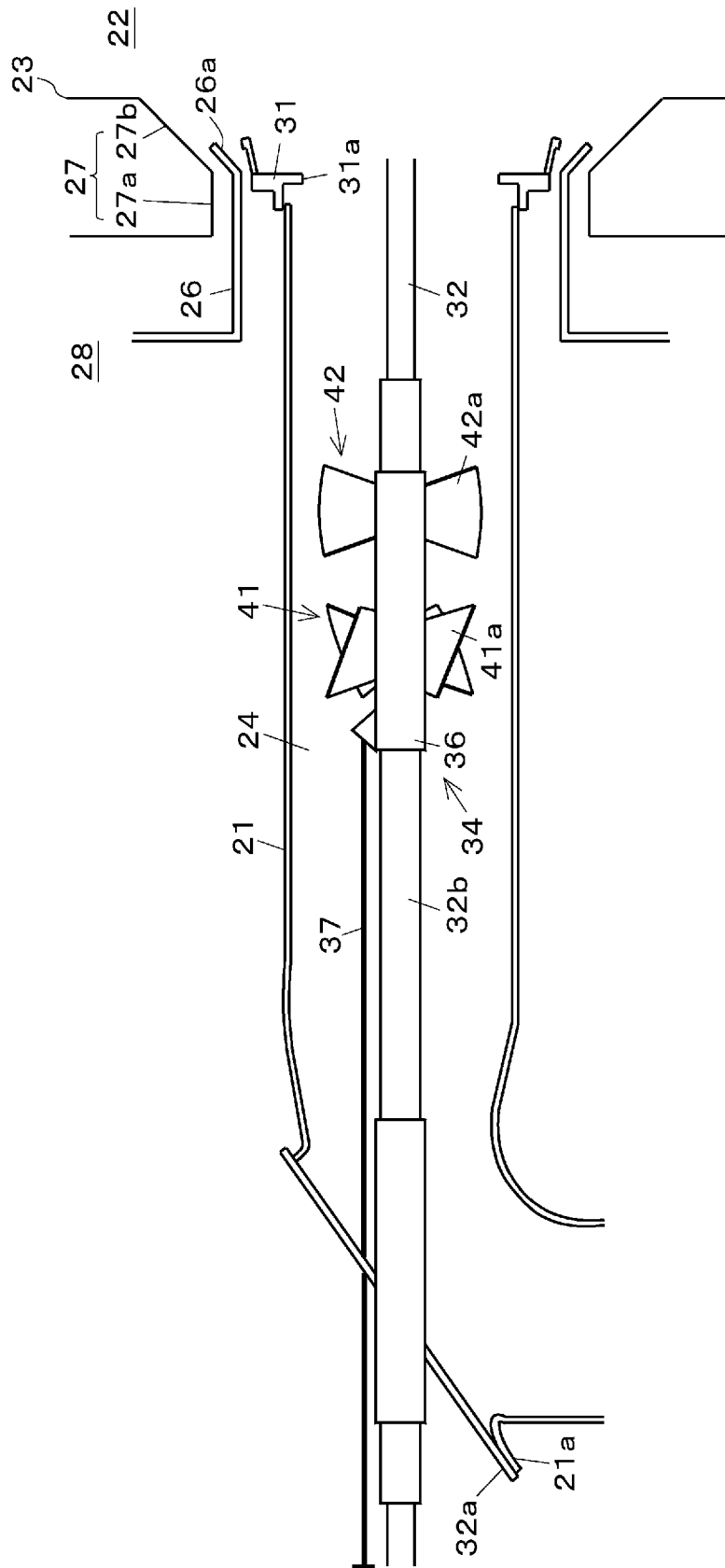
[請求項6] 前記羽根を支持する軸部と、
前記羽根と軸部との境界部分に向けて清掃用の気体を吹き付ける吹付装置と、
を備えたことを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の固体燃料バーナ。

[請求項7] 前記軸部から径方向に気体を噴出させる噴出口と、前記噴出口からの気体を前記羽根と軸部との境界部分に案内する気体ガイド部材と、
を有する前記吹付装置、
を備えたことを特徴とする請求項6に記載の固体燃料バーナ。

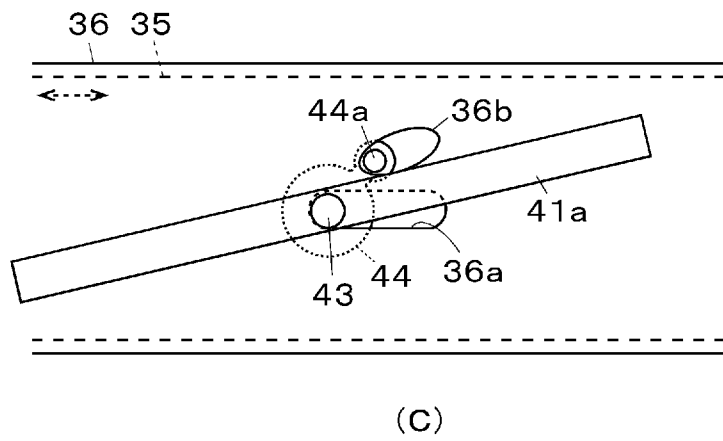
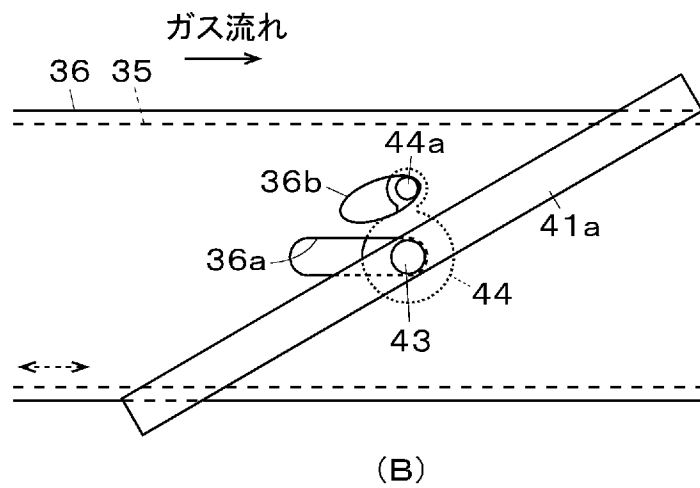
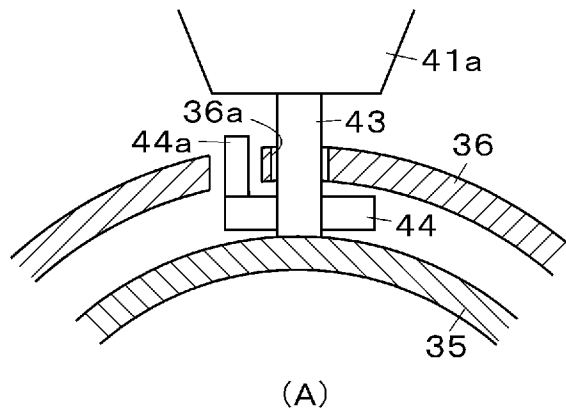
[図1]



[図2]



[図3]

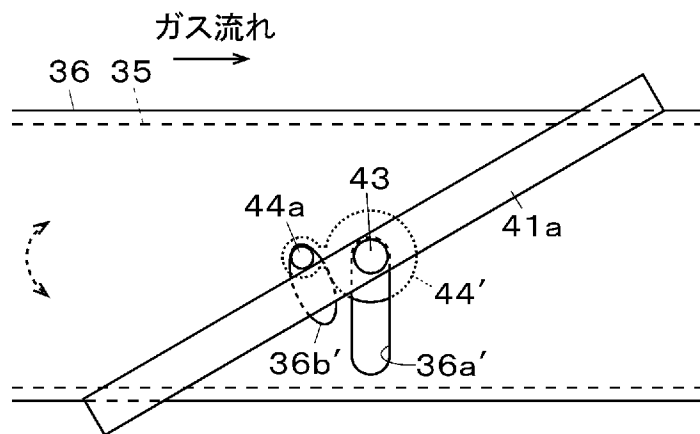


[図4]

L/D	θ	性能			リスク/逆火			リスク/堆積			評価 (ポイント)		
		最小	中間	最大	最小	中間	最大	最小	中間	最大	最小	中間	最大
石炭	最小	◎ 30	◎ 30	◎ 30	大 -10	大 -10	大 -10	小 0	小 0	中 -5	20	15	5
	中間	◎ 30	◎ 30	◎ 30	小 0	小 0	小 -10	小 0	小 0	中 -5	30	25	15
	最大	△ 10	○ 20	◎ 30	小 0	小 0	大 -10	小 0	小 0	中 -5	10	15	15
バイオ	最小	△ 10	○ 20	◎ 30	最小	中間	最大	最小	中間	最大	最小	中間	最大
	中間	△ 10	○ 20	○ 20	小 0	小 0	小 0	小 0	小 0	中 -5	10	20	30
	最大	△ 10	○ 20	○ 20	小 0	小 0	小 0	小 0	小 0	中 -5	10	15	15

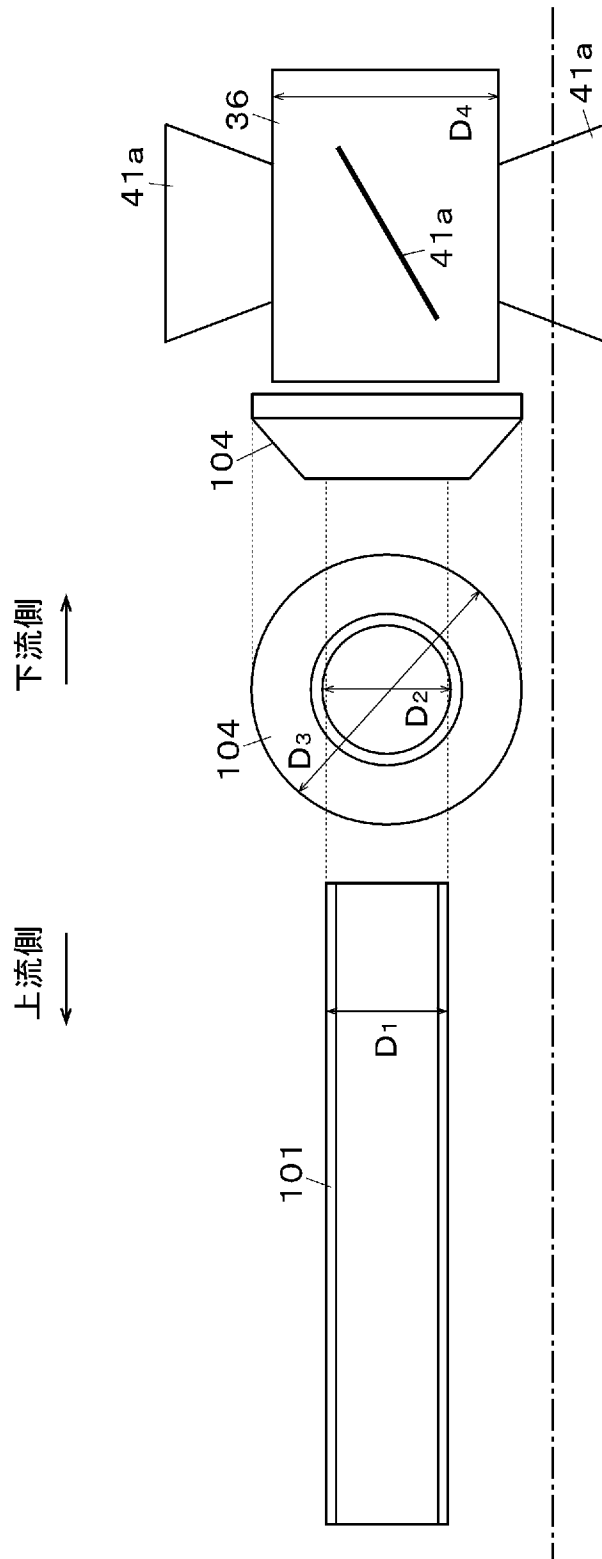
ポイント
◎ 30
○ 20
△ 10
大 -10
中 -5
小 0

[図5]





[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/007934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F23D1/02 (2006.01) i

FI: F23D1/02Z

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. F23D1/02

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	JP 2756098 B2 (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 25.05.1998	1-5
Y	(1998-05-25), paragraphs [0029]-[0037], fig. 1	6
A		7
Y	JP 11-118105 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY	6
A	INDUSTRIES CO., LTD.) 30.04.1999 (1999-04-30),	7
	paragraphs [0016]-[0025], fig. 1	
A	JP 6231047 B2 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS	1-7
	LTD.) 15.11.2017 (2017-11-15), paragraphs [0043]-	
	[0059], fig. 1, 2	
A	CN 101832551 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIV.)	1-7
	15.09.2010 (2010-09-15), paragraphs [0029]-[0043],	
	fig. 1	

☐ 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
03.04.2020

Date of mailing of the international search report
21.04.2020

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/JP2020/007934

JP 2756098 B2	25.05.1998	(Family: none)
JP 11-118105 A	30.04.1999	(Family: none)
JP 6231047 B2	15.11.2017	US 2018/0195716 A1 paragraphs [0071]-[0091], fig. 1-2(D) EP 3318801 A1
CN 101832551 A	15.09.2010	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23D 1/02(2006.01)i FI: F23D1/02 Z		
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）） F23D1/02		
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	JP 2756098 B2（川崎重工業株式会社）25.05.1998（1998-05-25） 段落[0029]-[0037]，[図1]	1-5
Y		6
A		7
Y	JP 11-118105 A（石川島播磨重工業株式会社）30.04.1999（1999-04-30） 段落[0016]-[0025]，[図1]	6
A		7
A	JP 6231047 B2（三菱日立パワーシステムズ株式会社）15.11.2017（2017-11-15） 段落[0043]-[0059]，[図1]-[図2]	1-7
A	CN 101832551 A（上海交通大学）15.09.2010（2010-09-15） 段落[0029]-[0043]，図1	1-7
☐ 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 03.04.2020		国際調査報告の発送日 21.04.2020
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） 岩▲崎▼ 則昌 3L 4415 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/JP2020/007934

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2756098	B2	25.05.1998	(ファミリーなし)	
JP	11-118105	A	30.04.1999	(ファミリーなし)	
JP	6231047	B2	15.11.2017	US 2018/0195716 A1	
				段落[0071]-[0091], 図	
				1-2(D)	
				EP 3318801 A1	
CN	101832551	A	15.09.2010	(ファミリーなし)	