(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
2023年6月29日(29.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/120083 A1

(51) 国際特許分類:
B02C 15/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/044274

(22) 国際出願日： 2022年11月30日(30.11.2022)

(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 2021-208066 2021年12月22日(22.12.2021) JP

(71) 出願人(*KR* を除く全ての指定国について):三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(71) 出願人 (*KR* についてのみ): 三菱パワー株式会社 (**MITSUBISHI POWER, 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).

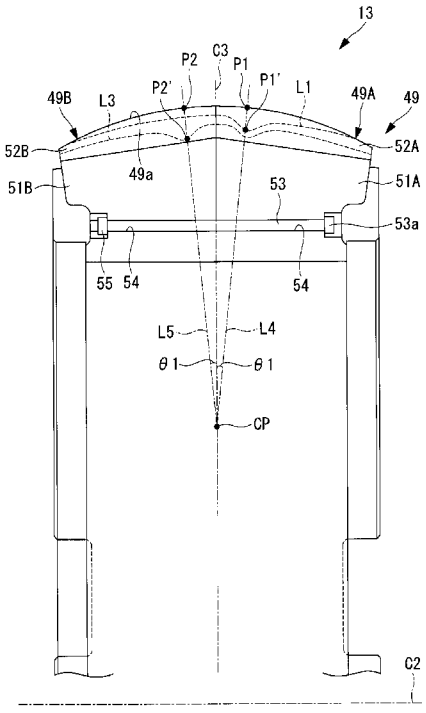
(72) 発明者: 山口 聡太朗 (**YAMAGUCHI, Sotaro**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(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, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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.

(54) **Title:** CRUSHING ROLLER, SOLID FUEL CRUSHING DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING CRUSHING ROLLER

(54) 発明の名称： 粉砕ローラ及び固体燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造方法



(57) **Abstract:** This crushing roller comprises an annular roller part (49) that is fit with an outer peripheral part of a journal housing from the outside, and which crushes solid fuel between the crushing roller and a crushing table. The roller part (49) has a first portion (49A) and a second portion (49B) which is aligned with the first portion (49A) along an axial direction and is fixed to the first portion (49A). The first portion (49A) has a first base part (51A) that is fit with the outer peripheral part of the journal housing from the outside, and a first ceramic part (52A) that is provided on an outer peripheral surface of the first base part (51A) and has a better abrasion resistance property than the first base part (51A). The second portion (49B) has a second base part (51B) that is fit with the outer peripheral part of the journal housing from the outside, and a second ceramic part (52B) that is provided on an outer peripheral surface of the second base part (51B) and has a better abrasion resistance property than the second base part (51B).

WO 2023/120083 A1

[続葉有]

(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, CV, 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, ME, 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)）

(57) 要約：粉砕ローラは、ジャーナルハウジングの外周部に外側から嵌合し、粉砕テーブルとの間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部（４９）と、を備える。ローラ部（４９）は、第１部分（４９Ａ）と、軸線方向に沿って第１部分（４９Ａ）と並んで配置され、第１部分（４９Ａ）に固定される第２部分（４９Ｂ）と、を有する。第１部分（４９Ａ）は、ジャーナルハウジングの外周部に外側から嵌合する第１基部（５１Ａ）と、第１基部（５１Ａ）の外周面に設けられ第１基部（５１Ａ）よりも耐摩耗性が優れている第１セラミック部（５２Ａ）と、を有する。第２部分（４９Ｂ）は、ジャーナルハウジングの外周部に外側から嵌合する第２基部（５１Ｂ）と、第２基部（５１Ｂ）の外周面に設けられ第２基部（５１Ｂ）よりも耐摩耗性が優れている第２セラミック部（５２Ｂ）と、を有する。

明　細　書

発明の名称 ：

粉砕ローラ及び固体燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、粉砕ローラ及び固体燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、バイオマス燃料や石炭等の固体燃料は、粉砕機（ミル）で所定粒径範囲内の微粉状に粉砕して、燃焼装置へ供給される。ミルは、粉砕テーブルへ投入された固体燃料を、粉砕テーブルと粉砕ローラの間に挟み込んで粉砕し、粉砕されて微粉状となった固体燃料のうち、所定粒径範囲内の微粉燃料を分級機で選別し、粉砕テーブルの外周から供給される搬送用ガス（一次空気）によって、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、ボイラで微粉燃料を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、該蒸気により蒸気タービンを回転駆動して、蒸気タービンに接続した発電機を回転駆動することで発電が行われる。

[0003] このようなミルは、例えば、特許文献１及び特許文献２に開示されている。

特許文献１には、ジャーナルハウジングに嵌合する高クロム鋳鉄製の基部と、基部の外周面に設けられるセラミック製の部材を一部に含む硬化部とを有する粉砕ローラを備えたミルが開示されている。

[0004] また、特許文献２には、鉛直方向に伸びる回転軸線を有するテーブルと、テーブルの上方表面に配置される複数のローラと、を備える竪型ミルが開示されている。ローラ装置は、支軸にラジアル力を受ける軸受を介して回転自在に取り付けられる取付け部材と、取付け部材の支軸の軸線に関して半径方向の外周面に円滑に取り付けられテーブルの半径方向外方になるに従い先細のテーパ面が形成されている第１セグメントと、第１セグメントのテーパ面

と対応する形状のテーパ面を有する第２セグメントと、を有する。第１セグメント及び第２セグメントは、取付け部材にそれぞれ取付けボルトによって固定し、相互に一体としてローラを構成している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０２０－１１１６４号公報

特許文献2：特開昭６２－２０４８６２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、ミルに設けられる粉砕ローラとして、固体燃料と接触する箇所に耐摩耗性が高いセラミックスを、粉砕ローラの基部の外周部に埋め込んだセラミック埋込型の粉砕ローラが存在する。このようなセラミック埋込型の粉砕ローラは、従来の粉砕ローラと比較して、耐摩耗性や許容摩耗量に優れており、長寿命化を図ることができる。

[0007] セラミック埋込型の粉砕ローラは、製造の都合上、ローラの回転軸方向と直交する面を基準として、セラミック部分を対称に配置できないという問題があった。このため、セラミック埋込型の粉砕ローラは、特許文献１に記載のローラのように、セラミック部分がローラの回転軸方向において、一方に偏って配置されていた。

この問題について詳細に説明する。セラミック埋込型の粉砕ローラを製造する際は、まず、鋳型内の所定位置にセラミックブロックを設置した状態で、鋳型内に溶融した金属を流し込む。その後に鋳型内の金属を冷却し、凝固させる。このようにして、セラミック部（セラミックを含む部分）と基部（セラミックを含まない部分）とが一体的に固定されたセラミック埋込型の粉砕ローラを製造する。セラミック部分は、溶融金属よりも比重が軽いため、ローラを鋳込む際に溶融金属中で浮力を受けることになる。鋳造時には、この浮力を利用して、セラミック部分を鋳型の上部の所定の位置に押し付ける

ことで固定する。このとき、セラミック部分の浮心をローラの一方側（例えば、外周側）に寄せて、鋳造中にセラミック部分が他方側（例えば、内周側）に倒れ込むことを防止する必要がある。したがって、完成後においても、セラミック部分が一方側に偏って配置されることとなる。このような理由から、セラミック埋込型ローラのセラミック部分を対称に配置することは難しかった。

[0008] ところで、粉砕ローラの摩耗は、ローラの回転軸方向において、一方側が他方側よりも多く摩耗する場合がある。このため、粉砕ローラの一方側の摩耗が進行していたとしても、他方側の摩耗がそれほど進行していない状態となる場合がある。このような場合には、粉砕ローラを反転させて使用することがある。すなわち、ローラ部を取り外し、一方側と他方側とを入れ替えるようにローラ部を反転させ、再びローラ部を取り付けて使用することがある。

[0009] 粉砕ローラを反転させて使用する場合、特許文献１に記載の粉砕ローラのようにセラミック部分が一方側に偏って配置されていると、反転後においてセラミック部分が設けられていない部分で固体燃料を粉砕することとなる。このため、反転後において摩耗が進行し易く、粉砕ローラの寿命が低減する可能性があった。

[0010] なお、特許文献２には、第１セグメント及び第２セグメントをボルトで固定することで一体としたローラが記載されている。しかしながら、特許文献２に記載のローラは、セラミック埋込型のローラではない。このため、特許文献２では、セラミック埋込型のローラにおいて、複数の部材を一体化することでローラを構成することについて考慮されていなかった。

[0011] 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、ローラ部を反転させて使用した場合であっても、ローラ部の摩耗を抑制することができ、ローラ部の寿命を長くすることができる粉砕ローラ及び固体燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造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] 上記課題を解決するために、本開示の粉砕ローラ及び固体燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造方法は以下の手段を採用する。

本開示の一態様に係る粉砕ローラは、ハウジングの内部に収容され、回転する粉砕テーブルとの間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕し、前記粉砕テーブルからの回転力を受けて連れ回る粉砕ローラであって、前記ハウジングに対して、中心軸線を中心として回転可能に支持される支持部と、前記支持部の外周部に外側から嵌合し、前記粉砕テーブルとの間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部と、を備え、前記ローラ部は、第１部分と、前記ローラ部の回転中心軸線が延在する方向である軸線方向に沿って前記第１部分と並んで配置され、前記第１部分に固定される第２部分と、を有し、前記第１部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第１基部と、前記第１基部の外周面に設けられ前記第１基部よりも耐摩耗性が優れている第１外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも一側に設けられ、前記第２部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第２基部と、前記第２基部の外周面に設けられ前記第２基部よりも耐摩耗性が優れている第２外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも他側に設けられている。

[0013] 本開示の一態様に係る粉砕ローラの製造方法は、ハウジングの内部に収容され、回転する粉砕テーブルとの間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕し、前記粉砕テーブルからの回転力を受けて連れ回る粉砕ローラの製造方法であって、前記粉砕ローラは、前記ハウジングに対して、中心軸線を中心として回転可能に支持される支持部と、前記支持部の外周部に外側から嵌合し、前記粉砕テーブルとの間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部と、を備え、前記ローラ部は、第１部分と、前記ローラ部の回転中心軸線が延在する方向である軸線方向に沿って前記第１部分と並んで配置され、前記第１部分に固定される第２部分と、を有し、前記第１部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第１基部と、前記第１基部の外周面に設けられ前記第１基部よりも耐摩耗性が優れている第１外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも一側に設けられ、前記第２部分は、前記支持部の前記外周部に

外側から嵌合する第２基部と、前記第２基部の外周面に設けられ前記第２基部よりも耐摩耗性が優れている第２外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも他側に設けられていて、前記第１部分を製造する工程と、前記第２部分を製造する工程と、前記第１部分と前記第２部分とを固定する工程と、を備える。

発明の効果

[0014] 本開示によれば、ローラ部を反転させて使用した場合であっても、ローラ部の摩耗を抑制することができ、ローラ部の寿命を長くすることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本開示の実施形態に係る固体燃料粉砕装置およびボイラを示す構成図である。

[図2]本開示の実施形態に係る固体燃料粉砕装置に設けられた粉砕ローラの模式的な側面図である。

[図3]本開示の実施形態に係る粉砕ローラの要部断面図である。

[図4]本開示の実施形態に係る粉砕ローラを製造する鋳型を示す模式的な図である。

[図5]本開示の実施形態の変形例に係る粉砕ローラを製造する鋳型を示す模式的な図である。

[図6]本開示の実施形態の変形例に係る粉砕ローラの要部断面図である。

[図7]本開示の実施形態の変形例に係る粉砕ローラの要部断面図である。

[図8]本開示の実施形態の変形例に係る粉砕ローラの要部断面図である。

[図9]本開示の実施形態の変形例に係る粉砕ローラの要部断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に、本開示に係る粉砕ローラ及び固定燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造方法の一実施形態について、図面を参照して説明する。

[0017] 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とボイラ２００とを備えている。

以降の説明では、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すものであり、鉛直方向は厳密ではなく誤差を含むものである。

[0018] 本実施形態の固体燃料粉砕装置１００は、一例としてバイオマス燃料や石炭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（燃焼装置）２２０へ供給する装置である。

図１に示す固体燃料粉砕装置１００とボイラ２００とを含む発電プラント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２２０のそれぞれに対応する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。

[0019] 本実施形態の固体燃料粉砕装置１００は、ミル（粉砕部）１０と、バンカ（貯蔵部）２１と、給炭機（燃料供給機）２５と、送風部（搬送用ガス供給部）３０と、状態検出部４０と、制御部５０とを備えている。

[0020] ボイラ２００に供給する石炭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、石炭のみを粉砕する形式であっても良いし、バイオマス燃料のみを粉砕する形式であっても良いし、石炭とともにバイオマス燃料を粉砕する形式であってもよい。

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、廃木材、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。

[0021] ミル１０は、ハウジング１１と、粉砕テーブル１２と、粉砕ローラ１３と、減速機（駆動伝達部）１４と、減速機１４に接続され粉砕テーブル１２を回転駆動させるミルモータ（駆動部）１５と、回転式分級機（分級部）１６と、給炭管（燃料供給部）１７と、回転式分級機１６を回転駆動させる分級機モータ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、粉砕テーブル１２と粉砕ローラ１３と回転式分級機１６と、給炭管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、給炭管１７が取り付けられている。この給炭管１７は、バンカ２１から給炭機２５を介して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。

[0022] ハウジング１１の底面部４１付近には減速機１４が設置され、この減速機１４に接続されたミルモータ１５から伝達される駆動力により回転する粉砕テーブル１２が回転自在に配置されている。

粉砕テーブル１２は、平面視円形の部材であり、給炭管１７の下端部が対向するように配置されている。粉砕テーブル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。給炭管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）を上方から下方の粉砕テーブル１２に向けて供給し、粉砕テーブル１２は供給された固体燃料を粉砕ローラ１３との間に挟み込んで粉砕する。

[0023] 固体燃料が給炭管１７から粉砕テーブル１２の中央部へ向けて投入されると、粉砕テーブル１２の回転による遠心力によって、固体燃料は粉砕テーブル１２の外周側へと導かれ、粉砕テーブル１２と粉砕ローラ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、搬送用ガス流路（以降は、一次空気流路と記載する）１１０から導かれた搬送用ガス（以降は、一次空気と記載する）によって上方へと吹き上げられ、回転式分級機１６へと導かれる。

粉砕テーブル１２の外周には、一次空気流路１１０から流入する一次空気を、ハウジング１１内の粉砕テーブル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。吹出口には旋回羽根（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。旋回羽根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、粉砕テーブル１２上で粉砕された固体燃料を、ハウジング１１内の上方にある回転式分級機１６へと搬送する。なお、粉砕された固体燃料のうち、所定粒径より大きいものは回転式分級機１６により分級されて、または、回転式分級機１６まで到達することなく落下して、粉砕テーブル１２上に戻されて、粉砕テーブル１２と粉砕ローラ１３との間で再度粉砕される。

[0024] 粉砕ローラ１３は、給炭管１７から粉砕テーブル１２上に供給された固体燃料を粉砕する回転体である。粉砕ローラ１３は、粉砕テーブル１２の上面に押圧されて粉砕テーブル１２と協働して固体燃料を粉砕する。

図１では、粉砕ローラ１３が代表して１つのみ示されているが、粉砕テーブル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、複数の粉砕ローラ１３が配置される。例えば、外周部上に１２０°の角度間隔を空けて、３つの粉砕ローラ１３が周方向に均等な間隔で配置される。この場合、３つの粉砕ローラ１３が粉砕テーブル１２の上面と接する部分（押圧する部分）は、粉砕テーブル１２の回転中心軸からの距離が等距離となる。

[0025] 粉砕ローラ１３は、ジャーナルヘッド４３によって、上下に揺動・変位可能となっており、粉砕テーブル１２の上面に対して接近離間自在に支持されている。粉砕ローラ１３は、外周面が粉砕テーブル１２の上面の固体燃料に接触した状態で、粉砕テーブル１２が回転すると、粉砕テーブル１２から回転力を受けて連れ回りするようになっている。給炭管１７から固体燃料が供給されると、粉砕ローラ１３と粉砕テーブル１２との間で固体燃料が押圧されて粉砕される。この押圧する力を、粉砕荷重と言う。

[0026] ジャーナルヘッド４３の支持アーム４４は、中間部が水平方向に沿った支持軸４５によって、ハウジング１１の側面部に支持軸４５を中心として粉砕ローラ１３を上下方向に揺動・変位可能に支持されている。また、支持アーム４４の鉛直上側にある上端部には、押圧装置（粉砕荷重付与部）４６が設けられている。押圧装置４６は、ハウジング１１に固定されており、粉砕ロ

ーラ１３を粉砕テーブル１２に押し付けるように、支持アーム４４等を介して粉砕ローラ１３に粉砕荷重を付与する。粉砕荷重は、例えば、ミル１０の外部に設置された油圧装置（図示省略）から供給される作動油の圧力により作動する油圧シリンダ（図示省略）によって与えられる。また、粉砕荷重は、ばね（図示省略）の反発力によって与えられてもよい。

[0027] 減速機１４は、ミルモータ１５に接続されており、ミルモータ１５の駆動力を粉砕テーブル１２に伝達し、粉砕テーブル１２を中心軸回りに回転させる。

[0028] 回転式分級機（分級部）１６は、ハウジング１１の上部に設けられ中空状の逆円錐状の外形を有している。回転式分級機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、回転式分級機１６の中心軸線周りに所定の間隔（均等間隔）で設けられている。

回転式分級機１６は、粉砕テーブル１２と粉砕ローラ１３により粉砕された固体燃料（以降、粉砕された固体燃料を「粉砕燃料」という。）を、所定粒径（例えば、石炭では７０～１００μｍ）より大きいもの（以降、所定粒径を超える粉砕燃料を「粗粉燃料」という。）と、所定粒径以下のもの（以降、所定粒径以下の粉砕燃料を「微粉燃料」という。）に分級する装置である。回転式分級機１６は、制御部５０によって制御される分級機モータ１８により回転駆動力を与えられ、ハウジング１１の上下方向に延在する円筒軸（図示省略）を中心に給炭管１７の周りを回転する。

なお、分級部としては、固定された中空状の逆円錐形状のケーシングと、そのケーシングの外周位置にブレード１６ａに替わって複数の固定旋回羽根とを備えた固定式分級機を用いてもよい。

[0029] 回転式分級機１６に到達した粉砕燃料は、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、粉砕テーブル１２へと戻されて再粉砕され、微粉燃料はハウジング１１の天井部４２に

ある出口ポート１９に導かれる。回転式分級機１６によって分級された微粉燃料は、一次空気とともに出口ポート１９から微粉燃料供給流路（微粉燃料供給管）１２０へ排出され、ボイラ２００のバーナ２２０へ供給される。

[0030] 給炭管（燃料供給部）１７は、ハウジング１１の天井部４２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、給炭管１７の上部から投入される固体燃料を粉砕テーブル１２の中央部に供給する。給炭管１７の上端には、給炭機２５が接続されており、固体燃料が供給される。

[0031] 給炭機２５は、バンカ２１の下端部から上下方向に延在する管であるダウンスパウト部２２によって、バンカ２１と接続されている。ダウンスパウト部２２の途中には、バンカ２１からの固体燃料の排出状態を切り替える弁（コールゲート、図示省略）を設けてもよい。給炭機２５は、搬送部２６と、給炭機モータ２７とを備える。搬送部２６は、例えばベルトコンベアであり、ダウンスパウト部２２の下端部から排出される固体燃料を、給炭機モータ２７の駆動力によって給炭管１７の上部に搬送し、内部へ投入する。ミル１０へ供給される固体燃料の供給量は、制御部５０からの信号によって、例えば、搬送部２６のベルトコンベアの移動速度を調整して制御される。

[0032] 通常、ミル１０の内部には、微粉燃料をバーナ２２０へ搬送するための一次空気が供給されており、給炭機２５やバンカ２１よりも圧力が高くなっている。バンカ２１と給炭機２５を接続するダウンスパウト部２２の内部は、燃料が積層状態となっている。この固体燃料層により、ミル１０からバンカ２１に向けて、一次空気と微粉燃料が逆流を抑制するためのシール性（マテリアルシール）を確保している。

[0033] 送風部３０は、粉砕燃料を乾燥させるとともに、回転式分級機１６へ搬送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の内部へ送風される一次空気の流量と温度を適切に調整するために、本実施形態では、一次空気通風機（ＰＡＦ：Ｐｒｉｍａｒｙ　Ａｉｒ　Ｆａｎ）３１と、熱ガス流路３０ａと、冷ガス流路３

０ｂと、熱ガスダンパ３０ｃと、冷ガスダンパ３０ｄとを備えている。

[0034] 本実施形態では、熱ガス流路３０ａは、一次空気通風機３１から送出された空気の一部を、空気予熱器（熱交換器）３４を通過して加熱された熱ガスとして供給する。熱ガス流路３０ａには、熱ガスダンパ３０ｃ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、熱ガス流路３０ａから供給する熱ガスの流量が決定される。

[0035] 冷ガス流路３０ｂは、一次空気通風機３１から送出された空気の一部を常温の冷ガスとして供給する。冷ガス流路３０ｂには、冷ガスダンパ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、冷ガス流路３０ｂから供給する冷ガスの流量が決定される。

[0036] 一次空気の流量は、本実施形態では、熱ガス流路３０ａから供給する熱ガスの流量と冷ガス流路３０ｂから供給する冷ガスの流量の合計の流量となり、一次空気の温度は、熱ガス流路３０ａから供給する熱ガスと冷ガス流路３０ｂから供給する冷ガスの混合比率で決まり、制御部５０によって制御される。

また、熱ガス流路３０ａから供給する熱ガスに、例えば、ガス再循環通風機（図示省略）によってボイラ２００から排出された燃焼ガスの一部を導き、混合することで、一次空気流路１１０からハウジング１１の内部へ送風する一次空気中の酸素濃度を調整してもよい。一次空気中の酸素濃度を調整することによって、例えば、着火性の高い（着火しやすい）固体燃料を使用する場合、ミル１０からバーナ２２０に至るまでの経路において、固体燃料が着火することを抑制することができる。

[0037] 本実施形態では、ミル１０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１１０からハウジング１１の内部へ一次空気が流入する部分における圧力と、ハウジング１１の内部から微粉燃料供

給管１２０へ一次空気と微粉燃料が排出される出口ポート１９における圧力との差圧を、ミル１０の差圧として計測する。このミル１０の差圧の増減は、回転式分級機１６の分級効果によってハウジング１１内部の回転式分級機１６付近と粉砕テーブル１２付近の間を循環している粉砕燃料の循環量の増減に対応する。すなわち、このミル１０の差圧に応じて回転式分級機１６の回転数を調整することで、出口ポート１９から排出される微粉燃料の量と粒径範囲を調整することができるので、微粉燃料の粒径をバーナ２２０における固体燃料の燃焼性に影響しない範囲に維持しつつ、ミル１０への固体燃料の供給量に対応した量の微粉燃料を、ボイラ２００に設けられたバーナ２２０に安定して供給することができる。

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、ハウジング１１の内部へ供給される一次空気の温度（ミル入口一次空気温度）や、出口ポート１９における一次空気と微粉燃料との混合気体の温度（ミル出口一次空気温度）を検出して、それぞれの上限温度を超えないように送風部３０を制御する。各上限温度は、固体燃料の性状に応じた着火の可能性等を考慮して決定される。なお、一次空気は、ハウジング１１の内部において、粉砕燃料を乾燥しながら搬送することによって冷却されるため、ミル入口の一次空気温度は、例えば常温から約３００度程度、ミル出口の一次空気温度は、例えば常温から約９０度程度となる。

[0038] 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、ミルモータ１５に駆動指示を伝達して粉砕テーブル１２の回転速度を制御してもよい。

制御部５０は、例えば、分級機モータ１８へ駆動指示を伝達して回転式分級機１６の回転速度を制御して分級性能を調整し、微粉燃料の粒径をバーナ２２０における固体燃料の燃焼性に影響しない範囲に維持しつつ、ミル１０への固体燃料の供給量に対応した量の微粉燃料を、バーナ２２０へ安定して供給することができる。

また、制御部５０は、例えば給炭機モータ２７へ駆動指示を伝達すること

により、ミル１０へ供給する固体燃料の供給量（給炭量）を調整することができる。

また、制御部５０は、送風部３０へ開度指示を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調整することができる。具体的には、制御部５０は、ハウジング１１の内部へ供給される一次空気の流量と、出口ポート１９における一次空気の温度（ミル出口一次空気温度）が、固体燃料の種別毎に、給炭量に対応して設定された所定値となるように、熱ガスダンパ３０ｃおよび冷ガスダンパ３０ｄの開度を制御する。なお、一次空気の温度の制御は、ミル入口における温度（ミル入口一次空気温度）に対して行ってもよい。

[0039] 制御部５０は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＲＡＭ（Ｒａｎｄａｍ 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。また、ＨＤＤはソリッドステートディスク（ＳＳＤ）等で置き換えられてもよい。

[0040] 次に、固体燃料粉砕装置１００から供給される微粉燃料の燃焼によ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２２０とを備えている。

[0041] バーナ２２０は、微粉燃料供給管１２０から供給される微粉燃料と一次空気との混合気と、押込通風機（ＦＤＦ：Ｆｏｒｃｅｄ Ｄｒａｆｔ Ｆａｎ

）３２から送出される空気（外気）を空気予熱器３４で加熱して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形成する装置である。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、節炭器などの熱交換器（図示省略）を通過した後にボイラ２００の外部に排出される。

[0042] ボイラ２００から排出された燃焼ガスは、環境装置（脱硝装置、集塵装置、脱硫装置などで図示省略）で所定の処理を行うとともに、空気予熱器３４で一次空気や二次空気との熱交換が行われ、誘引通風機（ＩＤＦ：Ｉｎｄｕｃｅｄ　Ｄｒａｆｔ　Ｆａｎ）３３を介して煙突（図示省略）へと導かれて外気へと放出される。空気予熱器３４において燃焼ガスにより加熱された一次空気通風機３１から送出される空気は、前述した熱ガス流路３０ａに供給される。

ボイラ２００の各熱交換器への給水は、節炭器（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過熱蒸気が生成され、発電部である蒸気タービン（図示省略）へと送られて蒸気タービンを回転駆動し、蒸気タービンに接続した発電機（図示省略）を回転駆動して発電が行われ、発電プラント１を構成する。

[0043] 次に、本実施形態に係る粉砕ローラ１３の詳細について、図１から図４を参照して詳細に説明する。

図１及び図２に示すように、各粉砕ローラ１３は、ジャーナルシャフト４７、ジャーナルヘッド４３及び支持軸４５を介して、回転中心軸線Ｃ２を中心として回転可能にハウジング１１に対して支持されている。ジャーナルシャフト４７は、ハウジング１１の側面部近傍からハウジング１１の中心部側へ下方に傾斜するように延在している。ジャーナルシャフト４７は、基端部（ハウジング１１の側面部側の端部）がジャーナルヘッド４３に固定されている。ジャーナルヘッド４３は、先端部（ミル１０の中心部側の端部）に、軸受（図示省略）を介して粉砕ローラ１３が回転自在に支持されている。す

なわち、粉砕ローラ１３は、粉砕テーブル１２の鉛直上方で、上部側が下部側よりもハウジング１１の中心部側に向くように位置する傾斜した状態で、回転可能に支持されている。

[0044] 粉砕ローラ１３は、図２に示すように、ジャーナルシャフト４７の先端部に回転中心軸線Ｃ２を中心として回転自在に支持されるジャーナルハウジング（支持部）４８と、ジャーナルハウジング４８に外嵌される円環状のローラ部４９と、を備えている。ジャーナルハウジング４８は、ジャーナルシャフト４７の先端を覆うように設けられ、外周面が円筒状に形成されている。

[0045] 図３は、ローラ部４９を、ローラ部４９の回転中心軸線Ｃ２が延在する方向を含む面で切断した際の断面（以下、「軸線方向断面」と称する。）の要部を示している。

ローラ部４９は、回転中心軸線Ｃ２が延在する方向（以下、「軸線方向」と称する。）の基端側に配置される第１部分４９Ａと、軸線方向に沿って第１部分４９Ａと並んで配置される第２部分４９Ｂと、を有している。換言すれば、ローラ部４９は、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとに、軸線方向に２分割とされている。ここで、基端側とは、粉砕ローラ１３が接続されるジャーナルシャフト４７側であり、粉砕テーブル１２の半径方向において外周側（図３の紙面右側）を示し、先端側とは、粉砕テーブル１２の半径方向において回転中心軸線Ｃ１（図１参照）側（図３の紙面左側）を示す。

[0046] 第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとは、固定用ボルト５３で固定されている。ミル１０の運転中、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとは、粉砕テーブル１２の回転中心軸線Ｃ１からの距離が異なる位置に配置されているため、異なる周速で回転しようとする。したがって、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとの接合面には剪断力が発生し、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとが滑るように相対移動しようとする。このような相対移動が発生すると、接合面が摺動により摩耗することから、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとの相対移動が規制されるように固定されることが好ましい。

[0047] ローラ部４９は、周方向において一様に形成されている。すなわち、周方

向のいずれの位置においても、軸線方向断面は略同様の構造とされている。

また、図３に示すように、ローラ部４９の外周面４９ａは、軸線方向断面において、中心点ＣＰを中心とした円弧状となるように湾曲している。

[0048] 図３に示すように、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとは、中心線Ｃ３を基準として線対称とされている。したがって、以下では、第１部分４９Ａの構成を詳細に説明し、第２部分４９Ｂの構成については必要な説明以外は省略する。なお、中心線Ｃ３とは、回転中心軸線Ｃ２と直交するとともに、回転中心軸線Ｃ２が延在する方向における粉砕ローラ１３の中央部を通過する線である。

本実施形態では、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとが当接する面は、中心線Ｃ３と重なっている。

[0049] 第１部分４９Ａは、図３に示すように、ジャーナルハウジング４８に嵌合する高クロム鋳鉄製の第１基部５１Ａと、第１基部５１Ａの外周面に設けられるセラミック製の部材を一部に含む第１セラミック部（外周部）５２Ａと、を一体的に有している。すなわち、本実施形態に係るローラ部４９は、いわゆるセラミック埋め込み型高クロム鋳鉄ローラである。

[0050] 第１基部５１Ａは、ジャーナルハウジング４８に支持されている。第１基部５１Ａは、略円環形状に形成される。また、第１基部５１Ａは、内周面がジャーナルハウジング４８の外周面と接触するように、該ジャーナルハウジング４８と嵌合している。第１セラミック部５２Ａは、円環状の第１基部５１Ａの外周部に固定されている。第１セラミック部５２Ａは、第１基部５１Ａの周方向の略全域に亘って設けられている。すなわち、第１セラミック部５２Ａは、略円環形状に形成されている。また、第１基部５１Ａには、軸線方向に貫通するボルト孔が形成されている。

第１基部５１Ａの外周面は、軸線方向断面において、中心線Ｃ３から軸線方向の基端部に向かうにつれて、回転中心軸線Ｃ２に近づくように傾斜している。第１基部５１Ａの内周面は、円筒面とされている。

また、第１基部５１Ａの第２部分４９Ｂ側の面（すなわち、第２基部５１

Ｂと当接する面）は、平面とされている。

[0051] 第１セラミック部５２Ａは、セラミック製の部材を含んでいるので、高クロム鋳鉄製の第１基部５１Ａよりも線膨張係数が小さい。また、第１セラミック部５２Ａは、第１基部５１Ａよりも耐摩耗性に優れている。第１基部５１Ａ及び第１セラミック部５２Ａの材料は、上記説明の材料に限定されない。

第１セラミック部５２Ａは、略円環形状に形成される。第１セラミック部５２Ａは、第１基部５１Ａの外周面の全域を外方から覆っている。第１セラミック部５２Ａの内周面は、第１基部５１Ａの外周面と当接している。第１セラミック部５２Ａの外周面は、軸線方向断面において、中心点ＣＰを中心とした円弧状となるように湾曲している。

また、第１セラミック部５２Ａの第２部分４９Ｂ側の面（すなわち、第２セラミック部５２Ｂと当接する面）は、平面とされている。

[0052] このように、ローラ部４９の外周面は、軸線方向の全域において、第１セラミック部５２Ａ及び第２セラミック部５２Ｂによって形成されている。

[0053] 次に、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとの接合態様について説明する。

第１部分４９Ａの第１基部５１Ａに形成されたボルト孔５４と、第２部分４９Ｂの第２基部５１Ｂに形成されたボルト孔５４とが連通する直線状の孔を挿通する固定用ボルト５３によって固定されている。固定用ボルト５３の頭部５３ａは第１基部５１Ａと当接している。また、固定用ボルト５３の先端部に螺合するナット５５は、第２基部５１Ｂと当接している。このため、固定用ボルト５３とナット５５とを締結することで、第１基部５１Ａと第２基部５１Ｂが固定される。これにより、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとが接合されている。なお、固定用ボルト５３とナット５５は、いわゆる頭部のない寸切りボルトと両端部のナットとしてもよい。

[0054] 図２及び図３の破線Ｌ１は、ミル１０が固体燃料を粉砕することで進行するローラ部４９の摩耗の進行態様を示している。すなわち、本実施形態での例では、ローラ部４９は、ローラ部４９の基端側（すなわち、先端側とは反

対側）の一部分Ｐ１（以下、「最大摩耗点Ｐ１」と称する）が、他の部分よりも大きく摩耗する状況にある。上述のように、基端側とは粉砕テーブル１２の半径方向において外周側を示し、先端側とは粉砕テーブル１２の回転中心軸線Ｃ１（図１参照）側を示す。また、図２の破線Ｌ２は、粉砕テーブル１２の摩耗の進行態様を示している。すなわち、最大摩耗点Ｐ１は、第１セラミック部５２Ａに位置する。なお、図２及び図３では、摩耗前の最大摩耗点を符号「Ｐ１」で示し、実際に摩耗が進行した状態の最大摩耗点を符号「Ｐ１´」で示している。換言すれば摩耗前の最大摩耗点Ｐ１は、摩耗が最も進行し易いと予想される点である。

[0055] 最大摩耗点Ｐ１は、ローラ部４９の外周面４９ａにおいて、中心線Ｃ３（回転中心軸線Ｃ２と直交するとともに回転中心軸線Ｃ２が延在する方向における粉砕ローラ１３の中央部を通過する線）に対して、基端側に所定の角度θ１を為す位置である。詳細には、中心線Ｃ３と中心点ＣＰにおいて所定の角度θ１を為す線Ｌ４と、外周面４９ａとが交差する位置である。図３における角度θ１は、一例として８度とされているが、角度θ１は８度に限定されない。最大摩耗点Ｐ１の位置は、例えば、ミル１０の仕様や粉砕する固体燃料によっても異なり、角度θ１は、３度から１３度の範囲（８度のプラスマイナス５度の範囲）内に発生することが多い。

また、本実施形態では、中心線Ｃ３と所定の角度θ１を為す線Ｌ４が通過する部分において、軸方向断面での第１セラミック部５２Ａの厚さが最も厚くなっている。

[0056] また、図３の破線Ｌ３は、ローラ部４９が破線Ｌ１で示すように摩耗した後に、ローラ部４９を反転させて使用した場合（すなわち、ローラ部４９を一度ジャーナルハウジング４８から取り外し、基端側と先端側とを入れ替えて、再びローラ部４９をジャーナルハウジング４８に取り付けて使用した場合）における、ミル１０が固体燃料を粉砕することで進行するローラ部４９の摩耗の進行態様を示している。この場合の最大摩耗点Ｐ２は、中心線Ｃ３を基準とした対称の位置となる。詳細には、最大摩耗点Ｐ２は、中心線Ｃ３

と所定の角度θ１を為す線Ｌ４の線対称の線であるＬ５上の点となる。すなわち、反転時の最大摩耗点Ｐ２は、第２セラミック部５２Ｂに位置する。なお、図２では、摩耗前の最大摩耗点を符号「Ｐ２」で示し、実際に摩耗が進行した状態の最大摩耗点を符号「Ｐ２´」で示している。換言すれば摩耗前の最大摩耗点Ｐ２は、摩耗が最も進行し易いと予想される点である。

なお、図３では、ローラ部４９を反転させていない状態を図示しているので、実際にローラ部４９を反転させた状態では、第２セラミック部５２Ｂは、中心線Ｃ３よりも基端側（図３の右側）に位置することとなる。したがって、最大摩耗点Ｐ２も、反転前の最大摩耗点Ｐ１と同様に、中心線Ｃ３よりも基端側（図３の右側）に位置することとなる。

[0057] 次に、ローラ部４９を製造する方法について図４を参照して説明する。図４のＵＰは、鉛直方向の上方を示している。

まず、ローラ部４９を製造する際には、まず第１部分４９Ａを製造する。

第１部分４９Ａを製造する際には、まず、セラミックス粒子をブロック状（第１セラミック部５２Ａに対応する形状）に整形することで、第１セラミック部５２Ａの一部を構成するセラミックブロックＣＢ（図４参照）を製造する。セラミックブロックは、粒子状のセラミックスを結合させたもので、セラミックス粒子同士の間に、比較的多くの隙間が形成されている。セラミックブロックＣＢの外形は、第１セラミック部５２Ａの外形と略同一である。

[0058] 次に、製造したセラミックブロックＣＢを鋳型６０内の所定の位置に設置する。このとき、鋳型６０の天井面及び底面でセラミックブロックＣＢを挟むことで、セラミックブロックＣＢを所定の位置に固定する。本実施形態では、セラミックブロックＣＢを、鋳型６０の天井面及び底面で挟むとともに、鋳込み時には後述するように浮力によって、所定の位置に固定している。

次に、湯口６１から湯道６２を介して、鋳型６０内に溶融した金属を流し込む。これにより、鋳型６０内に溶融した金属が充填される（矢印ｍ参照）。このとき、セラミックブロックＣＢは、溶融した金属よりも比重が軽いた

め、浮力（矢印ｂ参照）によって、図４に示すように、鋳型６０の内周面の所定の位置に押し付けられる。また、このとき、セラミックブロックＣＢのセラミックス粒子同士の間に形成された隙間にも溶融した金属が流入する。

[0059] 次に、溶融した金属を冷却し、凝固させる。これにより、セラミックブロックＣＢのセラミックス粒子同士の間に金属が入り込んだ耐摩耗性の優れた第１セラミック部５２Ａと、凝固した金属のみで形成された第１基部５１Ａとが一体化されたローラ部４９が完成する。

[0060] このようにして、本実施形態の第１部分４９Ａは、第１基部５１Ａと第１セラミック部５２Ａとを鋳ぐるみすることで製造される。なお、第１部分４９Ａを鋳造する際に、ボルト孔５４を鋳抜きで設けてもよい。第１基部５１Ａは、高硬度であるので、凝固してからボルト孔５４を形成することは難しいので、このように鋳抜きで設けることで容易にボルト孔５４を形成することができる。

[0061] 次に、第２部分４９Ｂを製造する。第２部分４９Ｂを製造する方法は、第１部分４９Ａを製造する方法と同じなので説明を省略する。

[0062] 次に、固定用ボルト５３及びナット５５を締結することで第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂを接合する。このようにして、ローラ部４９を製造する。なお、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂの接合は工場で行い、接合された状態のローラ部４９を、ミル１０を組立てる現地へ運搬すると、現地での組み立て工数が低減するため、トータルとしてのコストを低減することができる。

[0063] 本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

本実施形態では、第１部分４９Ａが軸線方向の中心線Ｃ３よりも一側（基端側）に設けられ、第２部分４９Ｂが軸線方向の中心線Ｃ３よりも他側（先端側）に設けられている。これにより、ローラ部４９の一側及び他側の両方に耐摩耗性が優れているセラミック部５２（第１セラミック部５２Ａ及び第２セラミック部５２Ｂ）を設けることができる。したがって、ローラ部４９を反転させて使用した場合（すなわち、ローラ部４９を取り外し、一側と他

側とを入れ替えるようにローラ部４９を反転させ、再びローラ部４９を取り付けて使用した場合）であっても、セラミック部５２と粉砕テーブル１２との間で固体燃料を粉砕することができるので、ローラ部４９の摩耗を抑制することができる。よって、ローラ部４９の寿命を長くすることができる。

[0064] また、本実施形態では、ローラ部４９が第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを有している。これにより、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを別々に製造することができる。したがって、別々に製造した第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを固定することで、軸線方向の一側及び他側の両側に、簡易にセラミック部５２（第１セラミック部５２Ａ及び第２セラミック部５２Ｂ）を設けることができる。

[0065] また、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを別々に製造することができるので、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを一度に製造する場合と比較して、一度に製造する部品の体積を低減することができる。これにより、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂを鋳造で製造する際に、一回の鋳造で製造する部材の体積を小さくすることができるので、一回の鋳造に必要な溶融金属の量を低減することができる。したがって、溶融金属を製造する溶鉱炉を小型化することができる。よって、粉砕ローラ１３を製造する設備を省スペース化することができるとともに、設備のイニシャルコストを低減することができる。

[0066] また、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを別々に製造することができるので、各部分の製造時に欠陥が発生した場合であっても、ローラ部４９の全体を廃棄する必要がなく、廃棄量を低減することができる。したがって、粉砕ローラ１３を製造する際の歩留まりを向上させることができる。また、ローラ部４９を再度製造する際に、廃棄する部分を再溶解して再使用する場合には、溶解する際のコストを低減することができる。

[0067] また、第１セラミック部５２Ａと第２セラミック部５２Ｂとも別々に製造することができるので、セラミックブロックＣＢを製造する際にも、同様に廃棄量を低減することができる。

[0068] ［変形例１］

次に、本実施形態の変形例について図５を用いて説明する。図５のＵＰは、鉛直方向の上方を示している。

本実施形態では、第２部分４９Ｂを製造する方法及び第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを接合する方法が上記実施形態と異なっている。その他の構成等は上記実施形態と同様であるので、同様の構成等については同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

[0069] 本変形例では、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを鋳造によって接合し、一体化する。詳細には、鋳型１６０内の下部に、完成した状態の第１部分４９Ａを配置する。このとき、第１部分４９Ａは、十分に予熱しておく。第１部分４９Ａを鋳型１６０内に配置してから溶融した金属を流入させた場合、鋳造時に第１部分４９Ａが冷やし金と同様の役割を果たしてしまうことで、溶融した金属を冷却・収縮させ、第２部分４９Ｂの内部に引け巣を発生させてしまう可能性がある。第１部分４９Ａを予熱することで、溶融した金属の冷却度合いが低減するので、引け巣の発生を抑制することができる。

なお、第１部分４９Ａの製造方法は、上記実施形態と同様である。

[0070] 次に、製造した第２部分４９Ｂ用のセラミックブロックＣＢを鋳型１６０内の所定の位置に設置する。このとき、鋳型１６０の天井面と第１部分４９Ａ（第１セラミック部５２Ａ）とでセラミックブロックＣＢを挟むことで、セラミックブロックＣＢを所定の位置に固定する。

[0071] 次に、湯口６１から湯道６２を介して、鋳型１６０内に溶融した金属を流し込む。このとき、溶融した金属を、第１部分４９Ａの上方の空間に流し込む。これにより、鋳型１６０内に溶融した金属が充填される（矢印ｍ参照）。

[0072] 次に、溶融した金属を冷却し、凝固させる。これにより、第２部分４９Ｂが製造される。このとき、第２部分４９Ｂは、第１部分４９Ａと接合し一体化した状態で製造される。

本変形例では、このように、ローラ部４９を製造する。

[0073] 本変形例によれば、第２部分４９Ｂは、第１部分４９Ａの接合面に応じた形状となるので、第１部分４９Ａの接合面及び第２部分４９Ｂの接合面に対して機械加工等を施す必要がない。したがって、機械加工工程を省略することができる。

[0074] なお、図５の破線で示すように、第１部分４９Ａが断面略Ｔ形状の突出部７０を有していてもよい。突出部７０は、第１基部５１Ａの第２部分４９Ｂ側の面から突出している。突出部７０は、第１部分４９Ａを鋳造する際に第１基部５１Ａと一体となるように形成される。

このように構成することで、第２部分４９Ｂを製造する際に、第２部分４９Ｂに突出部７０が埋め込まれることとなるので、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとをより強固に接合することができる。

[0075] このように、本変形例では、鋳造により第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを接合している。したがって、ローラ部４９には、上記実施形態で説明した固定用ボルト５３及びナット５５は設けられていない。また、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂには、ボルト孔５４が形成されていない。

[0076] ［変形例２］

次に、本実施形態の変形例について図６を用いて説明する。

本変形例では、第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを接合する方法が上記実施形態と異なっている。その他の構成等は上記実施形態と同様であるので、同様の構成等については同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

[0077] 本変形例では、固定部８０を用いて第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを接合する。固定部８０は、ジャーナルハウジング４８と第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂとの間に設けられる円筒部８１と、円筒部８１の軸線方向の一側の端部から半径方向と外側に延び第１基部５１Ａの軸線方向の一側の端面と当接する第１当接部８２と、円筒部８１の軸線方向の他側の端部から半径方向と外側に延び第２基部５１Ｂの軸線方向の他側の端面と当接する第２当接部８３と、を一体的に有する。

[0078] 固定部８０は、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂよりも硬度が低く、機

械加工が施し易い材料（例えば、炭素鋼）で形成されている。

円筒部８１は、固定用ボルト５３が挿通するボルト孔８１ａが形成されている。

[0079] 本変形例では、第１基部５１Ａは、円筒部８１を介して、ジャーナルハウジング４８の外周部に外側から嵌合している。また、第２基部５１Ｂは、円筒部８１を介して、ジャーナルハウジング４８の外周部に外側から嵌合している。

[0080] 本変形例では、第１当接部８２及び第２当接部８３が、円筒部８１を挿通する固定用ボルト５３によって固定されている。固定用ボルト５３の頭部５３ａは第１当接部８２と当接している。また、固定用ボルト５３の先端部に螺合するナット５５は、第２当接部８３と当接している。このため、固定用ボルト５３とナット５５とを締結することで、第１当接部８２及び第２当接部８３が、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂを軸線方向の両側から挟み込むこととなる。したがって、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂを接合することができる。

また、固定部８０は第１基部５１Ａ等よりも硬度が低いので、容易に機械加工を施すことができる。これにより、第１基部５１Ａ等にボルト孔８１ａを形成する場合と比較して、容易に固定用ボルト５３を挿通させることができる。したがって、粉砕ローラ１３を容易に製造することができる。

[0081] このように、本変形例では、固定部８０を用いて第１部分４９Ａと第２部分４９Ｂとを接合している。したがって、ローラ部４９には、上記実施形態で説明した固定用ボルト５３及びナット５５は設けられていない。また、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂには、ボルト孔５４が形成されていない。

[0082] ［変形例３］

次に、本実施形態の変形例について図７を用いて説明する。

本変形例では、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂが凹部を有する点で上記実施形態と異なっている。その他の構成等は上記実施形態と同様であるので、同様の構成等については同一の符号を付してその詳細な説明は省略する

。

[0083] 本変形例では、第１基部５１Ａは、第２基部５１Ｂと当接する第１当接面５１Ａａから凹む第１凹部５１Ａｂを有している。また、第２基部５１Ｂは、第１基部５１Ａと当接する第２当接面５１Ｂａから凹む第２凹部５１Ｂｂを有している。

[0084] また、第１凹部５１Ａｂ及び第２凹部５１Ｂｂは、閉空間Ｓを形成している。

[0085] 本変形例では、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂが凹部を有している。これにより、凹部を有さない構成と比較して、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂの体積を低減することができる。これにより、例えば、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂを鋳造で製造する際に、一回の鋳造に必要な溶融金属の量を低減することができる。したがって、溶融金属を製造する溶鉱炉を小型化することができる。よって、粉砕ローラ１３を製造する設備を省スペース化することができるとともに、設備のイニシャルコストを低減することができる。

[0086] また、第１凹部５１Ａｂ及び第２凹部５１Ｂｂが形成する閉空間Ｓに、第１セラミック部５２Ａ及び第２セラミック部５２Ｂの摩耗を検出する検出部９０が設けられていてもよい。これにより、第１セラミック部５２Ａ及び第２セラミック部５２Ｂの摩耗を検出することができる。また、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂに形成された凹部内に検出部９０を設けることで、検出部９０と検出部９０の検出対象（本変形例では、第１セラミック部５２Ａ及び第２セラミック部５２Ｂ）との距離を比較的短くすることができる。したがって、摩耗検知手段の構造を簡素化することができる。

また、閉空間Ｓ内に検出部９０が設けられているので、粉砕された固体燃料等が検出部９０に接触し難い。したがって、検出部９０を損傷し難くすることができる。

なお、検出部９０による摩耗検知方法としては、探針を用いた電気的方法や音波を用いた方法などが用いられる。

[0087] ［変形例４］

次に、本実施形態の変形例について図８を用いて説明する。本変形例では、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂの接合面に吊りピース９１が挟み込まれている点で、上記実施形態と異なっている。その他の構成等は上記実施形態と同様であるので、同様の構成等については同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

[0088] 本変形例では、上述のように、吊りピース９１を第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂの接合面に挟んでいる。吊りピース９１には、アイボルト９２が係合する。

粉砕ローラ１３には、ミル１０の設置時やメンテナンス時などに用いられる吊りボルト孔が設けられている。吊りボルト孔は、加工の容易な炭素製の吊りピースをローラ部４９に鋳込んで一体化させる場合がある。この鋳込み時に、吊りピースの一部が溶融してローラ部４９の基部の金属組織内に吊りピースが溶融した金属が混入してしまう可能性があった。

一方、本変形例では、吊りピース９１を第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂの接合面に挟んでいるので、鋳込み時の異種金属混入を抑制することができる。

[0089] ［変形例５］

次に、本実施形態の変形例について図９を用いて説明する。本変形例では、ローラ部４９とジャーナルハウジング４８とが係合している点で、上記実施形態と異なっている。その他の構成等は上記実施形態と同様であるので、同様の構成等については同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

本変形例では、第１基部５１Ａ及び前記第２基部５１Ｂは、ジャーナルハウジング４８と当接する面から凹む係合凹部９５を有している。ジャーナルハウジング４８は、第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂと当接する面に、係合凹部９５内に収容されることで係合凹部９５と係合する係合凸部９６を有している。

[0090] 本変形例では、ジャーナルハウジング４８が係合凹部９５と係合する係合

凸部９６を有している。これにより、係合凹部９５と係合凸部９６とが係合することで、ジャーナルハウジング４８と第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂとの相対移動が規制される。これにより、ジャーナルハウジング４８と第１基部５１Ａ及び第２基部５１Ｂとを強固に固定することができる。

[0091] また、係合凸部９６は係合凹部９５内に収容されている。これにより、粉砕ローラ１３の軸方向の端部にローラ部４９とジャーナルハウジング４８との係合部を設ける場合と比較して、粉砕された固体燃料等が係合凸部９６に接触し難い。したがって、係合凸部９６を摩耗し難くすることができる。なお、係合凸部９６は、ジャーナルハウジング４８と脱着可能として、粉砕ローラ１３をジャーナルハウジング４８の片側のみから装着することができるようにしてもよい。具体的にはまず第１部分４９Ａをジャーナルハウジング４８に設置し、続いて係合凸部９６を設置し、さらに第２部分４９Ｂを設置して結合する順序としてもよい。

[0092] また、粉砕ローラ１３の軸方向の端部にローラ部４９とジャーナルハウジング４８との係合部を設ける場合と比較して、粉砕面の幅を維持しつつ、粉砕ローラ１３の軸方向の長さを短くすることができるので、同一直径の粉砕テーブル１２上であっても、粉砕ローラ１３の粉砕面をより粉砕テーブル１２の外側に設置することができる。従って、これらの粉砕部を収容するハウジング１１の外径増加を抑えつつ、より大型のミルに近いサイズの粉砕部を実現でき、コンパクトで大容量なミルが実現できる。

[0093] なお、本開示は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、適宜変形が可能である。

例えば、使用する固体燃料は、本開示に限定されず、石炭、バイオマス燃料、石油コークス（ＰＣ：Ｐｅｔｒｏｌｅｕｍ　Ｃｏｋｅ）などを用いいることができる。さらに、それらの固体燃料を組み合わせて使用してもよい。

また、例えば、第１部分４９Ａ又は第２部分４９Ｂの片方のみ摩耗したり、損傷したりした場合、第１部分４９Ａ又は第２部分４９Ｂの片方のみ取り替えてもよい。これにより粉砕ローラ１３に係るメンテナンスコストのうち

、材料費を半減することができる。

また、第１部分４９Ａ及び第２部分４９Ｂの接合面には、例えば、液状ガスケットやペースト状のシール剤を塗布もしくは充填するなど、微粉燃料の侵入を防止する構造を設けてもよい。

[0094] 以上説明した実施形態に記載の粉砕ローラ及び固体燃料粉砕装置並びに粉砕ローラの製造方法は、例えば以下のように把握される。

本開示の一態様に係る粉砕ローラは、ハウジング（１１）の内部に収容され、回転する粉砕テーブル（１２）との間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕し、前記粉砕テーブル（１２）からの回転力を受けて連れ回る粉砕ローラ（１３）であって、前記ハウジング（１１）に対して、中心軸線（Ｃ２）を中心として回転可能に支持される支持部（４８）と、前記支持部（４８）の外周部に外側から嵌合し、前記粉砕テーブル（１２）との間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部（４９）と、を備え、前記ローラ部（４９）は、第１部分（４９Ａ）と、前記ローラ部（４９）の回転中心軸線（Ｃ２）が延在する方向である軸線方向に沿って前記第１部分（４９Ａ）と並んで配置され、前記第１部分（４９Ａ）に固定される第２部分（４９Ｂ）と、を有し、前記第１部分（４９Ａ）は、前記支持部（４８）の前記外周部に外側から嵌合する第１基部（５１Ａ）と、前記第１基部（５１Ａ）の外周面に設けられ前記第１基部（５１Ａ）よりも耐摩耗性が優れている第１外周部（５２Ａ）と、を有し、前記軸線方向の中心線（Ｃ３）よりも一側に設けられ、前記第２部分（４９Ｂ）は、前記支持部（４８）の前記外周部に外側から嵌合する第２基部（５１Ｂ）と、前記第２基部（５１Ｂ）の外周面に設けられ前記第２基部（５１Ｂ）よりも耐摩耗性が優れている第２外周部（５２Ａ）と、を有し、前記軸線方向の中心線（Ｃ３）よりも他側に設けられている。

[0095] 上記構成では、第１部分が軸線方向の中心線よりも一側に設けられ、第２部分が軸線方向の中心線よりも他側に設けられている。これにより、ローラ部の一側及び他側の両方に耐摩耗性が優れている外周部（第１外周部及び第２外周部）を設けることができる。したがって、ローラ部を反転させて使用

した場合（すなわち、ローラ部を取り外し、一側と他側とを入れ替えるようにローラ部を反転させ、再びローラ部を取り付けて使用した場合）であっても、外周部によって固体燃料を粉砕することができるので、ローラ部の摩耗を抑制することができる。よって、ローラ部の寿命を長くすることができる。

また、上記構成では、ローラ部が第１部分と第２部分とを有している。これにより、第１部分と第２部分とを別々に製造することができる。したがって、別々に製造した第１部分と第２部分とを固定することで、軸線方向の一側及び他側の両側に、簡易に外周部を設けることができる。

また、第１部分と第２部分とを別々に製造することができるので、第１部分と第２部分とを一度の製造する場合と比較して、一度に製造する部品の体積を低減することができる。これにより、例えば、第１部分及び第２部分を鋳造で製造する場合には、一回の鋳造で製造する部材の体積を小さくすることができるので、一回の鋳造に必要な溶融金属の量を低減することができる。したがって、溶融金属を製造する溶鉱炉を小型化することができる。よって、粉砕ローラを製造する設備を省スペース化することができるとともに、設備のイニシャルコストを低減することができる。

また、第１部分と第２部分とを別々に製造することができるので、各部分の製造時に欠陥が発生した場合であっても、ローラ部の全体を廃棄する必要がなく、廃棄量を低減することができる。したがって、粉砕ローラを製造する際の歩留まりを向上させることができる。また、ローラ部を再度製造するために廃棄する部分を溶解する場合には、溶解する際のコストを低減することができる。

[0096] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラは、前記ローラ部（４９）は、前記支持部（４８）と前記第１基部（５１Ａ）及び前記第２基部（５１Ｂ）との間に設けられる円筒部（８１）と、前記円筒部（８１）の前記軸線方向（Ｃ２）の一側の端部から半径方向と外側に延び、前記第１基部（５１Ａ）の前記軸線方向（Ｃ２）の一側の端面と当接する第１当接部（８２）と、前記

円筒部（８１）の前記軸線方向（Ｃ２）の他側の端部から半径方向と外側に延び、前記第２基部（５１Ｂ）の前記軸線方向（Ｃ２）の他側の端面と当接する第２当接部（８３）と、を有する固定部（８０）を有し、前記第１基部（５１Ａ）は、前記円筒部（８１）を介して、前記支持部（４８）の前記外周部に外側から嵌合し、前記第２基部（５１Ｂ）は、前記円筒部（８１）を介して、前記支持部（４８）の前記外周部に外側から嵌合し、前記第１当接部（８２）及び前記第２当接部（８３）は、前記固定部（８０）を挿通するボルト（５３）によって固定されていて、前記円筒部（８１）は、前記第１基部（５１Ａ）及び前記第２基部（５１Ｂ）よりも硬度が低い材料で形成されている。

[0097] 上記構成では、第１当接部及び第２当接部が、固定部を挿通するボルトによって固定されている。これにより、第１当接部及び第２当接部が、第１基部及び第２基部を軸線方向の両側から挟み込むこととなる。したがって、第１部分及び第２部分を固定することができる。

また、円筒部は基部よりも硬度が低いので、容易に機械加工を施すことができる。これにより、基部にボルトが挿通するボルト孔を形成する場合と比較して、容易にボルトを挿通させることができる。したがって、粉砕ローラを容易に製造することができる。

[0098] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラは、前記第１部分（４９Ａ）と前記第２部分（４９Ｂ）とは、第１基部（５１Ａ）に形成された孔と第２基部（５２Ｂ）に形成された孔とが連通する直線状のボルト孔（５４）を挿通する締結具（５３）によって固定されている。

[0099] 上記構成では、締結具のみによって第１部分と第２部分とを固定している。これにより、大掛かりな部品（例えば、第１部分と第２部分とを外側から挟み込むようにして固定する部品）等を用いることなく、第１部分と第２部分とを固定することができる。したがって、構造を簡素化することができる。

[0100] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラは、前記第１基部（５１Ａ）は、

前記第２基部（５１Ｂ）と当接する第１当接面（５１Ａａ）と、前記第１当接面（５１Ａａ）から凹む第１凹部（５１Ａｂ）を有し、前記第２基部（５１Ｂ）は、前記第１基部（５１Ａ）の前記第１当接面（５１Ａａ）と当接する第２当接面（５１Ｂａ）と、前記第２当接面（５１Ｂａ）から凹む第２凹部（５１Ｂｂ）を有している。

[0101] 上記構成では、第１基部及び第２基部が凹部を有している。これにより、凹部を有さない構成と比較して、第１基部及び第２基部の体積を低減することができる。これにより、例えば、第１部分及び第２部分を鋳造で製造する場合には、一回の鋳造で製造する部材の体積を小さくすることができるので、一回の鋳造に必要な溶融金属の量を低減することができる。したがって、溶融金属を製造する溶鉱炉を小型化することができる。よって、粉砕ローラを製造する設備を省スペース化することができるとともに、設備のイニシャルコストを低減することができる。

[0102] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラは、前記第１凹部（５１Ａｂ）及び前記第２凹部（５１Ｂｂ）は、閉空間を形成し、前記閉空間には前記第１外周部（５２Ａ）及び／又は前記第２外周部の摩耗を検出する検出部（９０）が設けられている。

[0103] 上記構成では、第１凹部及び第２凹部が形成する閉空間が設けられているため、第１基部及び第２基部の体積を低減することができる。これにより、第１部分及び第２部分を製造する際に、一回の鋳造に必要な溶融金属の量を低減することができる。したがって、溶融金属を製造する溶鉱炉を小型化することができる。よって、粉砕ローラを製造する設備を省スペース化することができるとともに、設備のイニシャルコストを低減することができる。

また、第１凹部及び第２凹部が形成する閉空間に、第１外周部及び／又は第２外周部の摩耗を検出する検出部が設けられている。これにより、第１外周部及び／又は第２外周部の摩耗を検出することができる。また、基部に形成された凹部内に検出部を設けることで、検出部と、検出部が検出する対象（第１外周部及び／又は第２外周部）との距離を比較的短くすることができ

る。したがって、摩耗検出手段の構造を簡素化することができる。

また、閉空間内に検出部が設けられているので、粉砕された固体燃料等が検出部に接触し難い。したがって、検出部を損傷し難くすることができる。

[0104] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラは、前記第１基部（５１Ａ）及び／又は前記第２基部（５１Ｂ）は、前記支持部（４８）と当接する面から凹む係合凹部（９５）を有し、前記支持部（４８）は、前記第１基部（５１Ａ）及び／又は前記第２基部（５１Ｂ）と当接する面に、前記係合凹部（９５）内に収容されることで該係合凹部（９５）と係合する係合凸部（９６）を有している。

[0105] 上記構成では、支持部が係合凹部と係合する係合凸部を有している。これにより、係合凹部と係合凸部とが係合することで、支持部と第１基部及び／又は前記第２基部との相対移動が規制される。これにより、支持部と第１基部及び／又は前記第２基部とを強固に固定することができる。

また、係合凸部は係合凹部内に収容されている。これにより、粉砕ローラの軸方向の端部にローラ部とジャーナルハウジングとの係合部を設ける場合と比較して、粉砕された固体燃料等が係合凸部に接触し難い。したがって、係合凸部を損傷し難くすることができる。

[0106] また、本開示の一態様に係る固体燃料粉砕装置は、上記いずれかに記載の粉砕ローラ（１３）と、回転し、前記粉砕ローラ（１３）との間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕する粉砕テーブル（１２）と、前記粉砕ローラ（１３）及び前記粉砕テーブル（１２）を収容するハウジング（１１）と、を備えている。

[0107] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラの製造方法は、ハウジング（１１）の内部に収容され、回転する粉砕テーブル（１２）との間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕し、前記粉砕テーブル（１２）からの回転力を受けて連れ回る粉砕ローラ（１３）の製造方法であって、前記粉砕ローラ（１３）は、前記ハウジング（１１）に対して、中心軸線（Ｃ２）を中心として回転可能に支持される支持部（４８）と、前記支持部（４８）の外周部に外側

から嵌合し、前記粉砕テーブル（１２）との間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部（４９）と、を備え、前記ローラ部（４９）は、第１部分（４９Ａ）と、前記ローラ部（４９）の回転中心軸線（Ｃ２）が延在する方向である軸線方向に沿って前記第１部分（４９Ａ）と並んで配置され、前記第１部分（４９Ａ）に固定される第２部分（４９Ｂ）と、を有し、前記第１部分（４９Ａ）は、前記支持部（４８）の前記外周部に外側から嵌合する第１基部（５１Ａ）と、前記第１基部（５１Ａ）の外周面に設けられ前記第１基部（５１Ａ）よりも耐摩耗性が優れている第１外周部（５２Ａ）と、を有し、前記軸線方向の中心線（Ｃ３）よりも一側に設けられ、前記第２部分（４９Ｂ）は、前記支持部（４８）の前記外周部に外側から嵌合する第２基部（５１Ｂ）と、前記第２基部（５１Ｂ）の外周面に設けられ前記第２基部（５１Ｂ）よりも耐摩耗性が優れている第２外周部（５２Ａ）と、を有し、前記軸線方向の中心線（Ｃ３）よりも他側に設けられていて、前記第１部分（４９Ａ）を製造する工程と、前記第２部分（４９Ｂ）を製造する工程と、前記第１部分（４９Ａ）と前記第２部分（４９Ｂ）とを固定する工程と、を備える。

[0108] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラの製造方法は、前記第２部分（４９Ｂ）を製造する工程及び前記第１部分（４９Ａ）と前記第２部分（４９Ｂ）とを固定する工程は、前記第１部分を製造する工程で製造された前記第１部分を前記粉砕ローラに応じた形状の鋳型（１６０）内に配置した状態で前記鋳型（１６０）内に溶融した金属を流し込んだ後に溶融した金属を冷却することで前記第２部分（４９Ｂ）を製造するとともに前記第１部分（４９Ａ）と前記第２部分（４９Ｂ）とを一体的に固定する。

[0109] 上記構成では、第２部分が、第１部分の接合面に応じた形状となるので、第１部分の接合面及び第２部分の接合面に対して機械加工等を施す必要がない。したがって、機械加工工程を省略することができる。

[0110] また、本開示の一態様に係る粉砕ローラの製造方法は、前記第１部分（４９Ａ）は、前記第２部分（５１Ｂ）側の面から突出する突出部（７０）を有している。

[0111] 上記構成では、第２部分を製造する際に、第２部分に突出部が埋め込まれることとなるので、第１部分と第２部分とをより強固に接合することができる。

符号の説明

[0112] １ ：発電プラント
１０ ：ミル
１１ ：ハウジング
１２ ：粉砕テーブル
１３ ：粉砕ローラ
１４ ：減速機
１５ ：ミルモータ
１６ ：回転式分級機
１６ａ ：ブレード
１７ ：給炭管
１８ ：分級機モータ
１９ ：出口ポート
２１ ：バンカ
２２ ：ダウンスパウト部
２５ ：給炭機
２６ ：搬送部
２７ ：給炭機モータ
３０ ：送風部
３０ａ ：熱ガス流路
３０ｂ ：冷ガス流路
３０ｃ ：熱ガスダンパ
３０ｄ ：冷ガスダンパ
３１ ：一次空気通風機
３４ ：空気予熱器

４０　：状態検出部
４１　：底面部
４２　：天井部
４３　：ジャーナルヘッド
４４　：支持アーム
４５　：支持軸
４６　：押圧装置
４７　：ジャーナルシャフト
４８　：ジャーナルハウジング（支持部）
４９　：ローラ部
４９Ａ　：第１部分
４９Ｂ　：第２部分
４９ａ　：外周面
５０　：制御部
５１Ａ　：第１基部
５１Ａａ　：第１当接面
５１Ａｂ　：第１凹部
５１Ｂ　：第２基部
５１Ｂａ　：第２当接面
５１Ｂｂ　：第２凹部
５２Ａ　：第１セラミック部（外周部）
５２Ｂ　：第２セラミック部
５３　：固定用ボルト
５３ａ　：頭部
５４　：ボルト孔
５５　：ナット
６０　：鋳型
６１　：湯口

６２　　：湯道
７０　　：突出部
８０　　：固定部
８１　　：円筒部
８１ａ　　：ボルト孔
８２　　：第１当接部
８３　　：第２当接部
９０　　：検出部
９１　　：吊りピース
９２　　：アイボルト
９５　　：係合凹部
９６　　：係合凸部
１００　　：固体燃料粉砕装置
１１０　　：一次空気流路
１２０　　：微粉燃料供給管
１６０　　：鋳型
２００　　：ボイラ
２１０　　：火炉
２２０　　：バーナ

請求の範囲

[請求項1] ハウジングの内部に収容され、回転する粉砕テーブルとの間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕し、前記粉砕テーブルからの回転力を受けて連れ回る粉砕ローラであって、

前記ハウジングに対して、回転中心軸線を中心として回転可能に支持される支持部と、

前記支持部の外周部に外側から嵌合し、前記粉砕テーブルとの間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部と、を備え、

前記ローラ部は、第１部分と、前記ローラ部の回転中心軸線が延在する方向である軸線方向に沿って前記第１部分と並んで配置され、前記第１部分に固定される第２部分と、を有し、

前記第１部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第１基部と、前記第１基部の外周面に設けられ前記第１基部よりも耐摩耗性が優れている第１外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも一側に設けられ、

前記第２部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第２基部と、前記第２基部の外周面に設けられ前記第２基部よりも耐摩耗性が優れている第２外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも他側に設けられている粉砕ローラ。

[請求項2] 前記ローラ部は、前記支持部と前記第１基部及び前記第２基部との間に設けられる円筒部と、前記円筒部の前記軸線方向の一側の端部から半径方向と外側に延び、前記第１基部の前記軸線方向の一側の端面と当接する第１当接部と、前記円筒部の前記軸線方向の他側の端部から半径方向と外側に延び、前記第２基部の前記軸線方向の他側の端面と当接する第２当接部と、を有する固定部を有し、

前記第１基部は、前記円筒部を介して、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合し、

前記第２基部は、前記円筒部を介して、前記支持部の前記外周部に

外側から嵌合し、

前記第１当接部及び前記第２当接部は、前記固定部を挿通するボルトによって固定されていて、

前記円筒部は、前記第１基部及び前記第２基部よりも硬度が低い材料で形成されている請求項１に記載の粉砕ローラ。

[請求項3] 前記第１部分と前記第２部分とは、前記第１基部に形成された孔と前記第２基部に形成された孔とが連通する直線状のボルト孔を挿通する締結具によって固定されている請求項１に記載の粉砕ローラ。

[請求項4] 前記第１基部は、前記第２基部と当接する第１当接面と、前記第１当接面から凹む第１凹部を有し、

前記第２基部は、前記第１基部の前記第１当接面と当接する第２当接面と、前記第２当接面から凹む第２凹部を有している請求項１から請求項３のいずれかに記載の粉砕ローラ。

[請求項5] 前記第１凹部及び前記第２凹部は、閉空間を形成し、

前記閉空間には前記第１外周部及び／又は前記第２外周部の摩耗を検出する検出部が設けられている請求項４に記載の粉砕ローラ。

[請求項6] 前記第１基部及び／又は前記第２基部は、前記支持部と当接する面から凹む係合凹部を有し、

前記支持部は、前記第１基部及び／又は前記第２基部と当接する面に、前記係合凹部内に収容されることで該係合凹部と係合する係合凸部を有している請求項１から請求項５のいずれかに記載の粉砕ローラ。

[請求項7] 請求項１から請求項６のいずれかに記載の粉砕ローラと、

回転し、前記粉砕ローラとの間に固体燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕する粉砕テーブルと、

前記粉砕ローラ及び前記粉砕テーブルを収容するハウジングと、を備える固体燃料粉砕装置。

[請求項8] ハウジングの内部に収容され、回転する粉砕テーブルとの間に固体

燃料を挟み込んで固体燃料を粉砕し、前記粉砕テーブルからの回転力を受けて連れ回る粉砕ローラの製造方法であって、

前記粉砕ローラは、

前記ハウジングに対して、回転中心軸線を中心として回転可能に支持される支持部と、

前記支持部の外周部に外側から嵌合し、前記粉砕テーブルとの間で固体燃料を粉砕する円環状のローラ部と、を備え、

前記ローラ部は、第１部分と、前記ローラ部の回転中心軸線が延在する方向である軸線方向に沿って前記第１部分と並んで配置され、前記第１部分に固定される第２部分と、を有し、

前記第１部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第１基部と、前記第１基部の外周面に設けられ前記第１基部よりも耐摩耗性が優れている第１外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも一側に設けられ、

前記第２部分は、前記支持部の前記外周部に外側から嵌合する第２基部と、前記第２基部の外周面に設けられ前記第２基部よりも耐摩耗性が優れている第２外周部と、を有し、前記軸線方向の中心線よりも他側に設けられていて、

前記第１部分を製造する工程と、

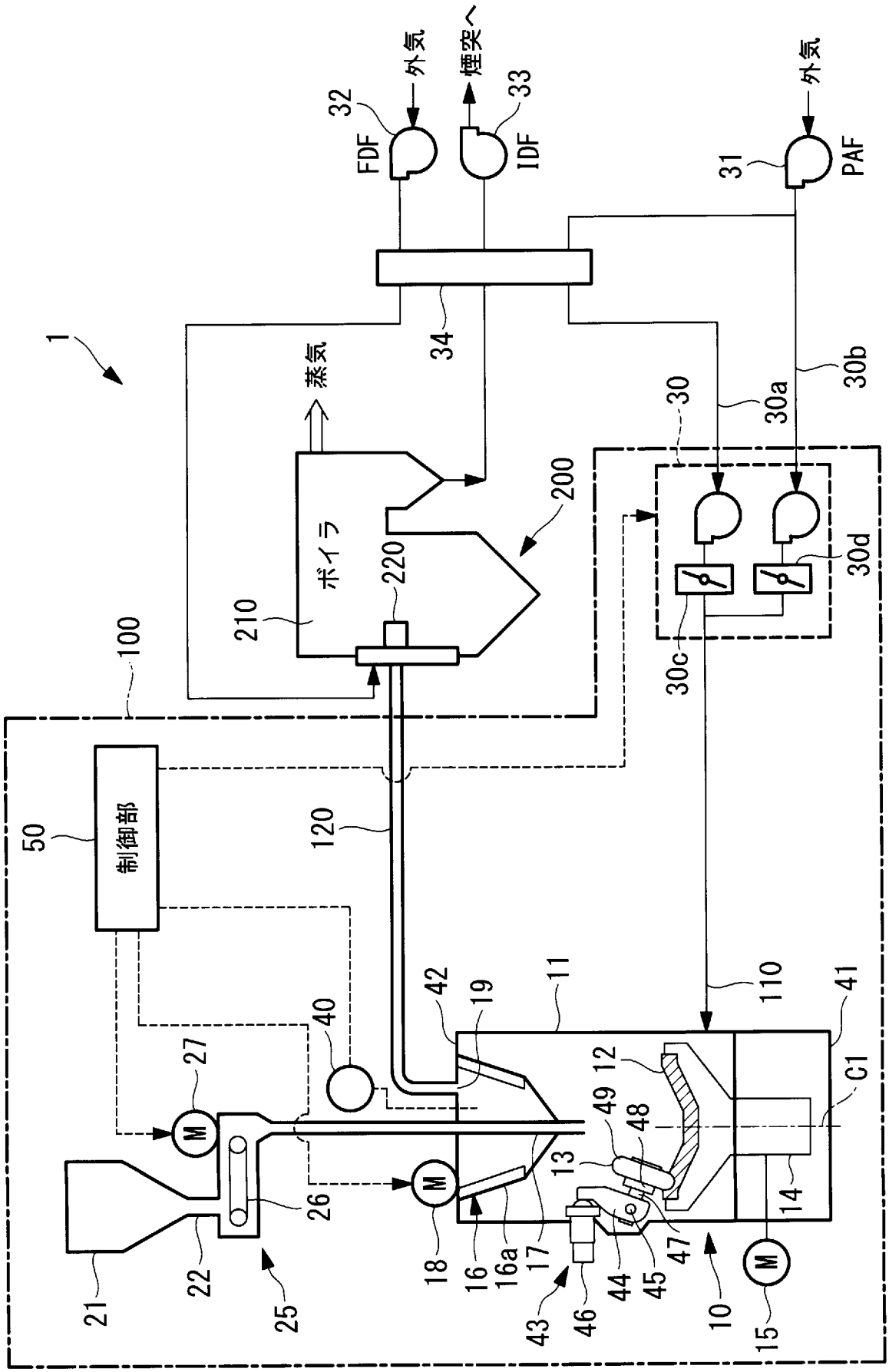
前記第２部分を製造する工程と、

前記第１部分と前記第２部分とを固定する工程と、を備える粉砕ローラの製造方法。

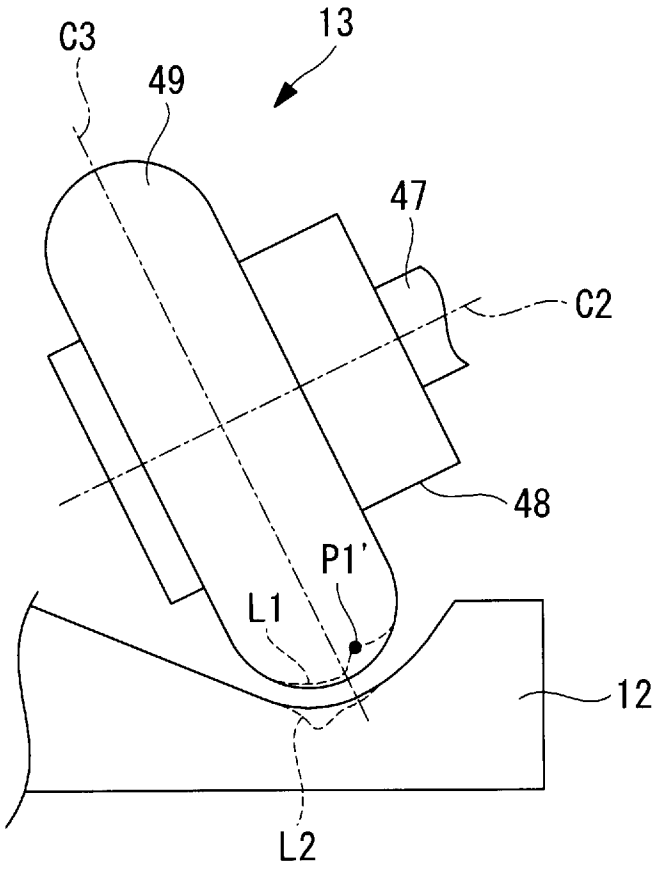
[請求項9] 前記第２部分を製造する工程及び前記第１部分と前記第２部分とを固定する工程は、前記第１部分を製造する工程で製造された前記第１部分を前記粉砕ローラに応じた形状の鋳型内に配置した状態で前記鋳型内に溶融した金属を流し込んだ後に溶融した金属を冷却することで前記第２部分を製造するとともに前記第１部分と前記第２部分とを一体的に固定する請求項８に記載の粉砕ローラの製造方法。

[請求項10] 前記第１部分は、前記第２部分側の面から突出する突出部を有している請求項９に記載の粉砕ローラの製造方法。

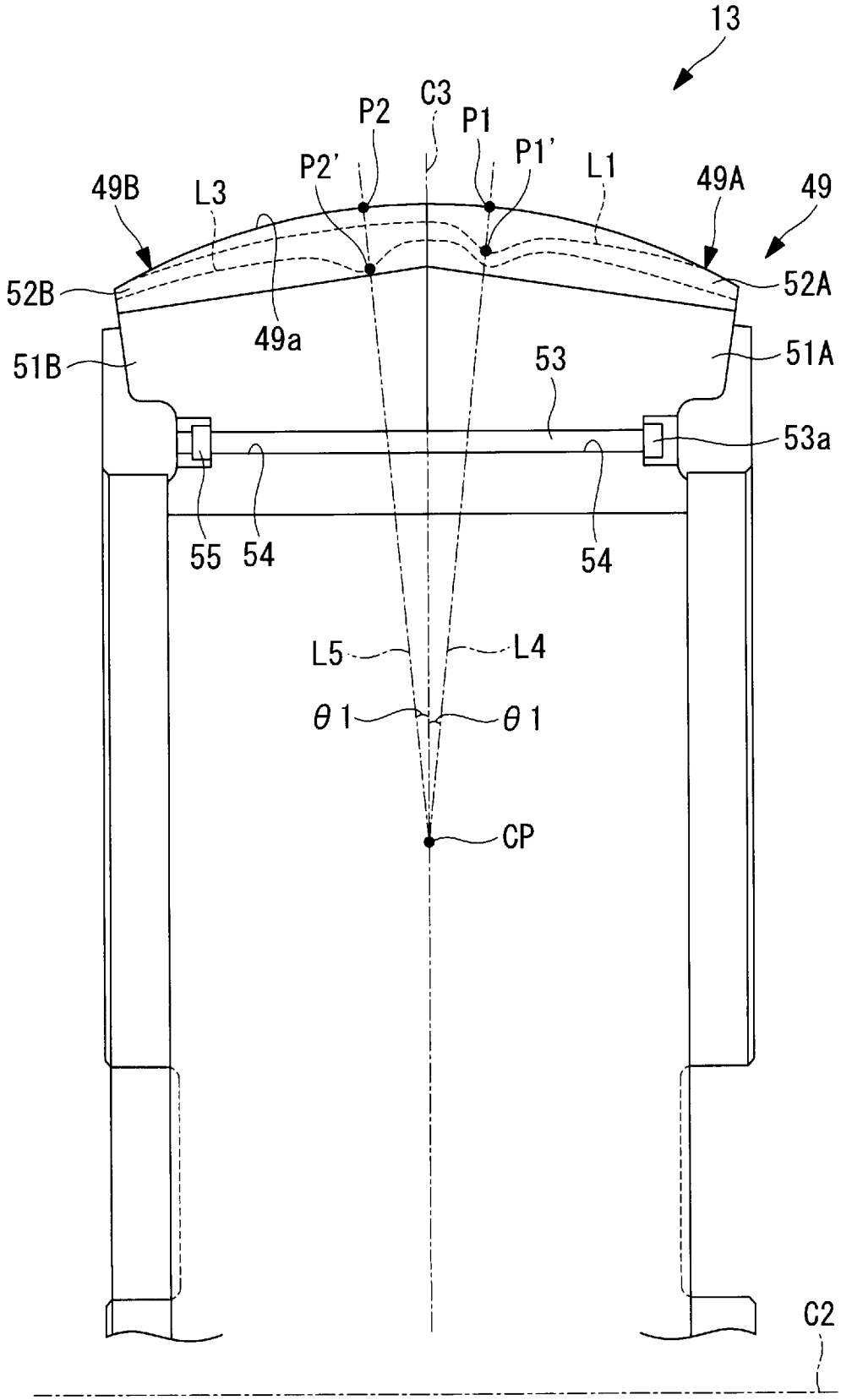
[図1]


外気
煙突へ
32
FDF
33
IDF
外気
31
PAF
1
34
蒸気
30
30a
30b
200
ボイラ
220
210
30d
30c
100
制御部
50
120
110
41
42
19
11
40
27
12
C1
49
48
13
14
26
18
16
16a
17
47
22
21
25
43
46
44
45
10
15

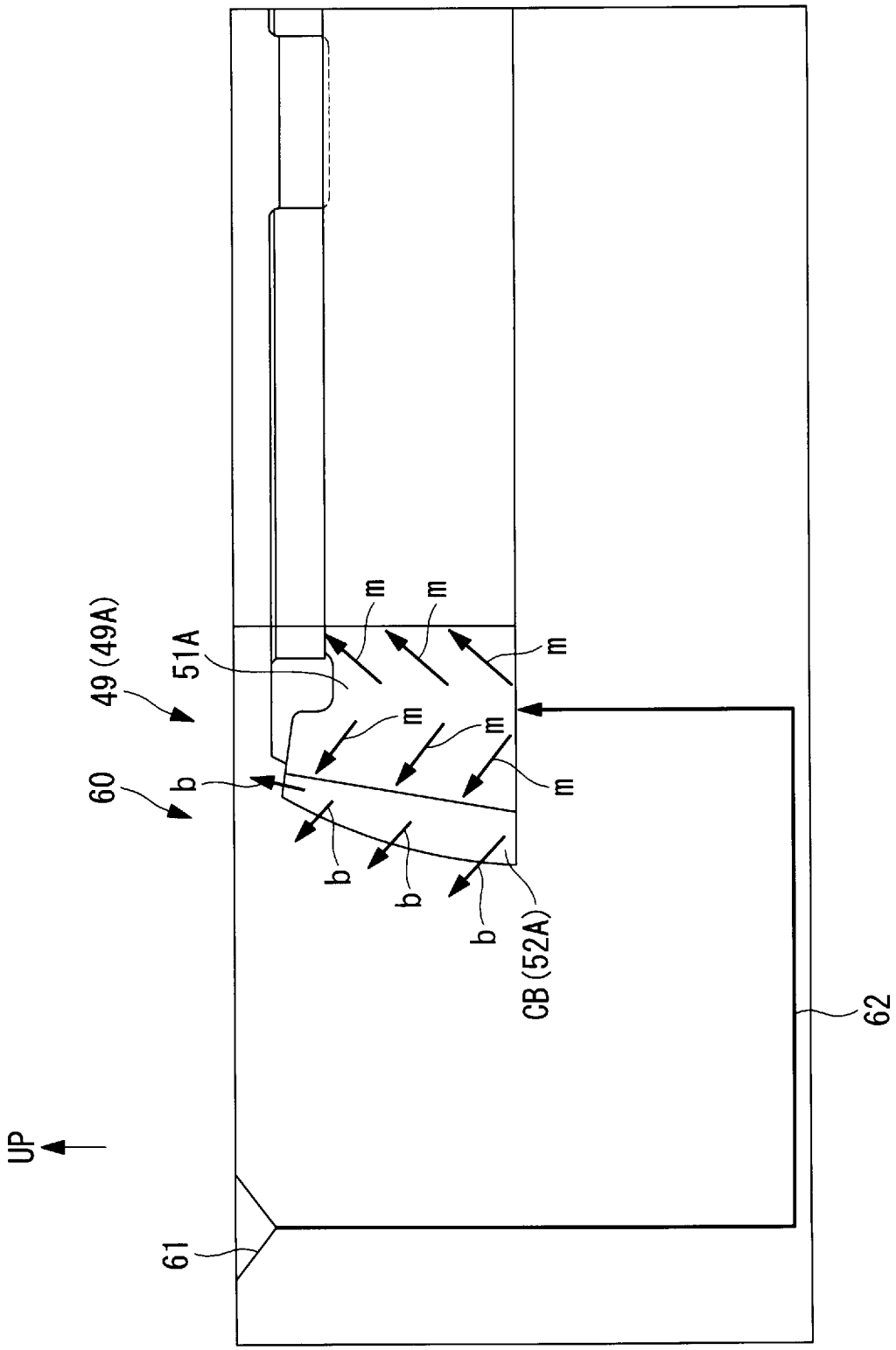
[図2]



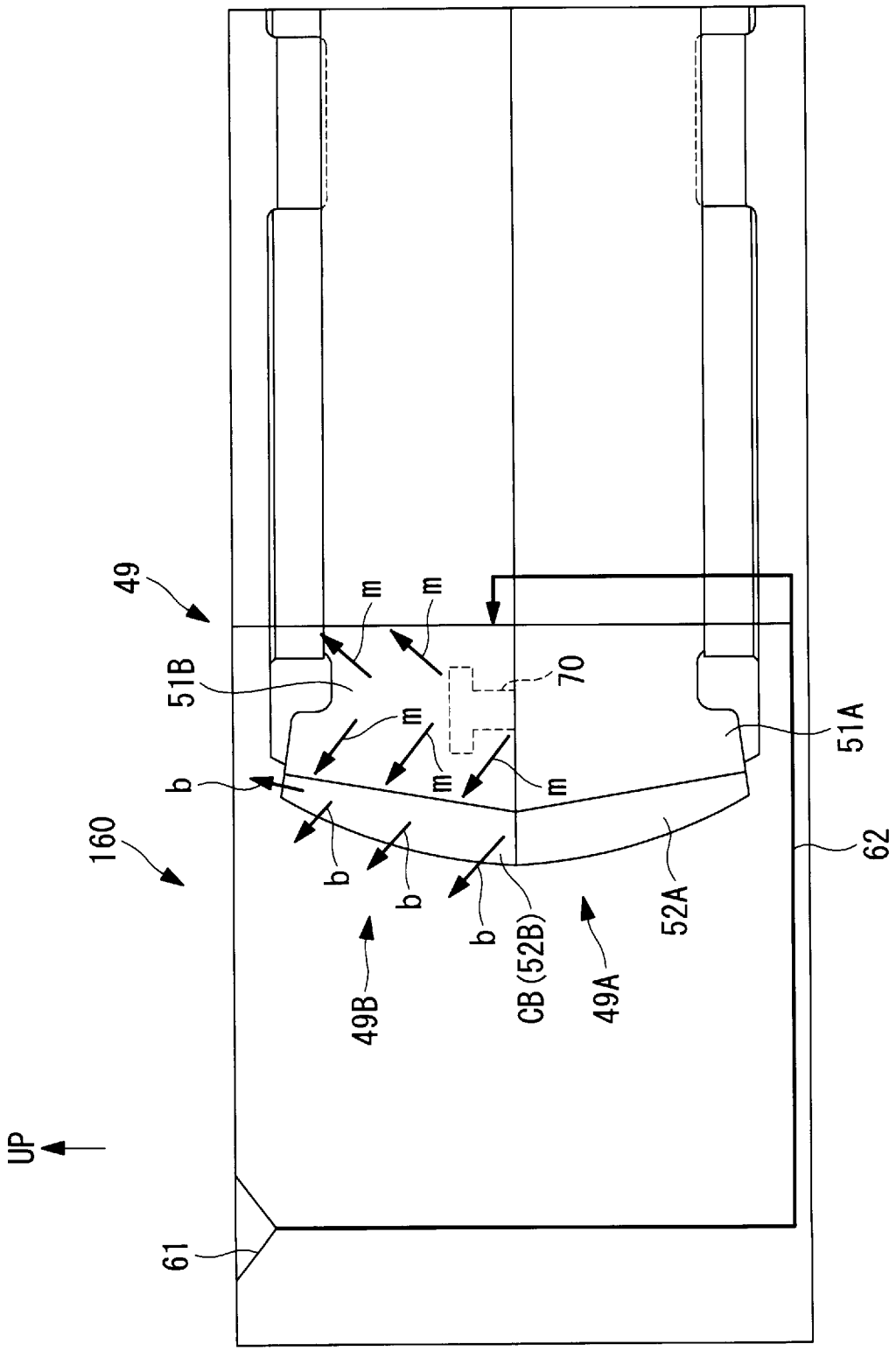
[図3]


13
C3
P2
P1
P2'
P1'
L1
49B
L3
49A
49
52B
52A
49a
51B
53
51A
53a
55
54
54
L5
L4
θ1
θ1
CP
C2

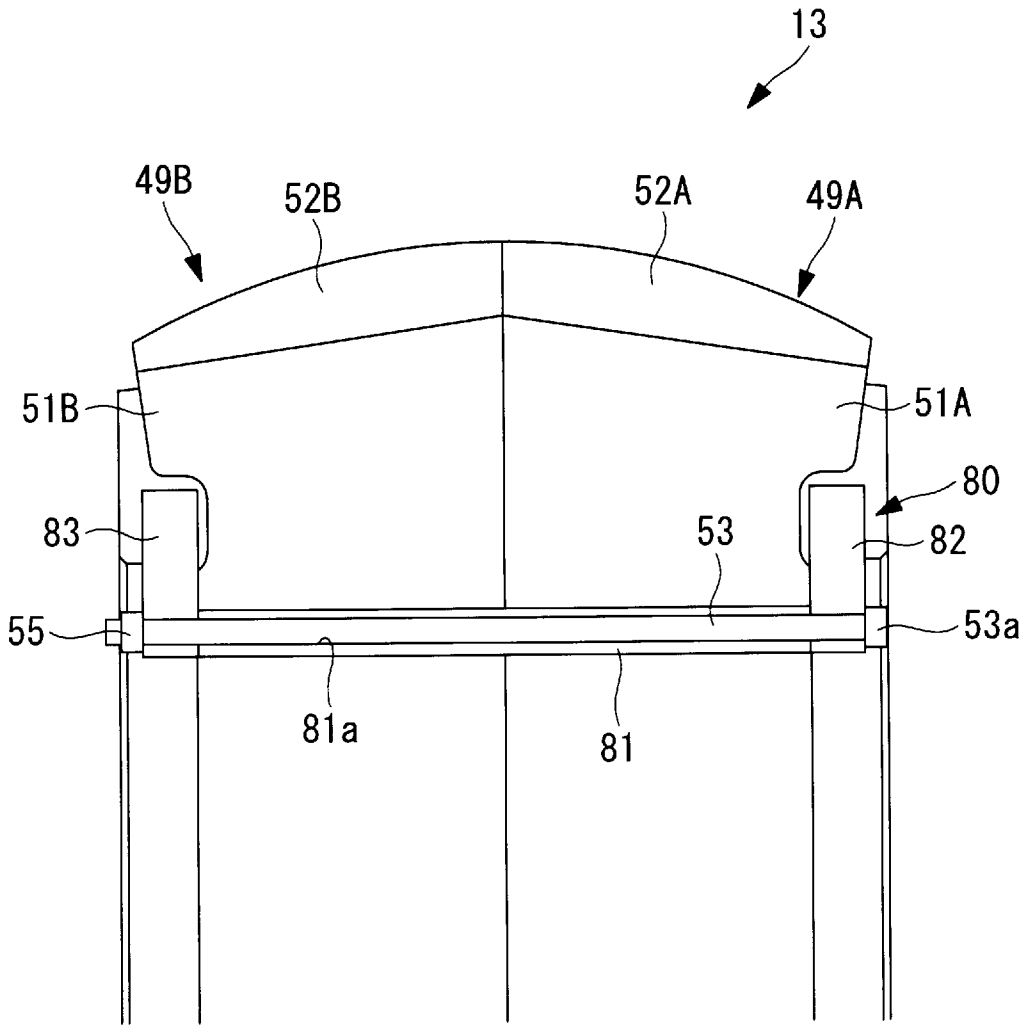
[図4]



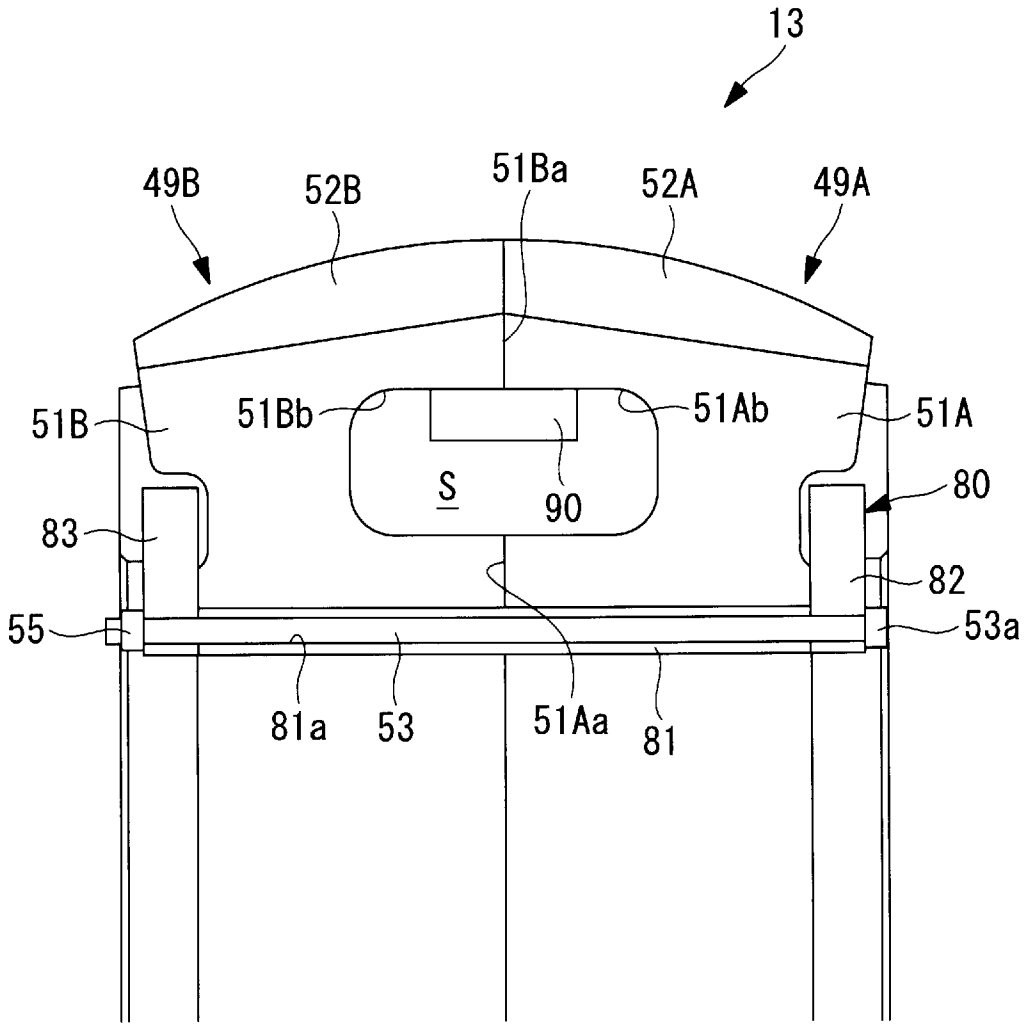
[図5]



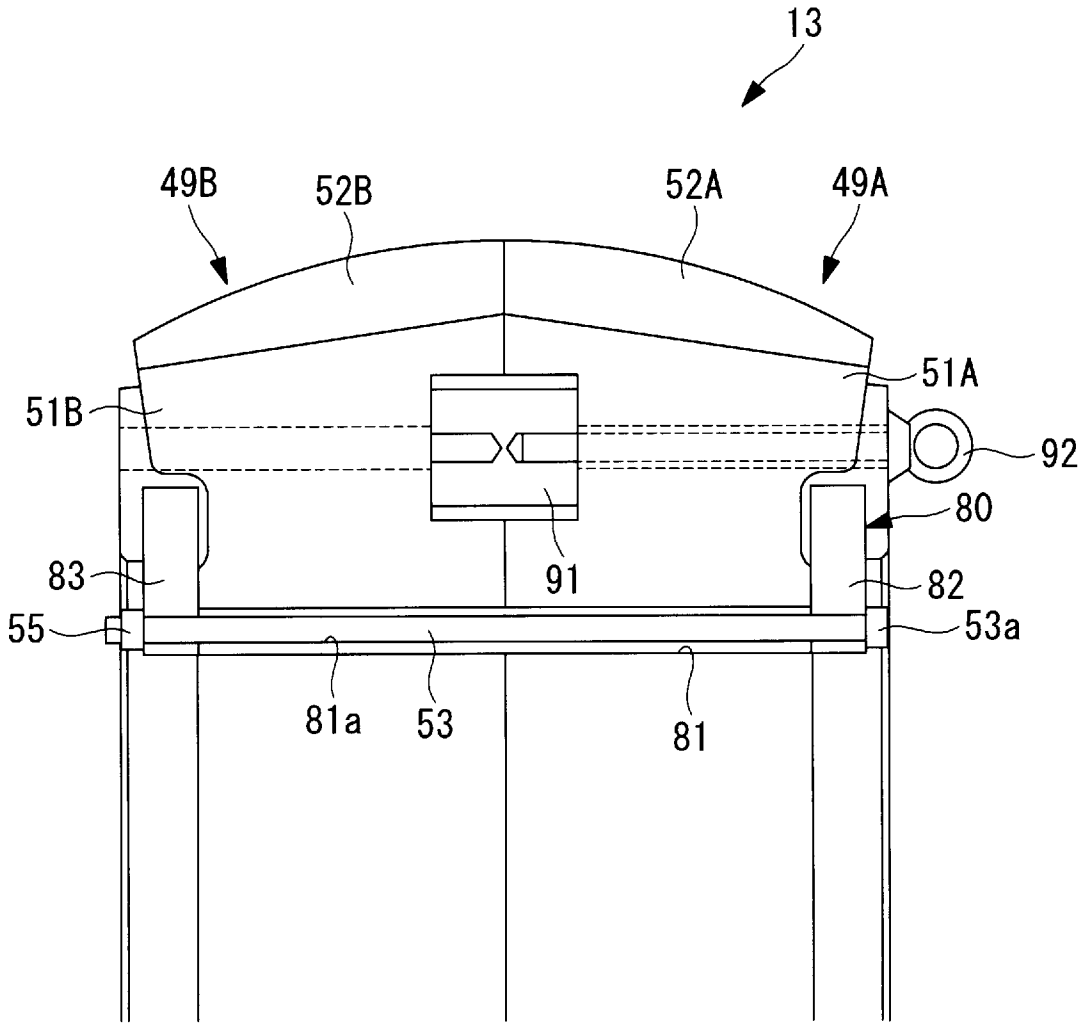
[図6]



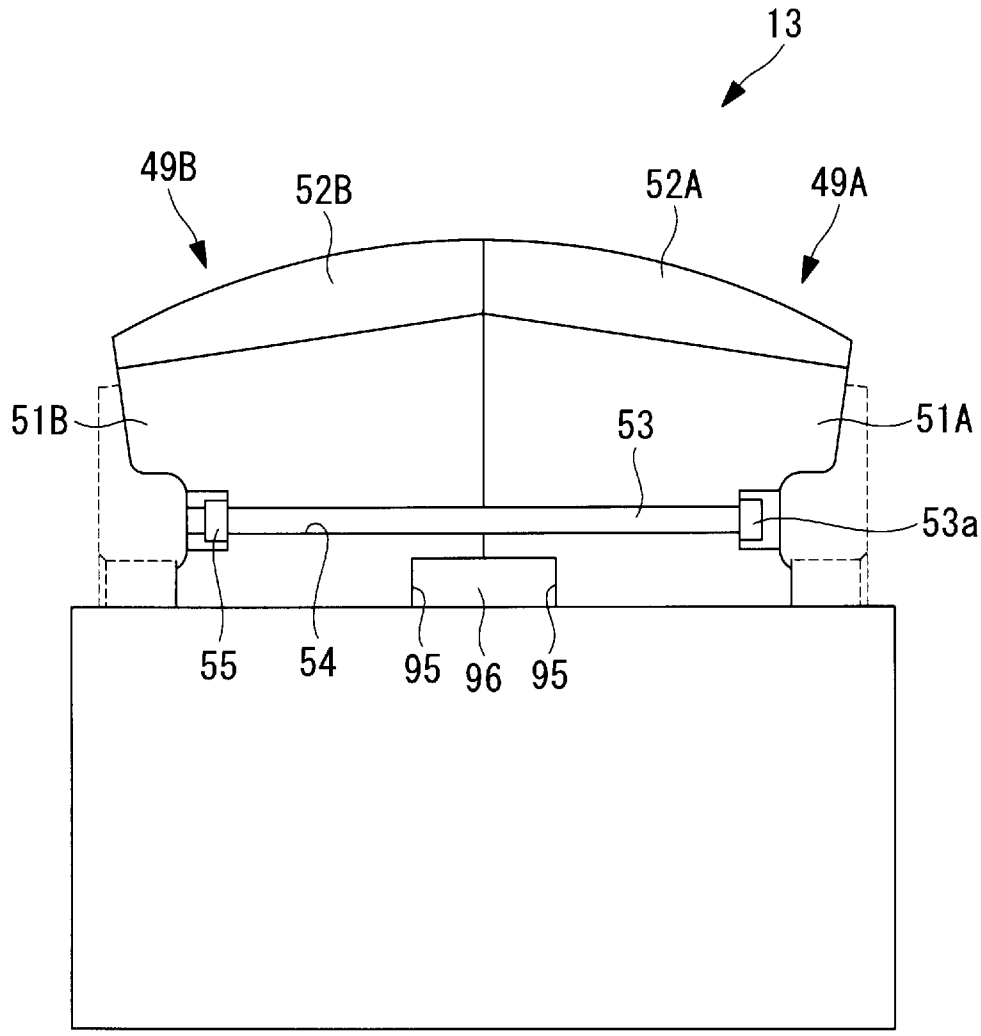
[図7]


13
49B
52B
51Ba
52A
49A
51B
51Bb
51Ab
51A
S
90
80
83
82
55
53a
81a
53
51Aa
81

[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/044274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B02C 15/04(2006.01)i
FI: B02C15/04 ZAB

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)

B02C1/00-7/18;B02C15/00-17/24

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
Y	JP 2003-190825 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD) 08 July 2003 (2003-07-08) fig. 1-3, description of explanations thereof	1-4, 6-8
A		5, 9-10
Y	JP 2016-179428 A (UBE MACHINERY CORP LTD) 13 October 2016 (2016-10-13) fig. 1, description of explanations thereof	1-4, 6-8
A		5, 9-10
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 034835/1991 (Laid-open No. 106632/1992) (UBE INDUSTRIES) 14 September 1992 (1992-09-14), fig. 1, description of explanations thereof	1-4, 6-8
A		5, 9-10
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 076950/1983 (Laid-open No. 184942/1984) (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD) 08 December 1984 (1984-12-08), fig. 3-6, description of explanations thereof	2-3

☑ 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
05 January 2023	**24 January 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/044274

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-130087 A (MITSUBISHI POWER LTD) 09 September 2021 (2021-09-09) entire text, all drawings	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/044274

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2003-190825 A	08 July 2003	(Family: none)	
JP 2016-179428 A	13 October 2016	(Family: none)	
JP 04-106632 U1	14 September 1992	(Family: none)	
JP 59-184942 U1	08 December 1984	(Family: none)	
JP 2021-130087 A	09 September 2021	WO 2021/166829 A1 the whole document	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/044274

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B02C 15/04(2006.01)i
FI: B02C15/04 ZAB

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））

B02C1/00-7/18;B02C15/00-17/24

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
Y	JP 2003-190825 A (石川島播磨重工業株式会社) 08.07.2003 (2003-07-08) 図１－３及びその説明箇所の記載	1-4,6-8
A		5,9-10
Y	JP 2016-179428 A (宇部興産機械株式会社) 13.10.2016 (2016-10-13) 図１及びその説明箇所の記載	1-4,6-8
A		5,9-10
Y	日本国実用新案登録出願03-034835号(日本国実用新案登録出願公開04-106632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（宇部興産株式会社）14.09.1992 (1992-09-14) 図１及びその説明箇所の記載	1-4,6-8
A		5,9-10
Y	日本国実用新案登録出願58-076950号(日本国実用新案登録出願公開59-184942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（石川島播磨重工業株式会社）08.12.1984 (1984-12-08) 第３－６図及びその説明箇所の記載	2-3
A	JP 2021-130087 A (三菱パワー株式会社) 09.09.2021 (2021-09-09) 全文、全図	1-10

☐ 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	国際調査報告の発送日
05.01.2023	24.01.2023

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）
太田　一平 4D 3841
電話番号 03-3581-1101 内線 3421

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/JP2022/044274

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2003-190825 A	08.07.2003	（ファミリーなし）	
JP 2016-179428 A	13.10.2016	（ファミリーなし）	
JP 04-106632 U1	14.09.1992	（ファミリーなし）	
JP 59-184942 U1	08.12.1984	（ファミリーなし）	
JP 2021-130087 A	09.09.2021	WO 2021/166829 A1 the whole document	