(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3月5日(05.03.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/045276 A1

(51) 国際特許分類:
B02C 15/00 (2006.01)　*B07B 7/083* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/033017

(22) 国際出願日：　2019年8月23日(23.08.2019)

(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 2018-158257　2018年8月27日(27.08.2018)　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).

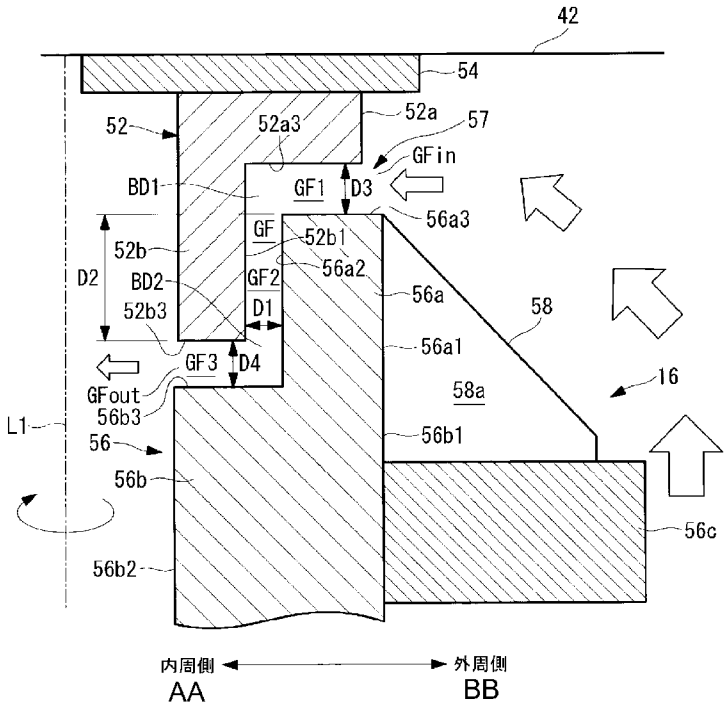
(72) 発明者: 山口　聡太朗 (**YAMAGUCHI, Sotaro**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 澤　昇吾(**SAWA, Shogo**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 藤田　考晴 (**FUJITA, Takaharu**); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい２－２－１ 横浜ランドマークタワー３７Ｆ Kanagawa (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,

(54) **Title:** SOLID FUEL CRUSHING DEVICE, POWER PLANT EQUIPPED WITH SAME, AND SOLID FUEL CRUSHING METHOD

(54) 発明の名称：　固体燃料粉砕装置及びこれを備えた発電プラント並びに固体燃料粉砕方法



AA　Inner circumferential side
BB　Outer circumferential side

(57) **Abstract:** Provided is a solid fuel crushing device which is capable of maintaining a desired classifying performance even when classifying a plurality of types of solid fuels, such as coal fuels or biomass fuels. According to the present invention, a crusher (16) is provided with a seal part (57) having a gap flow passage (GF) formed between a rotary frame (56) and a facing wall part (52). The gap flow passage (GF) of the seal part (57) is provided with: a first flow passage (GF1) that has an inlet opening (GFin) open in the outer periphery of the seal part (57) and extends from the outer peripheral side

WO 2020/045276 A1

［続葉有］

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

toward the inner peripheral side; a second flow passage (GF2) of which the upper end is connected to the inner peripheral end section of the first flow passage (GF1) so as to have a first bent part (BD1), and which extends downward; and a third flow passage (GF3) that has an outlet opening (GFout) open in the inner periphery of the seal part (57) and extends from the outer peripheral side toward the inner peripheral side, wherein the other end in the outer peripheral side of the third flow passage (GF3) is connected to the lower end of the second flow passage (GF2) so as to have a second bent part (BD2).

(57) 要約：石炭燃料やバイオマス燃料といったような複数種類の固体燃料に対しても、所望の分級性能を維持しつつ分級できる固体燃料粉砕装置を提供する。分級機（１６）は、回転枠（５６）と対向壁部（５２）との間に形成された隙間流路（ＧＦ）を有するシール部（５７）を備え、シール部（５７）の隙間流路（ＧＦ）は、シール部（５７）の外周に開口する入口開口（ＧＦｉｎ）を有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路（ＧＦ１）と、第１流路（ＧＦ１）の内周端部に対して第１屈曲部（ＢＤ１）を有するように上端が接続されて下方に向かう第２流路（ＧＦ２）と、シール部（５７）の内周に開口する出口開口（ＧＦｏｕｔ）を有するとともに外周側から内周側に向かうとともに第２流路（ＧＦ２）の下端に対して第２屈曲部（ＢＤ２）を有するように外周側他端が接続された第３流路（ＧＦ３）とを備えている。

明　細　書

発明の名称 ：

固体燃料粉砕装置及びこれを備えた発電プラント並びに固体燃料粉砕方法

技術分野

[0001] 本開示は、例えばバイオマス燃料や石炭燃料を粉砕するのに好適な固体燃料粉砕装置及びこれを備えた発電プラント並びに固体燃料粉砕方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、石炭燃料やバイオマス燃料等の固体燃料は、ミル（粉砕機）で所定粒径よりも小さい微粉状に粉砕して、燃焼装置へ供給される。ミルは、回転テーブルへ投入された石炭燃料やバイオマス燃料等の固体燃料を、回転テーブルとローラの間で噛み砕くことで粉砕し、回転テーブルの外周から供給される搬送ガスによって、粉砕されて微粉状となった燃料を分級機で粒径サイズの小さいものを選別し、ボイラへ搬送して燃焼装置で燃焼させている。火力発電プラントでは、ボイラで燃焼して生成された燃焼ガスとの熱交換により蒸気を発生させ、この蒸気によりタービンを駆動することで発電が行なわれる。

[0003] ミルで粉砕された粉砕後燃料は、ミル上部に設置された回転分級機によって微粒と粗粒に分級される。微粒である微粉燃料は回転分級機のブレード間を通過して後工程に送られ、粗粒である粗粉燃料は回転分級機のブレードに衝突して回転テーブルへ落下し、再度粉砕される。

[0004] しかし、本来ならば回転分級機ではじかれるサイズの粗粒の一部が、回転分級機と、回転分級機に対向する静止壁部であるブレードガイドとの間の隙間をショートパスして、ミル出口から排出されることがある。このようなショートパスが発生すると、所望の分級効率が得られない。この課題に対して、下記特許文献１乃至３のように、エアシール供給やラビリンスシール構造を設けてショートパスを抑制することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１８－７９４２４号公報

特許文献2：特開平１０－７６１７１号公報

特許文献3：特開平８－１９２０６６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 炭素含有固体燃料の中でも木質系などのバイオマス燃料は、石炭燃料に比べて細かく粉砕することが難しい。一方で、バイオマス燃料は、石炭燃料に比べて燃焼性が高く比較的大きな粒径であっても好適に燃焼させることができる性質を有している。従って、バイオマス燃料を固体燃料として使用する場合、石炭燃料と比較して約５～１０倍程度大きい粒径の状態でミルから燃焼装置に供給されるものが一般である。

[0007] このように、石炭燃料とバイオマス燃料とでは、燃焼装置に供給する粒径が異なるため、固体燃料の粉砕及び分級を行うミルは、バイオマス燃料粉砕用途と石炭燃料粉砕用途とで異なる設計（例えばハウジング形状、回転テーブルの回転速度や回転分級機の回転速度など）とし、個別設計することが本来好ましい。しかし、設備コストや設置スペース等の観点から、バイオマス燃料と石炭燃料の両方の固体燃料に対して対応することができるミルが望まれている。

[0008] しかし、上記の各特許文献では、石炭燃料の粉砕を前提としているため、石炭燃料よりも粉砕後の粒径が大きいバイオマス燃料の粉砕に適さない場合がある。例えば、回転分級機とブレードガイドとの間の隙間寸法を石炭燃料用に設定すると、バイオマス燃料としては狭すぎて粉砕後燃料が付着したり堆積したりしてしまうおそれがある。あるいは、上記特許文献１のようにラビリンスシール構造とすると、バイオマス燃料の場合には複数の凹凸を通過する際に粉砕後燃料が堆積してしまうおそれがある。

[0009] 本開示は、このような事情に鑑みてなされたものであって、石炭燃料やバイオマス燃料といったような複数種類の固体燃料に対しても、分級機とブレードガイドとの間の隙間から粗粒の粉砕後燃料がミル出口から排出されるショートパスを抑制して、所望の分級性能を維持しつつ分級できる固体燃料粉砕装置及びこれを備えた発電プラント並びに固体燃料粉砕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

[0010] 本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置は、回転テーブルと、前記回転テーブルとの間で固体燃料を粉砕する粉砕ローラと、前記粉砕ローラによって粉砕された粉砕後燃料を分級する分級機と、を備え、前記分級機は、鉛直上下方向に延在するとともに回転軸線を中心とする円周方向に沿って配置された複数のブレードと、複数の前記ブレードの上端を支持した状態で前記回転軸線回りに回転する回転枠と、を備え、前記回転枠と、該回転枠に対向して配置された対向壁部との間に形成された隙間流路を有するシール部を備え、前記シール部の前記隙間流路は、該シール部の外周に開口する入口開口を有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路と、該第１流路の内周側端部に対して第１屈曲部を有するように上端が接続されて下方に向かう第２流路と、該シール部の内周に開口する出口開口を有するとともに外周側から内周側に向かうとともに該第２流路の下端に対して第２屈曲部を有するように外周側他端が接続された第３流路とを備えている。

[0011] 粉砕ローラで粉砕された粉砕後燃料は、鉛直上下方向の回転軸線を中心に回転する分級機の回転枠と対向壁部との間に設けたシール部によってシールされる。すなわち、粉砕後の粉砕後燃料がブレード間を通過せずに回転枠と対向壁部との間を通過する粉砕後燃料の通過を抑制するように、回転枠と対向壁部との間の隙間流路によってシール部が形成されている。

シール部の隙間流路は、シール部の外周に開口する入口開口を有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路と、第１流路の内周端部に対して接続されて下方へ向かう第２流路と、第２流路の下端に対して接続されて外周

側から内周側に向かいシール部の内周に開口する出口開口を有する第３流路とを備えている。

第２流路は、上方から下方に向かうように設けられているので、入口開口から流入してしまった粉砕後燃料は、第２流路内を上側から下側に流れる流体による流体力だけでなく重力を利用して排出を促進することができる。これにより、隙間流路内に存在する粉砕後燃料を排出することが容易となる。

シール部の隙間流路は、第１屈曲部と第２屈曲部を有しているので、これら屈曲部にて適切な圧力損失を与えて、対向壁部との間の隙間を粗粒の粉砕後燃料がショートパスしてミルの出口から排出されることを抑制することで、所望のシール性を確保することができる。

[0012] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第３流路の流路断面積は、前記第２流路の流路断面積よりも大きい。

[0013] 第３流路の流路断面積を第２流路の流路断面積よりも大きくしたので、隙間流路に存在する粉砕後燃料を容易に第３流路の出口開口へと排出することができる。

[0014] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第１流路の流路断面積は、前記第２流路の流路断面積よりも大きい。

[0015] 第１流路の流路断面積を第２流路の流路断面積よりも大きくしたので、第１流路ＧＦ１側に相互に干渉しないような隙間を設けることができる。

[0016] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第２流路における前記回転枠と前記対向壁部との間の隙間寸法Ｄ１は、前記固体燃料がバイオマスペレットとされた場合に、該バイオマスペレットの構成粒子の粒径以上でかつ、粉砕前の該バイオマスペレットの粒径以下とされている。

[0017] 第２流路の隙間寸法をバイオマスペレットの構成粒子の粒子径以上でかつバイオマスペレットの粒子径以下とすることによって、第２流路にバイオマスペレットの粉砕後燃料が堆積することを回避できる。

なお、バイオマスペレットの構成粒子とは、所定形状に圧縮成形されたバイオマスペレットの構成単位とされる粒子（細粒）を意味する。また、バイ

オマスペレットの粒径とは、所定形状に圧縮成形されたバイオマスペレットは球形でなく円筒状のものが多く、外形のうちで短い側の寸法を意味する。

[0018] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第２流路の上下方向の前記第１屈曲部から前記第２屈曲部までの長さは、前記第２流路における前記回転枠と前記対向壁部との間の隙間寸法の５倍以上１０倍以下とされている。

[0019] 第２流路の上下方向の長さが隙間寸法の５倍未満では十分な圧力損失を得ることができずシール性が低下するおそれがある。第２流路の上下方向の第１屈曲部から第２屈曲部までの長さが隙間寸法の１０倍を超えると、粉砕後燃料が第２流路に付着または堆積するおそれがある。したがって、第２流路の上下方向の長さが隙間寸法の５倍以上１０倍以下が好適である。

[0020] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記回転枠の外周には、半径方向に延在するリブが設けられている。

[0021] 回転枠の外周に、半径方向に延在するリブを設けることとした。これにより、回転枠とともに回転するリブによってシール部入口付近に浮遊する粗粒の粉砕後燃料を払い除けることで、入口開口から流入して、シール部を通過する粉砕後燃料を減らし粗粒の粉砕後燃料がミル出口から排出されるショートパスを抑制することで、分級性能を向上させることができる。

[0022] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第２屈曲部に対応する前記回転枠の内周面側および／または前記対向壁部には、面取部または曲面部が設けられている。

[0023] 第２屈曲部に対応する位置の回転枠の内周面側および／または対向壁部に面取部または曲面部を設けることによって流れを滑らかにし、隙間流路に存在する粉砕後燃料の排出性を向上させることができる。

[0024] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第２流路に対応する前記回転枠の内周面側および／または前記対向壁部には、流れが下方から上方へ向かう上向き螺旋溝が形成されている。

[0025] 第２流路に対応する回転枠の内周面側および／または対向壁部に、流れが

下方から上方へ向かう上向き螺旋溝が形成されているので、第２流路の流れに対して圧力損失を付加することができ、シール性を向上させることができる。上向き螺旋溝は、バイオマス燃料に比べて粒径が小さいため、対向壁部との間の隙間を粗粒の粉砕後燃料がショートパスしてミルの出口から排出されることを抑制することで、シール性がより要求される石炭燃料を多く使用する形態のときに用いるのが好適である。

[0026] さらに、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置では、前記第２流路に対応する前記回転枠および／または前記対向壁部には、流れが上方から下方へ向かう下向き螺旋溝が形成されている。

[0027] 第２流路に対応する回転枠および／または静止壁部に、流れが上方から下方へ向かう下向き螺旋溝が形成されているので、第２流路の流れを加勢することができ、固体燃料の排出性を向上させることができる。下向き螺旋溝は、石炭燃料に比べて粒径が大きいため排出性が要求されるバイオマス燃料のときに用いるのが好適である。

[0028] また、本開示の一態様に係る発電プラントは、上記のいずれかに記載された固体燃料粉砕装置と、前記固体燃料粉砕装置にて粉砕された固体燃料を燃焼して蒸気を生成するボイラと、前記ボイラによって生成された蒸気を用いて発電する発電部と、を備えている。

[0029] また、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕方法は、回転テーブルと、前記回転テーブルとの間で固体燃料を粉砕する粉砕ローラと、前記粉砕ローラによって粉砕された粉砕後燃料を分級する分級機と、を備え、前記分級機は、鉛直上下方向に延在するとともに回転軸線を中心とする円周方向に沿って配置された複数のブレードと、複数の前記ブレードの上端を支持した状態で前記回転軸線回りに回転する回転枠と、を備え、前記回転枠と、該回転枠に対向して配置された対向壁部との間に形成された隙間流路を有するシール部を備えている固体燃料粉砕装置の固体燃料粉砕方法であって、前記シール部の前記隙間流路は、該シール部の外周に開口する入口開口を有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路と、該第１流路の内周側端部に対して第１

屈曲部を有するように上端が接続されて下方に向かう第２流路と、該シール部の内周に開口する出口開口を有するとともに外周側から内周側に向かうとともに該第２流路の下端に対して第２屈曲部を有するように外周側他端が接続された第３流路とを備えている。

発明の効果

[0030] 回転枠と対向壁部との間に形成された隙間流路において、適切な粉砕後燃料の排出性と所望の圧力損失を得ることによって、分級機とブレードガイドとの間の隙間からの粗粒の粉砕後燃料がミル出口から排出されるショートパスを抑制して、所望の分級性能を維持しつつ複数種類の固体燃料を分級することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本開示の一実施形態に係る発電プラントを示した概略構成図である。

[図2]分級機のシール構造であり、図１のＡ部を示した部分拡大縦断面図である。

[図3]回転枠を示した部分斜視図である。

[図4]本開示の第２実施形態に係る分級機のシール構造であり、図２に対応する部分拡大縦断面図である。

[図5]本開示の第３実施形態に係る分級機のシール構造であり、図２に対応する部分拡大縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本開示の第１実施形態について、図面を参照して説明する。

図１に示すように、本実施形態に係る発電プラント１は、固体燃料粉砕装置１００と、蒸気を生成するボイラ２００と、ボイラ２００で生成された蒸気を用いて発電する発電部（図示せず）とを備えている。

[0033] 固体燃料粉砕装置１００は、一例として石炭燃料やバイオマス燃料等の固体燃料を粉砕し、微粉燃料を生成してボイラ２００のバーナ部（燃焼装置）２２０へ供給する装置である。発電プラント１は、１台の固体燃料粉砕装置１００を備えるものであるが、１台のボイラ２００の複数のバーナ部２２０

のそれぞれに対応して複数台の固体燃料粉砕装置１００を備えるシステムとしてもよい。

[0034] 固体燃料粉砕装置１００は、ミル（粉砕部）１０と、給炭機（燃料供給機）２０と、送風部３０と、状態検出部４０と、制御部５０とを備えている。

なお、本実施形態では、上方とは鉛直上側の方向を、上部や上面などの「上」とは鉛直上側の部分を示している。また同様に「下」とは鉛直下側の部分を示している。

[0035] ボイラ２００に供給する石炭燃料やバイオマス燃料等の固体燃料を微粉状の固体燃料である微粉燃料へと粉砕するミル１０は、石炭燃料だけでなくバイオマス燃料も粉砕する形式とされている。

ここで、バイオマス燃料とは、再生可能な生物由来の有機性資源であり、例えば、間伐材、廃材木、流木、草類、廃棄物、汚泥、タイヤ及びこれらを原料としたリサイクル燃料（ペレットやチップ）などであり、ここに提示したものに限定されることはない。バイオマス燃料は、バイオマスの成育過程において二酸化炭素を取り込むことから、地球温暖化ガスとなる二酸化炭素を排出しないカーボンニュートラルとされるため、その利用が種々検討されている。

[0036] ミル１０は、ハウジング１１と、回転テーブル１２と、ローラ（粉砕ローラ）１３と、駆動部１４と、分級機１６と、燃料供給部１７と、分級機１６を回転駆動させるモータ１８とを備えている。

ハウジング１１は、鉛直方向に延びる筒状に形成されるとともに、回転テーブル１２とローラ１３と分級機１６と、燃料供給部１７とを収容する筐体である。

ハウジング１１の天井部４２の中央部には、燃料供給部１７が取り付けられている。この燃料供給部１７は、バンカ２１から導かれた固体燃料をハウジング１１内に供給するものであり、ハウジング１１の中心位置に上下方向に沿って配置され、下端部がハウジング１１内部まで延設されている。

[0037] ハウジング１１の底面部４１付近には駆動部１４が設置され、この駆動部

１４から伝達される駆動力により回転する回転テーブル１２が回転自在に配置されている。

回転テーブル１２は、平面視円形の部材であり、燃料供給部１７の下端部が対向するように配置されている。回転テーブル１２の上面は、例えば、中心部が低く、外側に向けて高くなるような傾斜形状をなし、外周部が上方に曲折した形状をなしていてもよい。燃料供給部１７は、固体燃料（本実施形態では例えば石炭やバイオマス燃料）を上方から下方の回転テーブル１２に向けて供給し、回転テーブル１２は供給された固体燃料をローラ１３との間で粉砕するもので、粉砕テーブルとも呼ばれる。

[0038] 固体燃料が燃料供給部１７から回転テーブル１２の中央へ向けて投入されると、回転テーブル１２の回転による遠心力によって固体燃料は回転テーブル１２の外周側へと導かれ、ローラ１３との間に挟み込まれて粉砕される。粉砕された固体燃料は微粉燃料となり、搬送用ガス流路（以下「一次空気流路」という。）１００ａから導かれた搬送用ガス（以下「一次空気」という。）によって上方へと巻き上げられ、分級機１６へと導かれる。すなわち、回転テーブル１２の外周側の複数箇所には、一次空気流路１００ａから流入する一次空気をハウジング１１内の回転テーブル１２の上方の空間に流出させる吹出口（図示省略）が設けられている。吹出口の上方にはベーン（図示省略）が設置されており、吹出口から吹き出した一次空気に旋回力を与える。ベーンにより旋回力が与えられた一次空気は、旋回する速度成分を有する気流となって、回転テーブル１２上で粉砕された固体燃料をハウジング１１内の上方の分級機１６へと導く。なお、一次空気に混合した固体燃料の粉砕物のうち、所定粒径より大きいものは分級機１６により分級されて、または、分級機１６まで到達することなく、落下して回転テーブル１２に戻されて、再び粉砕される。

[0039] ローラ１３は、燃料供給部１７から回転テーブル１２に供給された固体燃料を粉砕する回転体である。ローラ１３は、回転テーブル１２の上面に押圧されて回転テーブル１２と協働して固体燃料を粉砕する。

図１では、ローラ１３が代表して１つのみ示されているが、回転テーブル１２の上面を押圧するように、周方向に一定の間隔を空けて、複数のローラ１３が対向して配置される。例えば、外周部上に１２０°の角度間隔を空けて、３つのローラ１３が周方向に均等に配置される。この場合、３つのローラ１３が回転テーブル１２の上面と接する部分（押圧する部分）は、回転テーブル１２の回転中心からの距離が等距離となる。

[0040] ローラ１３は、ジャーナルヘッド４５によって、上下に揺動可能となっており、回転テーブル１２の上面に対して接近離間自在に支持されている。ローラ１３は、外周面が回転テーブル１２の上面に接触した状態で、回転テーブル１２が回転すると、回転テーブル１２から回転力を受けて連れ回りするようになっている。燃料供給部１７から固体燃料が供給されると、ローラ１３と回転テーブル１２との間で固体燃料が押圧されて粉砕されて、微粉燃料となる。

[0041] ジャーナルヘッド４５の支持アーム４７は、その中間部が水平方向に延在する支持軸４８によって支持されている。すなわち、支持アーム４７は、ハウジング１１の側面部に支持軸４８を中心としてローラ上下方向に揺動可能に支持されている。また、支持アーム４７の鉛直上側にある上端部には、押圧装置４９が設けられている。押圧装置４９は、ハウジング１１に固定され、ローラ１３を回転テーブル１２に押し付けるように、支持アーム４７等を介してローラ１３に荷重を付与する。

[0042] 駆動部１４は、回転テーブル１２に駆動力を伝達し、回転テーブル１２を中心軸線回りに回転させる装置である。駆動部１４は、回転テーブル１２を回転させる駆動力を発生する。

[0043] 分級機１６は、ハウジング１１の上部に設けられ、中空状の略逆円錐形状の外形を有している。分級機１６は、その外周位置に上下方向に延在する複数のブレード１６ａを備えている。各ブレード１６ａは、分級機１６の中心軸線周りに所定の間隔（均等間隔）を空けて並列に設けられている。分級機１６は、ローラ１３により粉砕された固体燃料を所定粒径（例えば、石炭で

は７０～１００μｍ、バイオマス燃料では０．６～１．０ｍｍ）よりも大きいもの（以下、所定粒径を超える粉砕された固体燃料を「粗粉燃料」という。）と所定粒径以下のもの（以下、所定粒径以下に粉砕された固体燃料を「微粉燃料」という。）に分級する装置である。分級機１６のうち、全体が回転することによって分級する回転分級機は、ロータリセパレータとも称されている。分級機１６に対しては、モータ１８によって回転駆動力が与えられる。

[0044] 分級機１６に到達した固体燃料の粉砕後燃料は、ブレード１６ａの回転により生じる遠心力と、一次空気の気流による向心力との相対的なバランスにより、大きな径の粗粉燃料は、ブレード１６ａによって叩き落とされ、回転テーブル１２へと戻されて再び粉砕され、微粉燃料はハウジング１１の天井部４２にある出口１９に導かれる。

分級機１６によって分級された微粉燃料は、出口１９から供給流路１００ｂへ排出され、一次空気とともに搬送される。供給流路１００ｂへ流出した微粉燃料は、ボイラ２００のバーナ部２２０へ供給される。

[0045] 燃料供給部１７は、ハウジング１１の上端を貫通するように上下方向に沿って下端部がハウジング１１内部まで延設されて取り付けられている。燃料供給部１７の上部から投入された固体燃料は、回転テーブル１２の略中央領域に供給される。燃料供給部１７には、給炭機２０から固体燃料が供給される。

[0046] 給炭機２０は、バンカ２１と、搬送部（燃料供給機）２２と、モータ（燃料供給機）２３とを備える。搬送部２２は、モータ２３から与えられる駆動力によってバンカ２１の直下にあるダウンスパウト部２４の下端部から排出される固体燃料を搬送する。搬送部２２によって搬送された固体燃料は、ミル１０の燃料供給部１７に導かれる。

[0047] 通常、ミル１０の内部には、粉砕した固体燃料である微粉燃料を搬送するための一次空気が供給されて、圧力が大気圧よりも高くなっている。バンカ２１の直下にある上下方向に延在する管であるダウンスパウト部２４には内

部に燃料が積層状態で保持されていて、ダウンスパウト部２４内に積層された燃料層により、ミル１０側の一次空気と粉砕後燃料が逆流入しないようなシール性を確保している。ミル１０へ供給する固体燃料の供給量は、モータ２３によって搬送部２２のベルトコンベアのベルト速度を調整することで行われても良い。

[0048] 粉砕前のバイオマス燃料のチップやペレットは、石炭燃料（すなわち粉砕前の石炭の粒径は、例えば、粒径が２～５０ｍｍ程度）に比べて、粒径が一定であり（ペレットのサイズは、例えば、直径６～８ｍｍ程度、長さは４０ｍｍ以下程度　）、かつ、軽量である。このため、バイオマス燃料がダウンスパウト部２４内に貯留されている場合は、石炭燃料の場合に比べて、各バイオマス燃料間に形成される隙間が大きくなる。このように、ダウンスパウト部２４内のバイオマス燃料のチップやペレットの間には隙間があることから、ミル１０内部から吹き上げる一次空気と粉砕後燃料が各バイオマス燃料間に形成される隙間を通過して、ミル１０内部の圧力が低下する可能性がある。また、一次空気がバンカ２１の貯留部へと吹き抜けると、バイオマス燃料の搬送性の悪化や粉塵発生、ダウンスパウト部２４の発火や、また、ミル１０内部の圧力が低下すると、微粉燃料の搬送量が低下するなど、ミル１０の運転に種々の問題が生じる可能性がある。このため、給炭機２０から燃料供給部１７の途中にロータリバルブ（図示省略）を設けて、一次空気と粉砕後燃料の吹き上げによる逆流を抑制するようにしてもよい。

[0049] 送風部３０は、ローラ１３により粉砕された固体燃料を乾燥させるとともに分級機１６へ供給するための一次空気をハウジング１１の内部へ送風する装置である。送風部３０は、ハウジング１１へ送風される一次空気を適切な温度に調整するために、熱ガス送風機３０ａと、冷ガス送風機３０ｂと、熱ガスダンパ３０ｃと、冷ガスダンパ３０ｄとを備えている。

[0050] 熱ガス送風機３０ａは、空気予熱器などの熱交換器（加熱器）から供給される熱せられた一次空気を送風する送風機である。熱ガス送風機３０ａの下流側には熱ガスダンパ３０ｃ（第１送風部）が設けられている。熱ガスダン

パ３０ｃの開度は制御部５０によって制御される。熱ガスダンパ３０ｃの開度によって熱ガス送風機３０ａが送風する一次空気の流量が決定する。

[0051] 冷ガス送風機３０ｂは、常温の外気である一次空気を送風する送風機である。冷ガス送風機３０ｂの下流側には冷ガスダンパ（第２送風部）３０ｄが設けられている。冷ガスダンパ３０ｄの開度は制御部５０によって制御される。冷ガスダンパ３０ｄの開度によって冷ガス送風機３０ｂが送風する一次空気の流量が決定する。

[0052] 一次空気の流量は、熱ガス送風機３０ａが送風する一次空気の流量と冷ガス送風機３０ｂが送風する一次空気の流量の合計の流量となり、一次空気の温度は、熱ガス送風機３０ａが送風する一次空気と冷ガス送風機３０ｂが送風する一次空気の混合比率で決まり、制御部５０によって制御される。

なお、熱ガス送風機３０ａが送風する一次空気に、ガス再循環通風機を介して電気集塵機など環境装置を通過したボイラ２００から排出された燃焼ガスの一部を導き、混合気とすることで、一次空気流路１００ａから流入する一次空気の酸素濃度を調整してもよい。

[0053] 本実施形態では、ハウジング１１の状態検出部４０により、計測または検出したデータを制御部５０に送信する。本実施形態の状態検出部４０は、例えば、差圧計測手段であり、一次空気流路１００ａからミル１０内部へ一次空気が流入する部分及びミル１０内部から供給流路１００ｂへ一次空気及び微粉燃料が排出する出口１９との差圧をミル１０内の差圧として計測する。分級機１６の分級性能により、ミル１０内部を循環する固体燃料の微粉燃料の循環量の増減とこれに対するミル１０内の差圧の上昇低減が変化する。すなわち、ミル１０の内部に供給する固体燃料に対して、出口１９から排出させる微粉燃料を調整して管理することができるので、微粉燃料の粒度がバーナ部２２０の燃焼性に影響しない範囲で、多くの微粉燃料をボイラ２００に設けられたバーナ部２２０に供給することができる。

[0054] また、本実施形態の状態検出部４０は、例えば、温度計測手段であり、ローラ１３により粉砕された固体燃料を分級機１６へ供給するための一次空気

を、ハウジング１１の内部に送風する送風部３０により温度調整される一次空気のハウジング１１での温度を検出して、上限温度を超えないように送風部３０を制御する。なお、一次空気は、ハウジング１１内において、粉砕物を乾燥しながら搬送することによって冷却されるので、ハウジング１１の上部空間の温度は、例えば約６０～８０℃程度となる。

[0055] 制御部５０は、固体燃料粉砕装置１００の各部を制御する装置である。制御部５０は、例えば、駆動部１４に駆動指示を伝達することによりミル１０の運転に対する回転テーブル１２の回転を制御することができる。制御部５０は、例えば分級機１６のモータ１８へ駆動指示を伝達して回転数を制御することで、分級性能を調整することにより、ミル１０内の差圧を適正化して微粉燃料の供給を安定化させることができる。また、制御部５０は、例えば給炭機２０のモータ２３へ駆動指示を伝達することにより、搬送部２２が固体燃料を搬送して燃料供給部１７へ供給する固体燃料の供給量を調整することができる。また、制御部５０は、開度指示を送風部３０に伝達することにより、熱ガスダンパ３０ｃおよび冷ガスダンパ３０ｄの開度を制御して一次空気の流量と温度を制御することができる。

[0056] 制御部５０は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体等から構成されている。そして、各種機能を実現するための一連の処理は、一例として、プログラムの形式で記憶媒体等に記憶されており、このプログラムをＣＰＵがＲＡＭ等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能が実現される。なお、プログラムは、ＲＯＭやその他の記憶媒体に予めインストールしておく形態や、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供される形態、有線又は無線による通信手段を介して配信される形態等が適用されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、半導体メモリ等である。

[0057] 次に、固体燃料粉砕装置１００から供給される微粉燃料を用いて燃焼を行

って蒸気を発生させるボイラ２００について説明する。ボイラ２００は、火炉２１０とバーナ部２２０とを備えている。

[0058] バーナ部２２０は、供給流路１００ｂから供給される微粉燃料を含む一次空気と、熱交換器（図示省略）から供給される二次空気とを用いて微粉燃料を燃焼させて火炎を生成する装置である。微粉燃料の燃焼は火炉２１０内で行われ、高温の燃焼ガスは、蒸発器，過熱器，エコノマイザなどの熱交換器（図示省略）を通過した後にボイラ２００の外部に排出される。

[0059] ボイラ２００から排出された燃焼ガスは、環境装置（例えば脱硝装置、電気集塵機など：図示省略）で所定の処理を行うとともに、空気予熱器などの熱交換器（図示省略）で外気との熱交換が行われ、誘引通風機（図示省略）を介して煙突（図示省略）へと導かれて大気へと放出される。熱交換器において燃焼ガスとの熱交換により加熱された外気は、前述した熱ガス送風機３０ａに送られる。

[0060] ボイラ２００の各熱交換器への給水は、エコノマイザ（図示省略）において加熱された後に、蒸発器（図示省略）および過熱器（図示省略）によって更に加熱されて高温高圧の蒸気が生成され、蒸気タービン（図示省略）へと送られて発電機（図示省略）を回転駆動して発電が行われる。

[0061] ［分級機のシール構造］

次に、分級機１６のシール構造について説明する。

図１に示したように、分級機１６は、回転軸線回りに回転するので、静止しているハウジング１１の天井部４２との間に隙間流路を設けている。この隙間流路を介して粉砕後燃料が分級機１６の外周側から内周側に流れて、隙間流路ＧＦから流入した粗粒の粉砕後燃料がショートパスすると、ブレード１６ａによって分離されずに微粉燃料だけでなく粗粉燃料もミル出口から排出されて、分級性能が低下してしまう。そこで、隙間流路をシールするシール構造が必要となる。しかし、シール性のみに注目してシール構造を石炭燃料用に設定すると、バイオマス燃料は石炭燃料に比べて粒径が大きいため、バイオマス燃料としては隙間流路が狭すぎて粉砕後の粉砕後燃料が隙間流路

内で付着したり堆積したりして、分級機１６の回転に支障を生じるおそれがある。

[0062] 図２には、図１のＡ部の詳細が示されている。天井部４２の下面には、ブレードガイド（対向壁部）５２が固定されている。ブレードガイド５２は、回転軸線Ｌ１を中心とする円環形状とされている。回転軸線Ｌ１は、分級機１６が回転する中心軸線とされている。なお、回転軸線Ｌ１は、図２では理解の容易のためにブレードガイド５２の比較的近傍に示されているが、実際は更に離れて位置している。ブレードガイド５２は、天井部４２の下面に固定された取付部５４に対して、ボルトや溶接によって固定されている。したがって、ブレードガイド５２は、天井部４２と同様に回転しない静止部となっている。ブレードガイド５２は、上部に設けられた円板部５２ａと、円板部５２ａの内周位置にて連続して下方に延在する円筒部５２ｂを備えている。したがって、ブレードガイド５２の縦断面形状は、図２において上下を反転させたＬ字形状となっている。

[0063] ブレードガイド５２の下方には、回転枠５６が設けられている。回転枠５６は、周方向に並列に並べられた複数のブレード１６ａ（図１参照）の上端を支持する枠体とされている。回転枠５６は、円環形状とされており、各ブレード１６ａと共に回転軸線Ｌ１回りに回転する。回転枠５６は、上側の上円筒部５６ａと、上円筒部５６ａの下方に連続して設けられた下円筒部５６ｂとを備えている。下円筒部５６ｂは、上円筒部５６ａの外周面５６ａ１と同じ径を有する外周面５６ｂ１を有する一方で、上円筒部５６ａの内周面５６ａ２よりも内周側に位置する内周面５６ｂ２を有している。したがって、上円筒部５６ａよりも下円筒部５６ｂの方が厚さ（半径方向の寸法）が大きくなっている。

[0064] 下円筒部５６ｂの外周面５６ｂ１に対して、半径方向に延在するように円板部５６ｃが固定されている。円板部５６ｃは、下円筒部５６ｂに対して溶接等によって固定されている。円板部５６ｃの上面には、リブ５８が設けられている。

[0065] リブ５８は、図２のように側面視すると、略直角三角形とされた板状体である。リブ５８の下辺は円板部５６ｃの上面に対して溶接等によって固定されており、リブ５８の下辺に対して直角をなす左辺は上円筒部５６ａ及び下円筒部５６ｂの外周面に対して溶接等によって固定されている。リブ５８の斜辺は、外周側に位置している。

[0066] 図３には、回転枠５６の一部分を示した斜視図が示されている。なお、同図では、内周側と外周側が図２と回転軸線Ｌ１に対して左右反対になっているので注意されたい。同図に示すように、リブ５８は、円周方向の所定位置に設けられている。好ましくは、リブ５８は、所定の等間隔で複数設けることが好ましい。リブ５８が回転枠５６とともに回転することによって、リブ５８の側面５８ａによって、ミル１０内の下方側から上方側へ流れる気流の一部が後述する隙間流路ＧＦの入口開口ＧＦｉｎ付近に浮遊する粗粉燃料を払い除けることができるようになっている。

[0067] 図２に示すように、回転枠５６と、回転枠５６に対向するブレードガイド５２との間には隙間流路ＧＦが形成されていて、シール部５７を設けてある。回転枠５６の外径及び内径はブレードガイド５２の外径及び内径と略同一とされている。隙間流路ＧＦは、外周側から内周側すなわち上流側から下流側に向けて、第１流路ＧＦ１、第２流路ＧＦ２及び第３流路ＧＦ３が順に設けられている。隙間流路ＧＦは、以下に説明するように、第１流路ＧＦ１、第２流路ＧＦ２及び第３流路ＧＦ３によって、縦断面形状がクランク状とされた流路形状とされており、これによりシール部５７を構成する。

[0068] 第１流路ＧＦ１は、回転枠５６の上円筒部５６ａの上端５６ａ３と、この上端に対向するブレードガイド５２の円板部５２ａの下面５２ａ３との間に形成されている。第１流路ＧＦ１は、外周側から内周側に向かって略水平に形成されている。第１流路ＧＦ１は、回転枠５６の外周面５６ａ１の上方にて開口する入口開口ＧＦｉｎを有する。

[0069] 第２流路ＧＦ２は、回転枠５６の上円筒部５６ａの内周面５６ａ２と、この内周面５６ａ２に対向するブレードガイド５２の円筒部５２ｂの外周面５

２ｂ１との間に形成されている。第２流路ＧＦ２は、第１流路ＧＦ１の内周側端部に接続しており、上方から下方に向かって略鉛直方向に延在した流路となっている。第１流路ＧＦ１と第２流路ＧＦ２との接続部は、略直角に屈曲した第１屈曲部ＢＤ１となっている。

[0070] 第３流路ＧＦ３は、回転枠５６の下円筒部５６ｂの上端５６ｂ３と、この上端５６ｂ３に対向するブレードガイド５２の円筒部５２ｂの下端５２ｂ３との間に形成されている。第３流路ＧＦ３の外周側端部は、第２流路ＧＦ２の下端に接続しており、外周側から内周側に向かって形成された流路となっている。第２流路ＧＦ２と第３流路ＧＦ３との接続部は、本実施形態では略直角に屈曲しており、第２屈曲部ＢＤ２となっている。第３流路ＧＦ３は、回転枠５６の下円筒部５６ｂの内周面５６ｂ２の上方にて開口する出口開口ＧＦｏｕｔを有している。

[0071] 第２流路ＧＦ２の隙間、すなわち回転枠５６の上円筒部５６ａの内周面５６ａ２と、ブレードガイド５２の円筒部５２ｂの外周面５２ｂ１との間の半径方向における隙間寸法Ｄ１は、固体燃料がバイオマスペレットとされた場合に、バイオマスペレットの構成粒子の粒径以上でかつ、粉砕前のバイオマスペレットの粒径以下とされている。バイオマスペレットの構成粒子とは、所定形状に圧縮成形されたバイオマスペレットの構成単位とされる粒子（細粒）を意味する。例えば、バイオマスペレットの構成粒子の粒径が０．６～１．０ｍｍとされる。また、バイオマスペレットの粒径とは、所定形状に圧縮成形されたバイオマスペレットは球形でなく円筒状のものが多く、外形のうちで短い側の寸法を意味する。例えば、円筒状バイオマスペレットの粒径が６～８ｍｍ、長さが３０～４０ｍｍとされる。例えば、上記のようなバイオマスペレットの場合には、隙間寸法Ｄ１は、０．６ｍｍ以上８ｍｍ以下とされる。

石炭燃料と切替えて使用する場合や、石炭燃料中にバイオマス燃料を含む場合の隙間寸法Ｄ１は、上記と同様にバイオマスペレットの構成粒子の粒径以上でかつ、粉砕前のバイオマスペレットの粒径以下とされている。石炭燃

料にとっては隙間寸法Ｄ１（例えば０．６ｍｍ以上８ｍｍ以下）は数倍大きい数値となる。しかし、略直角に屈曲した第１屈曲部ＢＤ１と第２流路ＧＦ２での圧力損失により、回転枠５６とブレードガイド５２との間のシール部５７の隙間流路ＧＦを粗粒の粉砕後燃料がショートパスしてミル１０の出口１９から排出されることが抑制されることで、シール性が確保される。

[0072] 入口開口ＧＦｉｎと出口開口ＧＦｏｕｔの間の長さとなる第２流路ＧＦ２の上下方向の長さＤ２は、上記の隙間寸法Ｄ１の５倍以上１０倍以下とされている。例えば、上記のバイオマスペレットの具体的寸法の場合、上下方向の長さＤ２は、３ｍｍ以上８０ｍｍ以下とされる。

[0073] 第１流路ＧＦ１の流路断面積は、第２流路ＧＦ２の流路断面積よりも大きくされている。すなわち、第２流路ＧＦ２の隙間寸法Ｄ１よりも、第１流路ＧＦ１の隙間寸法Ｄ３の方が大きくされている。

[0074] 第３流路ＧＦ３の流路断面積は、第２流路ＧＦ２の流路断面積よりも大きくされている。すなわち、第２流路ＧＦ２の隙間寸法Ｄ１よりも、第３流路ＧＦ３の隙間寸法Ｄ４の方が大きくされている。

[0075] 本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

ローラ１３で粉砕された粉砕後燃料は、分級機１６の回転枠５６とブレードガイド５２との間の隙間流路ＧＦによってシールされる。すなわち、粉砕後燃料がブレード１６ａ間を通過せずに回転枠５６とブレードガイド５２との間を通過することがないように、回転枠５６とブレードガイド５２との間の隙間流路ＧＦによってシール部５７が形成されている。

隙間流路ＧＦは、分級機１６の外周に開口する入口開口ＧＦｉｎを有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路ＧＦ１と、第１流路ＧＦ１の内周端部に対して接続されて下方へ向かう第２流路ＧＦ２と、第２流路ＧＦ２の下端に対して接続されて外周側から内周側に向かい分級機１６（具体的にはシール部５７となる回転枠５６）の内周側に開口する出口開口ＧＦｏｕｔを有する第３流路ＧＦ３とを備えている。

第２流路ＧＦ２は、上方から下方に向かうように設けられているので、第

２流路ＧＦ２内を上から下に流れる流体による流体力だけでなく重力を利用することができる。これにより、入口開口ＧＦｉｎから流入してしまった粉砕後燃料は、隙間流路ＧＦ内に存在する粉砕後燃料を滞留させることなく排出することが容易となる。

隙間流路ＧＦは、第１屈曲部ＢＤ１と第２屈曲部ＢＤ２を有しているので、これら屈曲部ＢＤ１，ＢＤ２にて適切な圧力損失を与えて、また第２流路ＧＦ２での圧力損失を与えて、所望のシール性を確保することができる。

[0076] 分級機１６の内部の温度上昇に伴う温度差による熱伸び差や機械加工精度に対して相互に干渉しないような隙間を設ける必要がある。このとき、略直角に屈曲した第１屈曲部ＢＤ１と第２流路ＧＦ２での圧力損失により、回転枠５６とブレードガイド５２との間のシール部５７の隙間流路を粗粒の粉砕後燃料がショートパスしてミル１０の出口１９から排出されることを抑制できるよう、シール性が確保される。第１流路ＧＦ１の流路断面積を第２流路ＧＦ２の流路断面積よりも大きくしたので、第１流路ＧＦ１側に相互に干渉しないような隙間を設けることが可能となる。

[0077] 第３流路ＧＦ３の流路断面積を第２流路ＧＦ２の流路断面積よりも大きくしたので入口開口ＧＦｉｎから流入してしまった粉砕後燃料は、隙間流路ＧＦに存在する粉砕後燃料をさらに容易に第３流路ＧＦ３の出口開口ＧＦｏｕｔへと排出することができる。

[0078] 第２流路ＧＦ２の隙間寸法Ｄ１をバイオマスペレットの構成粒子の粒子径以上でかつバイオマスペレットの粒子径以下とすることによって、第２流路ＧＦ２にバイオマスペレットの粉砕後燃料が堆積することを回避できる。

[0079] 第２流路ＧＦ２の上下方向の長さＤ２を、第２流路ＧＦ２の隙間寸法Ｄ１の５倍以上１０倍以下とした。第２流路ＧＦ２の上下方向の長さＤ２が隙間寸法Ｄ１の５倍未満では十分な圧力損失を得ることができずシール性が低下するおそれがある。第２流路ＧＦ２の上下方向の長さＤ２が隙間寸法Ｄ１の１０倍を超えると、粉砕後燃料が第２流路ＧＦ２に付着または堆積するおそれがある。したがって、第２流路ＧＦ２での適切な圧力損失を与えるには、

第２流路ＧＦ２の上下方向の長さＤ２が隙間寸法Ｄ１の５倍以上１０倍以下が好適である。

[0080] 回転枠５６の外周に、半径方向に延在するリブ５８を設けることとした。これにより、回転枠５６とともに回転するリブ５８によって、シール部５７の隙間流路ＧＦの入口開口ＧＦｉｎの入口付近に浮遊する粗粒燃料を払い除けることで、入口開口（ＧＦｉｎ）からの流入を抑制し、粗粉燃料が隙間流路ＧＦをショートパスしてミル１０の出口１９から排出することを抑制し、分級性能を向上させることができる。

[0081] ［第２実施形態］

次に、本開示の第２実施形態について、図４を用いて説明する。

本実施形態は、第１実施形態に対して、第１流路ＧＦ１と第２流路ＧＦ２とを接続する第２屈曲部ＢＤ２の形状が異なる。したがって、以下の説明では、第１実施形態との相違点について説明し、その他の構成及び作用効果については第１実施形態と同様なので説明を省略する。

[0082] 図４は、第１実施形態の図２に対応する本実施形態の縦断面図である。

ブレードガイド５２の円筒部５２ｂの外周面５２ｂ１と下端５２ｂ３との間には、面取部５２ｄが形成されている。面取部５２ｄは、回転軸線Ｌ１を中心とする円周方向に連続して設けられている。面取部５２ｄは、円弧形状の曲面部の形状をしていてもよい。

回転枠５６の上円筒部５６ａの内周面５６ａ２と下円筒部５６ｂの上端５６ｂ３との間には、曲面部５６ｄが形成されている。曲面部５６ｄは、図４のように断面視した場合に、曲率中心を上円筒部５６ａの内周面５６ａ２よりも内周側に位置させた円弧形状（Ｒ形状）とされており、回転軸線Ｌ１を中心とする円周方向に連続して設けられている。曲面部５６ｄは面取部の形状をしていてもよい。

本実施形態では、第２流路ＧＦ２と第３流路ＧＦ３とを接続する第２屈曲部ＢＤ２’は、面取部５２ｄと曲面部５６ｄとの間に形成されている。

[0083] 本実施形態によれば、第２屈曲部ＢＤ２’に対応する位置に面取部５２ｄ

と曲面部５６ｄを設けることによって流れを滑らかにし、隙間流路ＧＦに存在する粉砕後燃料の排出性を一層に向上させることができる。

特に、ブレードガイド５２に面取部５２ｄを設けると共に、回転枠５６に曲面部５６ｄを設けることで、第２屈曲部ＢＤ２’における流路を広くすることで粉砕後燃料を流れやすくすることができる。ただし、第２屈曲部ＢＤ２’の流路を広くする程度は、第２屈曲部ＢＤ２’によって与えられる圧力損失が第１屈曲部ＢＤ１の圧力損失や第２流路ＧＦ２の圧力損失に比べて小さくなり過ぎないように、例えば第１屈曲部ＢＤ１での圧力損失と第２流路ＧＦ２での圧力損失の小さい方よりも１／１０以下にはならないように適切に設定される。

[0084] なお、本実施形態では、ブレードガイド５２に面取部５２ｄを設け、回転枠５６に曲面部５６ｄを設けることとしたが、本開示はこれに限定されるものではなく、ブレードガイド５２に曲面部を設けても良いし、回転枠５６に面取部を設けても良い。あるいは、ブレードガイド５２又は回転枠５６のいずれか一方に対して面取部又は曲面部を設けることとしても良い。

[0085] ［第３実施形態］

次に、本開示の第３実施形態について、図５を用いて説明する。

本実施形態は、第１実施形態に対して、ブレードガイド５２の円筒部５２ｂの外周面５２ｂ１の形状が異なる。したがって、以下の説明では、第１実施形態との相違点について説明し、その他の構成及び作用効果については第１実施形態と同様なので説明を省略する。

[0086] 図５は、第１実施形態の図２に対応する本実施形態の縦断面図である。

ブレードガイド５２の円筒部５２ｂの外周面５２ｂ１には、螺旋溝５２ｅが形成されている。螺旋溝５２ｅは、１条であっても良いし、複数条であっても良い。また、螺旋溝５２ｅの断面形状は、図５に示すように矩形状であっても良いし、円弧形状であっても良い。

螺旋溝５２ｅは、第２流路ＧＦ２を流れる流れに対して下方から上方へ向かうように形成される場合と、上方から下方へ向かうように形成される場合

とを使い分けることができる。

[0087] 螺旋溝５２ｅが下方から上方へ向かう上向きとされている場合には、第２流路ＧＦ２の流れに対して圧力損失を付加することができ、シール性を向上させることができる。上向きの螺旋溝５２ｅは、バイオマス燃料に比べて粒径が小さいためシール性が要求される石炭燃料を多く使用する形態のときに用いるのが好適である。

[0088] 螺旋溝５２ｅが上方から下方へ向かう下向きとされている場合には、第２流路ＧＦ２の流れを加勢することができ、粉砕後燃料の排出性を向上させることができる。下向きの螺旋溝５２ｅは、石炭燃料に比べて粒径が大きいため排出性が要求されるバイオマス燃料を多く使用する形態のときに用いるのが好適である。

[0089] 本実施形態では、ブレードガイド５２に対して螺旋溝５２ｅを形成することとしたが、回転枠５６の上円筒部５６ａの内周面５６ａ２にのみ形成しても良いし、あるいは、ブレードガイド５２及び回転枠５６の両方に設けても良い。

[0090] なお、上述した各実施形態では、第２流路ＧＦ２を鉛直方向に延在する流路としたが、本開示はこれに限定されるものではなく、重力を有効に利用できる限りにおいて、第２流路ＧＦ２の延在方向を鉛直方向に対して傾けても良い。

また、屈曲部ＢＤ１，ＢＤ２についても、適切な圧力損失を与えることができる限りにおいて、屈曲角度は９０°に限定されるものではなく、例えば７０°以上１１０°以下とされていても鈍角とされていても良い。

符号の説明

[0091] １ 発電プラント

１０ ミル（粉砕部）

１１ ハウジング

１２ 回転テーブル

１３ ローラ（粉砕ローラ）

１４　駆動部

１６　分級機

１６ａ　ブレード

１７　燃料供給部

１８　モータ

１９　出口

２０　給炭機（燃料供給機）

２１　バンカ

２２　搬送部（燃料供給機）

２３　モータ（燃料供給機）

２４　ダウンスパウト部

３０　送風部

３０ａ　熱ガス送風機

３０ｂ　冷ガス送風機

３０ｃ　熱ガスダンパ（第１送風部）

３０ｄ　冷ガスダンパ（第２送風部）

４０　状態検出部（温度検出手段、差圧検出手段）

４１　底面部

４２　天井部

４５　ジャーナルヘッド

４７　支持アーム

４８　支持軸

４９　押圧装置

５０　制御部

５２　ブレードガイド（対向壁部）

５２ａ　円板部

５２ａ３　下面

５２ｂ　円筒部

５２ｂ１　外周面

５２ｂ３　下端

５２ｄ　面取部

５２ｅ　螺旋溝

５４　取付部

５６　回転枠

５６ａ　上円筒部

５６ａ１　外周面

５６ａ２　内周面

５６ａ３　上端

５６ｂ　下円筒部

５６ｂ１　外周面

５６ｂ２　内周面

５６ｂ３　上端

５６ｃ　円板部

５６ｄ　曲面部

５７　シール部

５８　リブ

５８ａ　側面

１００　固体燃料粉砕装置

１００ａ　一次空気流路（搬送用ガス流路）

１００ｂ　供給流路

２００　ボイラ

２１０　火炉

２２０　バーナ部（燃焼装置）

Ｌ１　回転軸線

ＧＦ　隙間流路

ＧＦ１　第１流路

ＧＦ２　第２流路

ＧＦ３　第３流路

ＧＦｉｎ　入口開口

ＧＦｏｕｔ　出口開口

ＢＤ１　第１屈曲部

ＢＤ２，ＢＤ２’　第２屈曲部

Ｄ１　（第２流路の）隙間寸法

Ｄ２　（第２流路の）上下方向の長さ

Ｄ３　（第１流路の）隙間寸法

Ｄ４　（第３流路の）隙間寸法

請求の範囲

[請求項1] 回転テーブルと、

前記回転テーブルとの間で固体燃料を粉砕する粉砕ローラと、

前記粉砕ローラによって粉砕された粉砕後燃料を分級する分級機と、

を備え、

前記分級機は、鉛直上下方向に延在するとともに回転軸線を中心とする円周方向に沿って配置された複数のブレードと、

複数の前記ブレードの上端を支持した状態で前記回転軸線回りに回転する回転枠と、を備え、

前記回転枠と、該回転枠に対向して配置された対向壁部との間に形成された隙間流路を有するシール部を備え、

前記シール部の前記隙間流路は、該シール部の外周に開口する入口開口を有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路と、該第１流路の内周側端部に対して第１屈曲部を有するように上端が接続されて下方に向かう第２流路と、該シール部の内周に開口する出口開口を有するとともに外周側から内周側に向かうとともに該第２流路の下端に対して第２屈曲部を有するように外周側他端が接続された第３流路とを備えている固体燃料粉砕装置。

[請求項2] 前記第３流路の流路断面積は、前記第２流路の流路断面積よりも大きい請求項１に記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項3] 前記第１流路の流路断面積は、前記第２流路の流路断面積よりも大きい請求項１に記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項4] 前記第２流路における前記回転枠と前記対向壁部との間の隙間寸法Ｄ１は、前記固体燃料がバイオマスペレットとされた場合に、該バイオマスペレットの構成粒子の粒径以上でかつ、粉砕前の該バイオマスペレットの粒径以下とされている請求項１から３のいずれかに記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項5] 前記第２流路の上下方向の前記第１屈曲部から前記第２屈曲部までの長さは、前記第２流路における前記回転枠と前記対向壁部との間の隙間寸法の５倍以上１０倍以下とされている請求項１から４のいずれかに記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項6] 前記回転枠の外周には、半径方向に延在するリブが設けられている請求項１から５のいずれかに記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項7] 前記第２屈曲部に対応する前記回転枠の内周面側および／または前記対向壁部には、面取部または曲面部が設けられている請求項１から６のいずれかに記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項8] 前記第２流路に対応する前記回転枠および／または前記対向壁部には、流れが下方から上方へ向かう上向き螺旋溝が形成されている請求項１から７のいずれかに記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項9] 前記第２流路に対応する前記回転枠および／または前記対向壁部には、流れが上方から下方へ向かう下向き螺旋溝が形成されている請求項１から８のいずれかに記載の固体燃料粉砕装置。

[請求項10] 請求項１から９のいずれかに記載された固体燃料粉砕装置と、

前記固体燃料粉砕装置にて粉砕された固体燃料を燃焼して蒸気を生成するボイラと、

前記ボイラによって生成された蒸気を用いて発電する発電部と、

を備えている発電プラント。

[請求項11] 回転テーブルと、

前記回転テーブルとの間で固体燃料を粉砕する粉砕ローラと、

前記粉砕ローラによって粉砕された粉砕後燃料を分級する分級機と、

を備え、

前記分級機は、鉛直上下方向に延在するとともに回転軸線を中心とする円周方向に沿って配置された複数のブレードと、

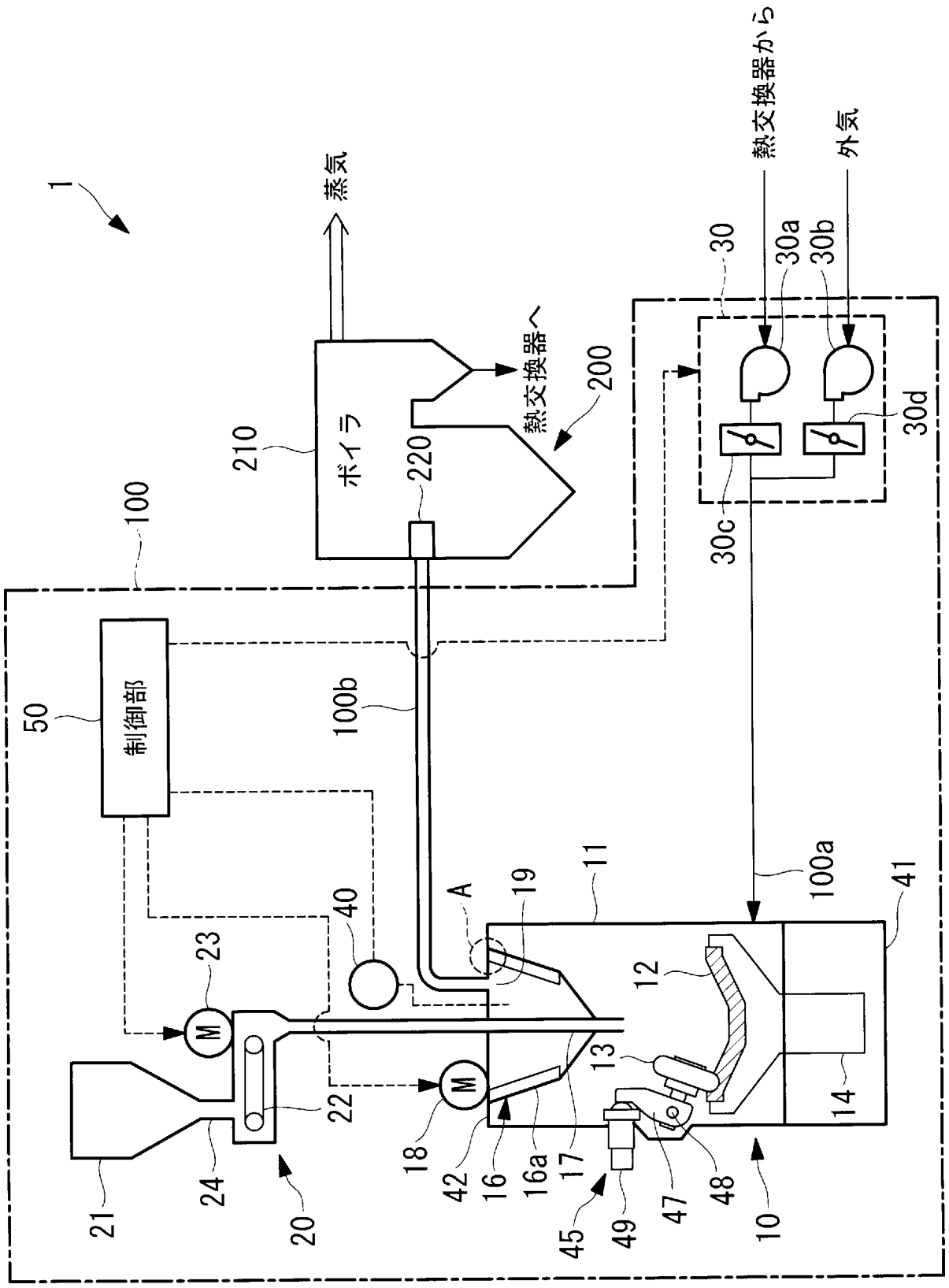
複数の前記ブレードの上端を支持した状態で前記回転軸線回りに回

転する回転枠と、を備え、

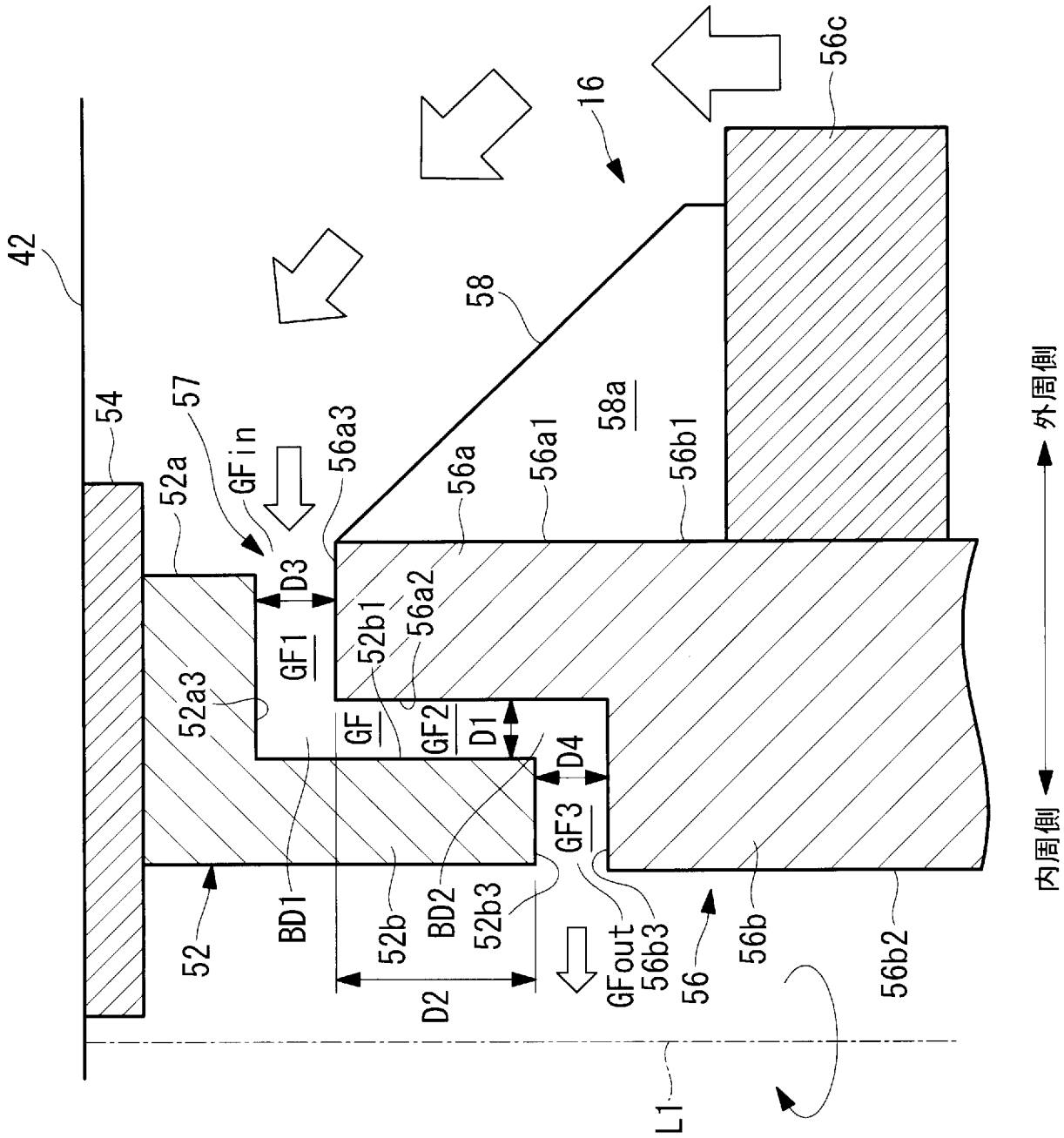
前記回転枠と、該回転枠に対向して配置された対向壁部との間に形成された隙間流路を有するシール部を備えている固体燃料粉砕装置の固体燃料粉砕方法であって、

前記シール部の前記隙間流路は、該シール部の外周に開口する入口開口を有するとともに外周側から内周側に向かう第１流路と、該第１流路の内周側端部に対して第１屈曲部を有するように上端が接続されて下方に向かう第２流路と、該シール部の内周に開口する出口開口を有するとともに外周側から内周側に向かうとともに該第２流路の下端に対して第２屈曲部を有するように外周側他端が接続された第３流路とを備えている固体燃料粉砕方法。

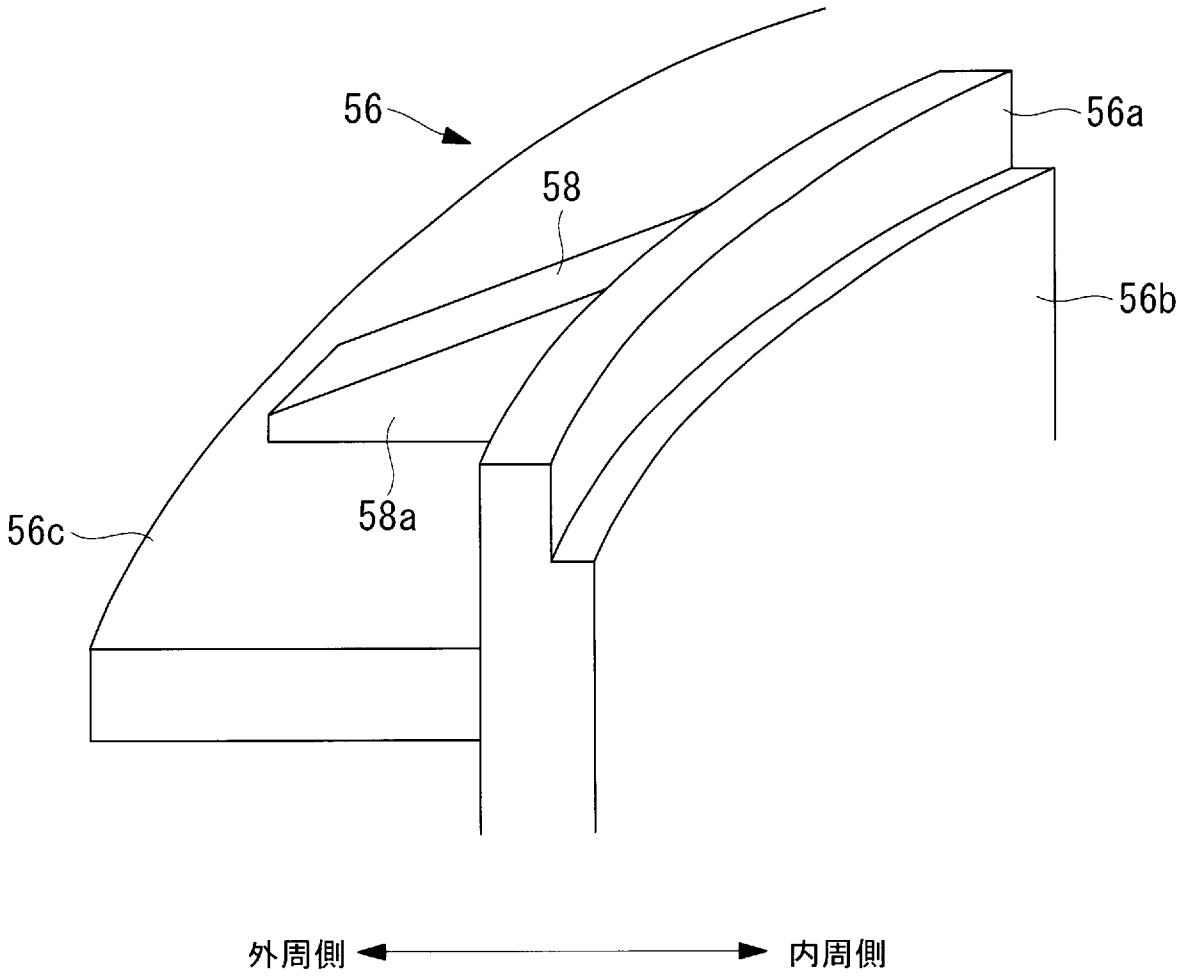
[図1]


1
蒸気
熱交換器から
外気
30
30a
30b
30d
30c
200
熱交換器へ
210
ボイラ
220
100
50
制御部
100b
100a
41
11
A
19
40
23
12
13
14
M
22
18
42
16
16a
17
45
49
47
48
10
21
24
20

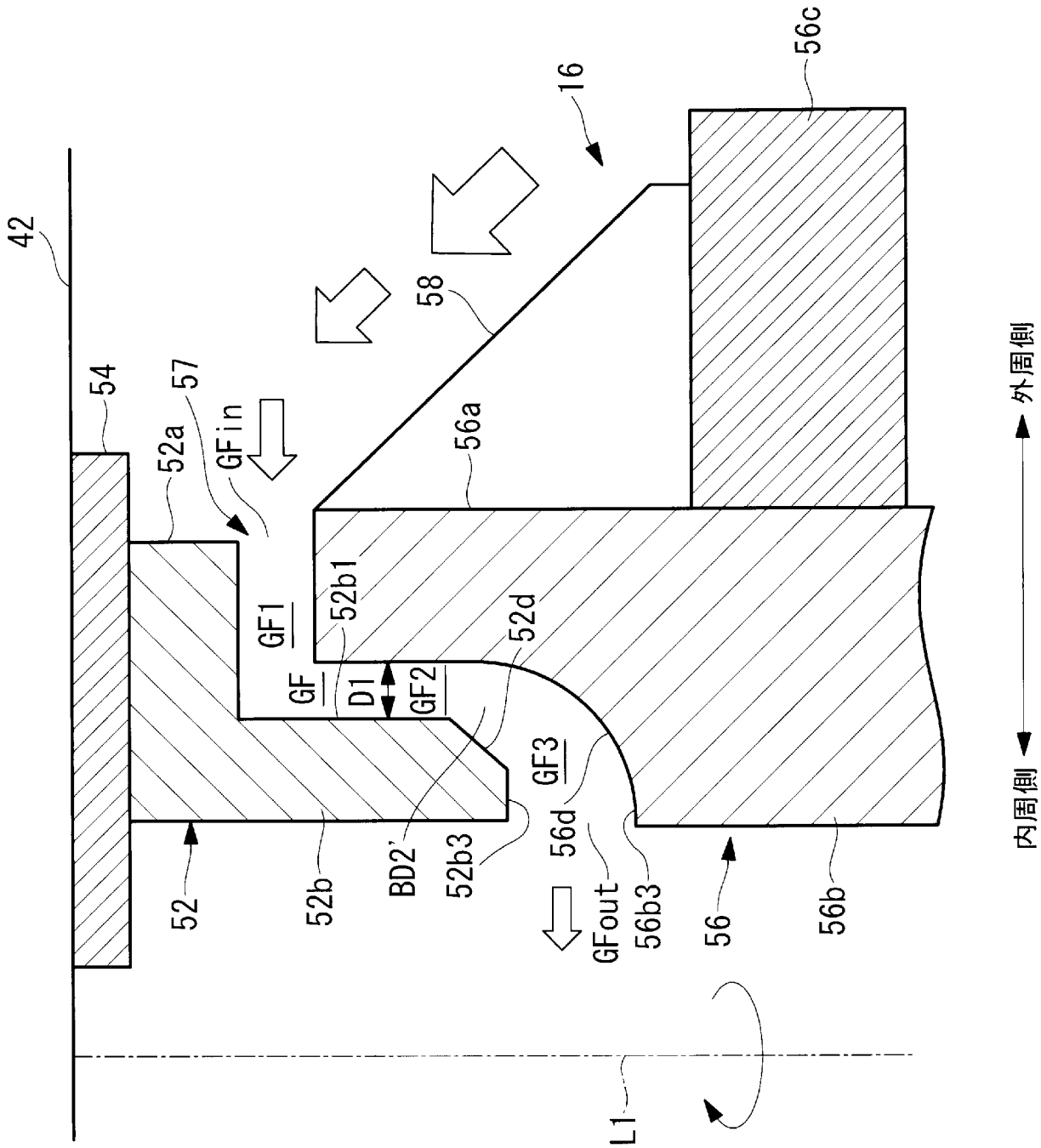
[図2]


42
54
57
GFin
52a
56a3
D3
GF1
52a3
52b1
56a2
GF
GF2
D1
D4
GF3
52
BD1
52b
BD2
52b3
D2
GFout
56b3
56
56b
56b2
L1
16
56c
58
58a
56a
56a1
56b1
外周側
内周側

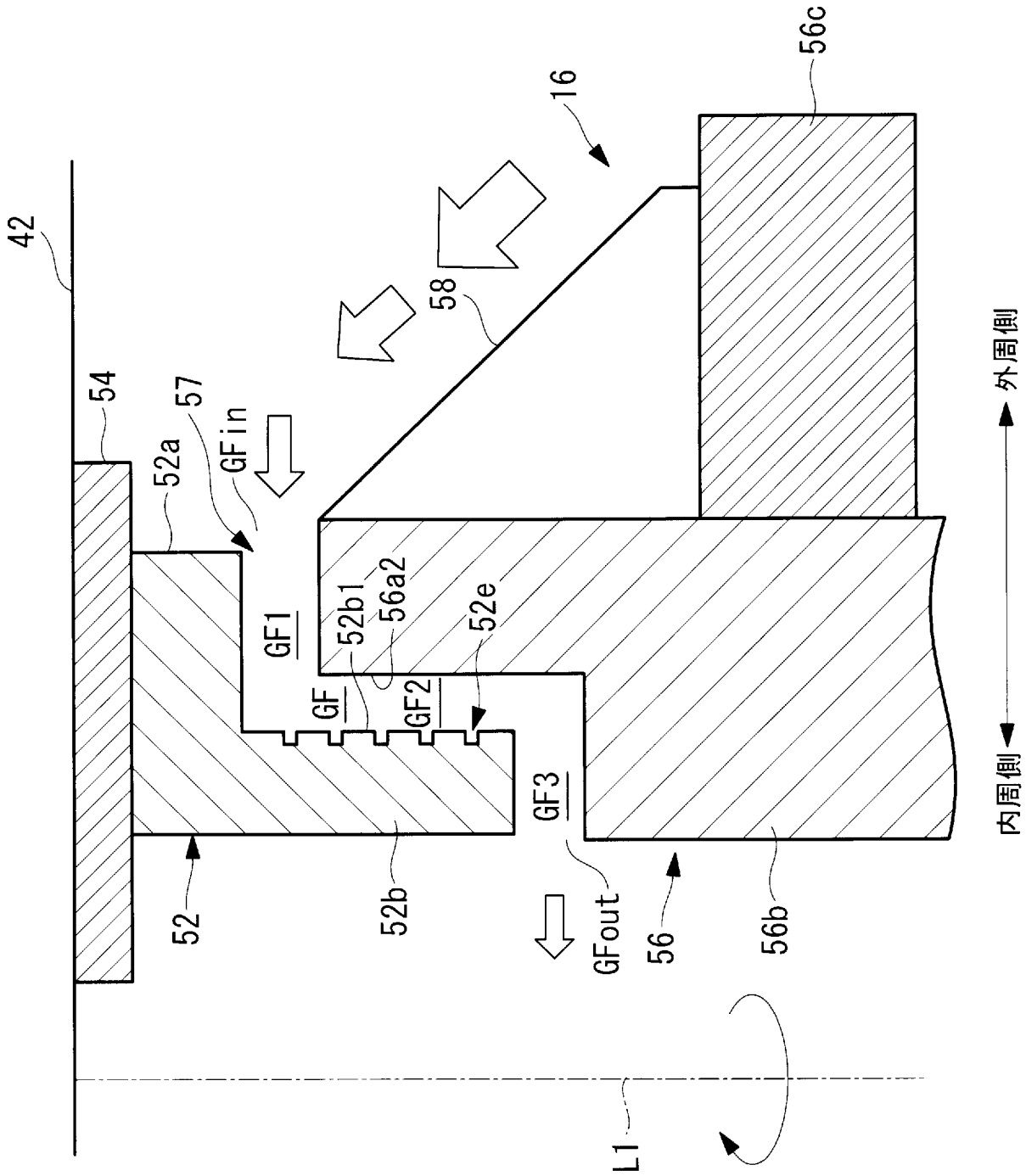
[図3]



[図4]


42
54
57
52a
GFin
58
16
56c
56a
52b1
GF1
GF
D1
GF2
52d
GF3
56d
52
52b
BD2'
52b3
GFout
56b3
56
56b
L1
外周側
内周側

[図5]


42
54
57
GFin
52a
58
16
56c
外周側
内周側
GF1
52b1
56a2
52e
GF
GF2
GF3
52
52b
GFout
56
56b
L1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/033017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B02C15/00(2006.01)i, B07B7/083(2006.01)i

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. B02C15/00-15/16, B07B1/00-15/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y A	JP 2018-79424 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 24 May 2018, claims, paragraphs [0002], [0059]-[0063], fig. 1, 6 (Family: none)	1-7, 11 10 8-9
Y A	JP 2015-117867 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 25 June 2015, claims, paragraph [0030] (Family: none)	10 1-9, 11

☒ 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	Date of mailing of the international search report
18 October 2019 (18.10.2019)	05 November 2019 (05.11.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/033017

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 101345/1987 (Laid-open No. 8982/1989) (KOBE STEEL, LTD.) 18 January 1989 (Family: none)	1-11
A	JP 3-207477 A (UBE INDUSTRIES, LTD.) 10 September 1991 (Family: none)	1-11
A	JP 2001-232225 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 28 August 2001 (Family: none)	1-11
A	CN 200995192 Y (JIANSHE ROAD & BRIDGE MACHINER) 26 December 2007 (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３３０１７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B02C15/00(2006.01)i, B07B7/083(2006.01)i

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））

Int.Cl.　B02C15/00-15/16, B07B1/00-15/00

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 Y A	JP 2018-79424 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2018.05.24, 特許請求の範囲, [0002], [0059]-[0063], 図 1,6 (ファミリーなし)	1-7,11 10 8-9
Y A	JP 2015-117867 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2015.06.25, 特許請求の範囲, [0030] (ファミリーなし)	10 1-9,11

☑　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矛盾するものではなく、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 １８．１０．２０１９	国際調査報告の発送日 ０５．１１．２０１９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｑ　６１１７ 佐々木　典子 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（２０１５年１月）

Ｃ（続き）．　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	日本国実用新案登録出願62-101345号(日本国実用新案登録出願公開64-8982号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社神戸製鋼所）1989.01.18,（ファミリーなし）	1-11
A	JP 3-207477 A（宇部興産株式会社）1991.09.10,（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2001-232225 A（石川島播磨重工業株式会社）2001.08.28,（ファミリーなし）	1-11
A	CN 200995192 Y (JIANSHE ROAD & BRIDGE MACHINER) 2007.12.26,（ファミリーなし）	1-11