

(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
2017年8月17日(17.08.2017)



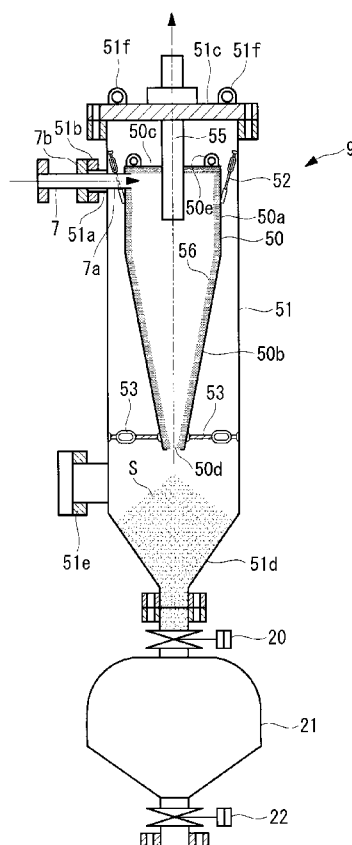
(10) 国際公開番号
WO 2017/138461 A1

- (51) 国際特許分類:
B04C 5/185 (2006.01) C10J 3/52 (2006.01)
B04C 5/085 (2006.01) F01K 23/10 (2006.01)
B04C 11/00 (2006.01) F02C 3/28 (2006.01)
C10J 3/46 (2006.01) F02C 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/004077
- (22) 国際出願日: 2017年2月3日(03.02.2017)
- (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 2016-022096 2016年2月8日(08.02.2016) 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: 中馬 文広(CHUMAN, Fumihito); 〒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 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, 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, 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.

[続葉有]

(54) Title: SLAG CYCLONE, GASIFICATION FACILITY, GASIFICATION COMPOUND POWER GENERATING FACILITY, METHOD FOR OPERATING SLAG CYCLONE, AND METHOD FOR MAINTAINING SLAG CYCLONE

(54) 発明の名称: スラグサイクロン、ガス化設備、ガス化複合発電設備、スラグサイクロンの運転方法およびスラグサイクロンのメンテナンス方法



(57) Abstract: This slag cyclone is provided with a cyclone body (50) into which a mixed fluid of water and pressurized slag is guided and which centrifugally separates the slag from the water, and a pressure container (51) for accommodating the cyclone body (50), an opening part (50d) provided vertically below the cyclone body (50) being opened inside the pressure container (51). A wear-resistant material (56) is provided on the inner peripheral surface of the cyclone body (50). A slag receiver (51d) for temporarily storing slag is provided to the pressure container (51), below the opening part (50d) of the cyclone body (50).

(57) 要約: 加圧されたスラグと水との混合流体が内部に導かれてスラグを水から遠心分離するサイクロン本体(50)と、サイクロン本体(50)を収容する圧力容器(51)とを備え、サイクロン本体(50)の鉛直下方に設けた開口部(50d)が圧力容器(51)内に開口している。サイクロン本体(50)の内周面には、耐磨耗材(56)が設けられている。圧力容器(51)には、サイクロン本体(50)の開口部(50d)の下方に、スラグを一時的に貯留するスラグレシーバ(51d)が設けられている。



(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))

明 細 書

発明の名称：

スラグサイクロン、ガス化設備、ガス化複合発電設備、スラグサイクロンの運転方法およびスラグサイクロンのメンテナンス方法

技術分野

[0001] 本発明は、加圧されたスラグと水との混合流体を遠心分離するスラグサイクロン、ガス化設備、ガス化複合発電設備、スラグサイクロンの運転方法およびスラグサイクロンのメンテナンス方法に関するものである。

背景技術

[0002] 石炭ガス化炉のコンバスタ部では、微粉炭とチャーの燃焼により高温ガス中で熔融スラグが生成され、この熔融スラグは、炉壁へ付着するとともに、スラグホールから底部のスラグホッパ内のスラグ冷却水へと落下する。スラグ冷却水によって熔融スラグは急冷され、ガラス状の水砕スラグとなる。石炭ガス化炉の圧力容器は、鉛直方向上端部にガス化炉で生成された生成ガスの排出口が形成される一方、下端部にスラグホッパ内の貯水へ落下したスラグを排出するスラグ排出口が形成されている。

[0003] 石炭ガス化炉から排出されて、スラグロックホッパにスラグ冷却水とスラグとのスラリーが貯蔵され、その後に分離タンクに搬送して、スラグ冷却水とスラグとをサイクロンによって遠心分離する（例えば特許文献1参照）。

供給されたスラリーをスラグ冷却水とスラグとに分離して、分離したスラグ冷却水を循環水として冷却タンクへ戻す。分離した水砕スラグはスラグ貯蔵タンクに払い出す。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5743093号公報（[0042]）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] スラグ冷却水（液体）とスラグとを分離するサイクロンは、高圧のスラグ冷却水とスラグとのスラリーを受け入れるために、圧力容器として肉厚が厚い剛強な構造が必要となる。ガラス状のスラグによる激しい磨耗のためにサイクロンを高頻度でメンテナンスする必要がある。

[0006] しかし、サイクロンが圧力容器として肉厚が厚い剛強な構造であるため、高頻度でのメンテナンスに支障を生じる場合がある。

サイクロンは、耐磨耗材料で保護するとしても、磨耗が激しくなったときには簡易に交換できるように、サイクロン本体の軽量化が望まれる。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、加圧されたスラグと液体（冷却水）との混合流体を遠心分離する場合であっても、サイクロン本体の軽量化が可能であり、メンテナンスが容易であるスラグサイクロン、ガス化設備、ガス化複合発電設備、スラグサイクロンの運転方法およびスラグサイクロンのメンテナンス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

[0008] 上記課題を解決するために、本発明のスラグサイクロン、ガス化設備、ガス化複合発電設備、スラグサイクロンの運転方法およびスラグサイクロンのメンテナンス方法は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明にかかるスラグサイクロンは、加圧されたスラグと液体との混合流体が内部に導かれてスラグを液体から遠心分離するサイクロン本体と、該サイクロン本体を収容する圧力容器とを備え、前記サイクロン本体の鉛直下方に設けたスラグ排出口が前記圧力容器内に開口していることを特徴とする。

[0009] 圧力容器内に収容されたサイクロン本体内に、加圧されたスラグと水との混合流体が導かれてスラグが水から遠心分離される。遠心分離されたスラグは、スラグ排出口から排出される。このスラグ排出口は、圧力容器内に開口しているので、サイクロン本体の内側と外側とが連通されることになり、サイクロン本体の内外は略同一の圧力となる。このように、サイクロン本体の

内側と外側との間には大きな差圧が発生しないので、サイクロン本体に耐圧構造を採用する必要がなくなる。これにより、加圧された混合流体を遠心分離する場合であっても、サイクロン本体の肉厚を薄くでき、軽量化およびコストダウンが可能となる。このように、サイクロン本体が軽量化されるので、メンテナンス時にサイクロン本体を交換する作業が容易となる。

加圧されたスラグと水との混合流体の圧力としては、例えば数MPaとされる。

[0010] さらに、本発明のスラグサイクロンでは、前記サイクロン本体の内周面には、耐摩耗材が設けられていることを特徴とする。

[0011] サイクロン本体の内周面は、スラグが衝突することによって摩耗が生じる。そこで、サイクロン本体の内周面に耐摩耗材を設けることとした。耐摩耗材としては、例えば、バサルタ材、セラミックス、耐摩耗肉盛、耐摩耗鋳鉄等を採用することができる。

サイクロン本体のスラグ排出口に近いほどスラグ密度が大きくなり摩耗が激しくなるので、スラグ排出口に近い領域ほど（例えばスラグ排出口が下端に位置する場合には下方ほど）耐摩耗材を他の領域よりも厚くすることが好ましい。

[0012] さらに、本発明のスラグサイクロンでは、前記圧力容器には、前記サイクロン本体の前記スラグ排出口の鉛直下方に、スラグを一時的に貯留するスラグレシーバが設けられていることを特徴とする。

[0013] 圧力容器にスラグレシーバを一体に設けることで、スラグ排出口から重力で排出されたスラグを一時的に貯留することができる。これにより、圧力容器の外部にスラグを一時的に貯留するためのビンを設ける必要がなくなり、構成が簡素となる。

[0014] さらに、本発明のスラグサイクロンでは、前記圧力容器の下方には、前記スラグレシーバからのスラグを受け入れるスラグ排出口クホッパと、該スラグ排出口クホッパと前記スラグレシーバとの間に設けられた加圧側開閉弁と、前記スラグ排出口クホッパと大気圧側搬出先との間に設けられた大

気圧側開閉弁とを備えている。

[0015] 加圧側開閉弁を開としかつ大気圧側開閉弁を閉とすることにより、スラグレシーバからスラグがスラグ排出ロックホッパへと導かれる。

大気側開閉弁を開としかつ加圧側開閉弁を閉とすることにより、スラグ排出ロックホッパから大気側の機器へとスラグが排出される。

このように、圧力容器の下方にスラグ排出ロックホッパを設けることにより、スラグレシーバに加圧状態で貯留されたスラグを、スラグ排出ロックホッパを介して大気側の出口へと排出することができる。

[0016] さらに、本発明のスラグサイクロンでは、前記サイクロン本体は、複数の吊下具を介して、前記圧力容器に対して吊り下げられ支持されていることを特徴とする。

[0017] サイクロン本体が吊下具（例えば吊り棒）を介して圧力容器に対して吊り下げて支持されているので、サイクロン本体をクレーンの吊り具などにより、容易に圧力容器外に取り外すことができる。

サイクロン本体の取り外しの際には、吊下具をそのまま利用してクレーン等によってサイクロン本体を吊り下げても良いし、吊下具とは別にサイクロン本体に取り外し時に用いる引っ掛け部（例えばラグ等）を設けて、この引っ掛け部にクレーンの吊り具を引っ掛けてサイクロン本体を吊り下げても良い。

[0018] さらに、本発明のスラグサイクロンでは、前記サイクロン本体と前記圧力容器との間には、該サイクロン本体の水平方向位置を規定する支持具が設けられていることを特徴とする。

[0019] サイクロン本体と圧力容器との間にサイクロン本体の水平方向位置を規定する支持具を設けることとしたので、圧力容器内に吊り下げられたサイクロン本体の水平方向位置を正しく規定して、例えばサイクロン本体の中心軸線を鉛直方向に合わせることができる。また、支持具によってサイクロン本体の水平方向の振動を抑えることができる。

[0020] さらに、本発明のスラグサイクロンでは、前記混合流体を前記サイクロン

本体に導く混合流体輸送配管を備え、該混合流体輸送配管は、前記圧力容器の外側から、該圧力容器および前記サイクロン本体に対して挿脱可能に差し込まれていることを特徴とする。

[0021] 混合流体輸送配管が圧力容器およびサイクロン本体に対して挿脱可能に差し込まれているので、メンテナンス時にサイクロン本体を圧力容器から取り外す際には、混合流体輸送配管をサイクロン本体から抜くことで、容易にサイクロン本体から混合流体輸送配管を分離することができる。

また、混合流体輸送配管を圧力容器の外側から挿入できるので、組立時の作業性が向上する。

さらに、圧力容器の外側でフランジ部等によってシールする構成とするのが好ましい。これにより、組立とシールを圧力容器の外側で同時に行うことができ、さらに作業性が向上する。

[0022] 本発明のガス化設備は、炭素含有固体燃料を燃焼・ガス化することで生成ガスを生成するガス化炉装置と、該ガス化炉装置にて生成されたスラグを液体から遠心分離する上記のいずれかに記載のスラグサイクロンを備えていることを特徴とする。

[0023] 上記のスラグサイクロンを備えているので、スラグサイクロンのメンテナンス性に優れたガス化設備を提供することができる。

[0024] 本発明のガス化複合発電設備は、炭素含有固体燃料を燃焼・ガス化することで生成ガスを生成するガス化炉装置と、該ガス化炉装置にて生成されたスラグを液体から遠心分離する上記のいずれかに記載のスラグサイクロンと、前記ガス化炉装置で生成した前記生成ガスの少なくとも一部を燃焼させることで回転駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排出されるタービン排ガスを導入する排熱回収ボイラで生成した蒸気を含む蒸気により回転駆動する蒸気タービンと、前記ガスタービンおよび前記蒸気タービンと連結された発電機とを備えたことを特徴とする。

[0025] 本発明のスラグサイクロンの運転方法は、圧力容器内に収容されたサイクロン本体内に、加圧されたスラグと液体との混合流体を導入して遠心分離を

行い、前記サイクロン本体のスラグ排出口から、遠心分離されたスラグを前記圧力容器内に排出することを特徴とする。

[0026] 圧力容器内に収容されたサイクロン本体内に、加圧されたスラグと水との混合流体が導かれてスラグが水から遠心分離される。遠心分離されたスラグは、スラグ排出口から圧力容器内に排出される。このスラグ排出口は、圧力容器内に開口しているので、サイクロン本体の内側と外側とが連通されることになり、サイクロン本体の内外は略同一の圧力となる。このように、サイクロン本体の内側と外側との間には大きな差圧が発生しないので、サイクロン本体に耐圧構造を採用する必要がなくなる。これにより、加圧された混合流体を遠心分離する場合であっても、サイクロン本体の肉厚を薄くでき、軽量化およびコストダウンが可能となる。このように、サイクロン本体が軽量化されるので、メンテナンス時にサイクロン本体を交換する作業が容易となる。

加圧されたスラグと水との混合流体の圧力としては、例えば数MPaとされる。

[0027] 本発明のスラグサイクロンのメンテナンス方法は、加圧されたスラグと液体との混合流体が内部に導かれてスラグを液体から遠心分離するサイクロン本体と、該サイクロン本体を収容する圧力容器とを備え、前記サイクロン本体のスラグ排出口が前記圧力容器内に開口しているスラグサイクロンのメンテナンス方法であって、前記圧力容器の鉛直上方を開放する工程と、吊り具によって前記サイクロン本体を吊り下げる工程と、前記吊り具によって吊り下げた前記サイクロン本体を、前記圧力容器の外部へと取り出す工程とを有することを特徴とする。

[0028] 圧力容器の鉛直上方からサイクロン本体を吊り下げることによって、サイクロン本体を圧力容器から取り出すことができるので、容易にメンテナンスを行うことができる。

発明の効果

[0029] 圧力容器内にサイクロン本体を収容することにより、サイクロン本体の内

外に大きな圧力差を加えない構成としたので、加圧されたスラグと水との混合流体を遠心分離する場合であっても、サイクロン本体の軽量化が可能であり、メンテナンスが容易となる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明の一実施形態に係るスラグサイクロンが適用される I G C C のガス化設備を示した概略構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るスラグサイクロンを示した縦断面図である。

[図3]図 2 のスラグサイクロンの運転を示したタイミングチャートである。

[図4A]図 2 のスラグサイクロンのメンテナンス工程のうち上部蓋体を取り外した状態を示した図である。

[図4B]図 2 のスラグサイクロンのメンテナンス工程のうちサイクロン本体を吊り上げた状態を示した図である。

[図4C]図 2 のスラグサイクロンのメンテナンス工程のうちサイクロン本体を仮置き架台に配置する状態を示した図である。

[図4D]図 2 のスラグサイクロンのメンテナンス工程のうちサイクロン本体を仮置き架台に設置した後の状態を示した図である。

[図5A]図 4 A のメンテナンス工程の変形例を示した図である。

[図5B]図 4 C のメンテナンス工程の変形例を示した図である。

[図5C]図 4 D のメンテナンス工程の変形例を示した図である。

[図6]本発明の一実施形態に係るスラグサイクロンが適用された石炭ガス化複合発電設備を示した概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下に、本発明にかかる一実施形態について、図面を参照して説明する。

[0032] 図 6 には、本実施形態に係るガス化炉装置を適用した石炭ガス化複合発電設備が示されている。

本実施形態に係るガス化炉 3 が適用される石炭ガス化複合発電設備（I G C C : Integrated Coal Gasification Combined Cycle）1 1 0 は、空気を酸化剤として用いており、ガス化炉 3 において、燃料から生成ガスを生成

する空気燃焼方式を採用している。そして、石炭ガス化複合発電設備 110 は、ガス化炉 3 で生成した生成ガスを、ガス精製装置 116 で精製して燃料ガスとした後、ガスタービン設備 117 に供給して発電を行っている。すなわち、石炭ガス化複合発電設備 110 は、空気燃焼方式（空気吹き）の発電設備となっている。ガス化炉 3 に供給する燃料としては、例えば、石炭等の炭素含有固体燃料が用いられる。

[0033] 石炭ガス化複合発電設備（ガス化複合発電設備）110 は、図 1 に示すように、給炭装置 111 と、ガス化炉 3 と、チャー回収装置 115 と、ガス精製装置 116 と、ガスタービン設備 117 と、蒸気タービン設備 118 と、発電機 119 と、排熱回収ボイラ（HRSG: Heat Recovery Steam Generator）120 とを有している。

[0034] 給炭装置 111 は、原炭として炭素含有固体燃料である石炭が供給され、石炭を石炭ミル（図示略）などで粉砕することで、細かい粒子状に粉砕した微粉炭を製造する。給炭装置 111 で製造された微粉炭は、後述する空気分離装置 142 から供給される搬送用イナータガスとしての窒素ガスによって加圧してガス化炉 3 へ向けて供給される。イナータガスとは、酸素含有率が約 5 体積%以下の不活性ガスであり、窒素ガスや二酸化炭素ガスやアルゴンガスなどが代表例であるが、必ずしも約 5 %以下に制限されるものではない。

[0035] ガス化炉 3 は、給炭装置 111 で製造された微粉炭が供給されると共に、チャー回収装置 115 で回収されたチャー（石炭の未反応分と灰分）が戻されて再利用可能に供給されている。

[0036] ガス化炉 3 には、ガスタービン設備 117（圧縮機 161）からの圧縮空気供給ライン 141 が接続されており、ガスタービン設備 117 で圧縮された圧縮空気の一部がガス化炉 3 に供給可能となっている。空気分離装置 142 は、大気中の空気から窒素と酸素を分離生成するものであり、第 1 窒素供給ライン 143 によって空気分離装置 142 とガス化炉 3 とが接続されている。そして、この第 1 窒素供給ライン 143 には、給炭装置 111 からの給

炭ライン 1 1 1 a が接続されている。第 1 窒素供給ライン 1 4 3 から分岐する第 2 窒素供給ライン 1 4 5 もガス化炉 3 に接続されており、この第 2 窒素供給ライン 1 4 5 には、チャー回収装置 1 1 5 からのチャー戻しライン 1 4 6 が接続されている。更に、空気分離装置 1 4 2 は、酸素供給ライン 1 4 7 によって、圧縮空気供給ライン 1 4 1 と接続されている。そして、空気分離装置 1 4 2 によって分離された窒素は、第 1 窒素供給ライン 1 4 3 及び第 2 窒素供給ライン 1 4 5 を流通することで、石炭やチャーの搬送用ガスとして利用される。空気分離装置 1 4 2 によって分離された酸素は、酸素供給ライン 1 4 7 及び圧縮空気供給ライン 1 4 1 を流通することで、ガス化炉 3 において酸化剤として利用される。

[0037] ガス化炉 3 は、例えば、2 段噴流床形式のガス化炉を有している。ガス化炉 3 は、内部に供給された石炭（微粉炭）およびチャーを酸化剤（空気、酸素）により部分燃焼させることでガス化させ可燃性ガスを生成する。ガス化炉 3 には、微粉炭に混入した異物（スラグ）を除去する異物除去装置 1 4 8 が設けられている。そして、このガス化炉 3 には、チャー回収装置 1 1 5 に向けて可燃性ガスを供給するガス生成ライン 1 4 9 が接続されており、チャーを含む可燃性ガスが排出可能となっている。この場合、ガス生成ライン 1 4 9 にシンガスクーラ（ガス冷却器）を設けることで、可燃性ガスを所定温度まで冷却してからチャー回収装置 1 1 5 に供給してもよい。

[0038] チャー回収装置 1 1 5 は、集塵装置 1 5 1 と供給ホッパ 1 5 2 とを有している。この場合、集塵装置 1 5 1 は、1 つまたは複数のサイクロンやポーラスフィルタにより構成され、ガス化炉 3 で生成された可燃性ガスに含有するチャーを分離することができる。そして、チャーが分離された可燃性ガスは、ガス排出ライン 1 5 3 を通してガス精製装置 1 1 6 に送られる。供給ホッパ 1 5 2 は、集塵装置 1 5 1 で可燃性ガスから分離されたチャーを貯留するものである。集塵装置 1 5 1 と供給ホッパ 1 5 2 との間にピンを配置し、このピンに複数の供給ホッパ 1 5 2 を接続するように構成してもよい。そして、供給ホッパ 1 5 2 からのチャー戻しライン 1 4 6 が第 2 窒素供給ライン 1

45に接続されている。

[0039] ガス精製装置116は、チャー回収装置115によりチャーが分離された可燃性ガスに対して、硫黄化合物や窒素化合物などの不純物を取り除くことで、ガス精製を行うものである。そして、ガス精製装置116は、可燃性ガスを精製して燃料ガスを製造し、これをガスタービン設備117に供給する。チャーが分離された可燃性ガス中にはまだ硫黄分（ H_2S など）が含まれているため、このガス精製装置116では、アミン吸収液によって硫黄分を除去回収して、有効利用する。

[0040] ガスタービン設備117は、圧縮機161、燃焼器162、タービン163を有しており、圧縮機161とタービン163とは、回転軸164により連結されている。燃焼器162には、圧縮機161からの圧縮空気供給ライン165が接続されると共に、ガス精製装置116からの燃料ガス供給ライン166が接続され、また、タービン163に向かって延びる燃焼ガス供給ライン167が接続されている。また、ガスタービン設備117は、圧縮機161からガス化炉3に延びる圧縮空気供給ライン141が設けられており、中途部に昇圧機168が設けられている。従って、燃焼器162では、圧縮機161から供給された圧縮空気の一部とガス精製装置116から供給された燃料ガスの少なくとも一部とを混合して燃焼させることで燃焼ガスが発生させ、発生させた燃焼ガスをタービンへ向けて供給する。そして、タービン163は、供給された燃焼ガスにより回転軸164を回転駆動させることで発電機119を回転駆動させる。

[0041] 蒸気タービン設備118は、ガスタービン設備117の回転軸164に連結されるタービン169を有しており、発電機119は、この回転軸164の基端部に連結されている。排熱回収ボイラ120は、ガスタービン設備117（タービン163）からの排ガスライン170が接続されており、給水と排ガスとの間で熱交換を行うことで、蒸気を生成するものである。そして、排熱回収ボイラ120は、蒸気タービン設備118のタービン169との間に蒸気供給ライン171が設けられると共に蒸気回収ライン172が設け

られ、蒸気回収ライン１７２に復水器１７３が設けられている。また、排熱回収ボイラ１２０で生成する蒸気には、シンガスクーラで生成ガスと熱交換して生成された蒸気を排熱回収ボイラ１２０で更に熱交換したもの含んでもよい。従って、蒸気タービン設備１１８では、排熱回収ボイラ１２０から供給された蒸気によりタービン１６９が回転駆動し、回転軸１６４を回転駆動させることで発電機１１９を回転駆動させる。

[0042] そして、排熱回収ボイラ１２０の出口から煙突１７５までには、浄化装置１７４を備えている。

[0043] 次に、上記構成の石炭ガス化複合発電設備１１０の作動について説明する。

本実施形態の石炭ガス化複合発電設備１１０において、給炭装置１１１に原炭（石炭）が供給されると、石炭は、給炭装置１１１において細かい粒子状に粉砕されることで微粉炭となる。給炭装置１１１で製造された微粉炭は、空気分離装置１４２から供給される窒素により第１窒素供給ライン１４３を流通してガス化炉３に供給される。また、後述するチャー回収装置１１５で回収されたチャーが、空気分離装置１４２から供給される窒素により第２窒素供給ライン１４５を流通してガス化炉３に供給される。更に、後述するガスタービン設備１１７から抽気された圧縮空気が昇圧機１６８で昇圧された後、空気分離装置１４２から供給される酸素と共に圧縮空気供給ライン１４１を通してガス化炉３に供給される。

[0044] ガス化炉３では、供給された微粉炭及びチャーが圧縮空気（酸素）により燃焼し、微粉炭及びチャーがガス化することで、可燃性ガス（生成ガス）を生成する。そして、この可燃性ガスは、ガス化炉３からガス生成ライン１４９を通して排出され、チャー回収装置１１５に送られる。

[0045] このチャー回収装置１１５にて、可燃性ガスは、まず、集塵装置１５１に供給されることで、可燃性ガスに含有する微粒のチャーが分離される。そして、チャーが分離された可燃性ガスは、ガス排出ライン１５３を通してガス精製装置１１６に送られる。一方、可燃性ガスから分離した微粒チャーは、

供給ホッパ 152 に堆積され、チャー戻しライン 146 を通ってガス化炉 3 に戻されてリサイクルされる。

[0046] チャー回収装置 115 によりチャーが分離された可燃性ガスは、ガス精製装置 116 にて、硫黄化合物や窒素化合物などの不純物を取り除かれてガス精製され、燃料ガスが製造される。圧縮機 161 が圧縮空気を生成して燃焼器 162 に供給する。この燃焼器 162 は、圧縮機 161 から供給される圧縮空気と、ガス精製装置 116 から供給される燃料ガスとを混合し、燃焼することで燃焼ガスを生成する。この燃焼ガスによりタービン 163 を回転駆動することで、回転軸 164 を介して圧縮機 161 及び発電機 119 を回転駆動する。このようにして、ガスタービン設備 117 は発電を行うことができる。

[0047] そして、排熱回収ボイラ 120 は、ガスタービン設備 117 におけるタービン 163 から排出された排気ガスと給水とで熱交換を行うことにより蒸気を生成し、この生成した蒸気を蒸気タービン設備 118 に供給する。蒸気タービン設備 118 では、排熱回収ボイラ 120 から供給された蒸気によりタービン 169 を回転駆動することで、回転軸 164 を介して発電機 119 を回転駆動し、発電を行うことができる。

ガスタービン設備 117 と蒸気タービン設備 118 は同一軸として 1 つの発電機 119 を回転駆動しなくてもよく、別の軸として複数の発電機を回転駆動しても良い。

[0048] その後、ガス浄化装置 174 では排熱回収ボイラ 120 から排出された排気ガスの有害物質が除去され、浄化された排ガスが煙突 175 から大気へ放出される。

[0049] 次に、図 6 に示した異物除去装置 148 の詳細について説明する。

ガス化炉 3 は、内側容器（ガス化炉壁）3a と、この内側容器 3a の周囲を包囲する外側容器（ガス化炉圧力容器）3b とを備えている。外側容器 3b は、圧力容器となっており、内部圧力は、例えば数 MPa とされている。

内側容器 3a には、一部の微粉炭を燃焼させてガス化反応に必要な熱量を

得るコンバスタ 3 c と、コンバスタ 3 c からの熱量を得て微粉炭をガス化するリダクタ 3 d とが上下二段に配置されている。

[0050] ガス化炉 3 の底部には、図 1 に示すように、スラグホッパ 5 が設けられている。スラグホッパ 5 内には、冷却水（液体）が貯留されており、コンバスタ 3 c 及びリダクタ 3 d にて微粉炭から生じたスラグを受容するようになっている。

[0051] スラグホッパ 5 には、スラグホッパ 5 内に受容したスラグをガス化炉 3 の系外へ排出するスラグ排出ライン（混合流体輸送配管） 7 が接続されている。スラグ排出ライン 7 の上流端はスラグ取水口 3 9 とされ、スラグホッパ 5 内のスラグを冷却水とともに吸い込むようになっている。スラグ排出ライン 7 の下流端はスラグサイクロン 9 に接続されている。このスラグサイクロン 9 によって、冷却水とスラグとが遠心分離される。スラグ排出ライン 7 の中途位置には、スラグサイクロン入口弁 1 1 が設けられている。

[0052] スラグサイクロン 9 は、ガス化炉 3 の側方に、かつ、ガス化炉 3 の底部（スラグホッパ 5 の底部）よりも鉛直方向に高い高さ位置に配置されている。すなわち、スラグサイクロン 9 は、ガス化炉 3 の直下には配置されていない。これにより、ガス化炉 3 およびスラグサイクロン 9 を含む設備の高さが低減できるようになっている。

スラグサイクロン 9 の下方とされた下流側には、スラグサイクロン出口弁（加圧側開閉弁） 2 0 を介して、スラグ排出ロックホッパ 2 1 が設けられている。スラグ排出ロックホッパ 2 1 の鉛直方向下方とされた下流側には、スラグ排出ロックホッパ出口弁（大気圧側開閉弁） 2 2 が設けられている。

スラグサイクロン出口弁 2 0 とスラグ排出ロックホッパ出口弁 2 2 を用いることによって、加圧状態のスラグサイクロン 9 からスラグ排出ロックホッパ 2 1 にスラグを受け入れた後に、スラグ排出ロックホッパ 2 1 よりも下流側の常圧（大気圧）とされたスラグ搬送設備へとスラグ排出ロックホッパ 2 1 からスラグを排出することができるようになっている。

[0053] スラグサイクロン 9 とスラグホッパ 5 との間には、注水ライン 1 3 が接続

されている。この注水ライン１３によって、スラグサイクロン９にて遠心分離された冷却水がスラグホッパ５へと返送されて放水口４０から注水されるようになっている。注水ライン１３には、その中途位置に、冷却水流れの上流側から順に、スラグホッパ注水弁１５と、冷却水から異物を除去するためのストレーナ１７と、冷却水をスラグホッパ５へと押し込むための注水ポンプ１９とが設けられている。このように注水ポンプ１９によって冷却水をスラグホッパ５へ押し込むことで、スラグ排出ライン７にスラグサイクロン９へと向かう冷却水の流れが形成されるようになっている。

[0054] スラグ排出口ホッパ２１の下流には、スラグ排出口ホッパ出口弁２２を介して、分配器２３と、脱水槽２５とが設けられている。脱水槽２５に貯留されたスラグは、車両等を利用して他のスラグ処理設備へと移送される。

[0055] スラグサイクロン出口弁２０及びスラグ排出口ホッパ出口弁２２等の各弁や注水ポンプ１９等の各機器は、図示しない制御部によって動作が制御されるようになっている。

制御部は、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等を読み出して、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。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。

[0056] 図１では、ガス化炉３やスラグサイクロン９等と設置面Ｇとの間に支持構造体が表示されていないが、これは理解を容易にするために省略しているだけ

であって、もちろん実際にはガス化炉 3 やスラグサイクロン 9 等は設置面 G 上に支持構造体を用いて各々が支持される。

[0057] 図 2 には、スラグサイクロン 9 の具体的構成が示されている。

スラグサイクロン 9 は、サイクロン本体 50 と、サイクロン本体 50 の全体を収容する圧力容器 51 とを備えている。このように、圧力容器 51 を外筒とし、サイクロン本体 50 を内筒とした二重構造を採用している。

[0058] サイクロン本体 50 は、中心軸線を鉛直上下方向に延在して設けられた中空形状とされた筒体とされている。サイクロン本体 50 は、円筒形状とされた筒部 50a と、筒部 50a の下端に接続され、下方に向けて先細り形状とされた円錐台形状のテーパ部 50b とを有している。

[0059] サイクロン本体 50 の筒部 50a の側壁には、スラグ排出ライン 7 の下流端 7a が、スラグと冷却水との混合流体が漏れないようシール性を維持しながら挿脱可能に差し込まれて固定されている。スラグ排出ライン 7 により、下流端 7a の開口からサイクロン本体 50 内にスラグと冷却水との混合流体が導入され、この混合流体がサイクロン本体 50 の中心軸線回りに旋回されて、スラグと冷却水とが遠心分離されるようになっている。

スラグ排出ライン 7 の下流端 7a 近傍の上流側には、接続用フランジ 7b が固定されている。この接続用フランジ 7b に対応するように、圧力容器 51 の側部にスラグ排出ライン 7 の外周を覆うように設けた接続用パイプ 51a の端部に、接続用フランジ 51b が設けられている。これら接続用フランジ 7b, 51b 同士を接続することにより、スラグ排出ライン 7 が圧力容器 51 に対して液密状態でシールされるようになっている。

[0060] サイクロン本体 50 の筒部 50a の周囲には、複数の吊下具 52 の一端がボルトや溶接等によって固定されている。吊下具 52 は、例えば、吊り棒とターンバックルとを備えており、吊り棒に対してターンバックルを回転させることで全長の長さが調節できる構成とされている。各吊下具 52 の他端は、圧力容器 51 の内壁にボルト等によって固定されている。これら吊下具 52 によって、サイクロン本体 50 が圧力容器 51 に対して吊り下げられ、好

ましくはサイクロン本体 50 の中心軸線が圧力容器 51 の軸線と合致するよう調整されている。

[0061] サイクロン本体 50 の筒部 50 a の上部には、冷却水出口配管 55 が接続されている。冷却水出口配管 55 の下流側には、注水ライン 13（図 1 参照）に接続されている。冷却水出口配管 55 の下端（上流端）はサイクロン本体 50 内に開口しており、サイクロン本体 50 にてスラグと分離された冷却水が注水ポンプ 19（図 1 参照）の作用によって吸い上げられるようになっている。冷却水出口配管 55 は、サイクロン本体 50 の上端 50 c に対して固定されている。また、冷却水出口配管 55 は、サイクロン本体 50 の中心軸線上に配置されており、圧力容器 51 の上部蓋体 51 c を貫通して外部まで突き出ている。冷却水出口配管 55 と上部蓋体 51 c との間は液密にシールされている。

[0062] サイクロン本体 50 の上端 50 c には、引っ掛け部となるラグ 50 e が複数設けられている。メンテナンス時に、ラグ 50 e に対して、クレーンから吊り下げられた吊り具が引っ掛けられるようになっている。

[0063] サイクロン本体 50 のテーパ部 50 b の下端部には、複数の支持具 53 の一端がボルト等によって固定されている。支持具 53 は、例えば、支持棒とターンバックルとを備えており、支持棒に対してターンバックルを回転させることで全長の長さが調節できる構成とされている。各支持具 53 の他端は、圧力容器 51 の内壁にボルト等によって固定されている。これら支持具 53 によって、サイクロン本体 50 が圧力容器 51 に対して支持され、好ましくはサイクロン本体 50 の中心軸線が鉛直方向となるように水平方向位置が規定されている。また、支持具 53 によってサイクロン本体 50 の下端部を支持することで、サイクロン本体 50 の水平方向の振動を抑えることができるようになっている。

[0064] サイクロン本体 50 のテーパ部 50 b の下端は、圧力容器 51 内に向けて開口する開口部（スラグ排出口） 50 d が形成されている。この開口部 50 d を介して、サイクロン本体 50 にて遠心分離されたスラグが重力により鉛

直下方へと排出される。このように、サイクロン本体50の開口部50dが圧力容器51内に開口しているため、サイクロン本体50の内側と外側とが連通されることになり、サイクロン本体50の内外では大きな差圧は発生しない。このため、サイクロン本体50は、大きな差圧に耐える耐圧構造としての厚い肉厚が不要となる。

[0065] サイクロン本体50の内周面には、ガラス状のslagが衝突することによって激しい摩耗が生じるため、耐摩耗材56が設けられていて、サイクロン本体50の寿命を長くさせ、メンテナンスまでの時間を長くしている。耐摩耗材56は、サイクロン本体50の内周面の全領域に設けても良いが、特にslagによる摩耗が激しい部分に設けることが好ましい。例えば、サイクロン本体50の開口部50dに近いほどslag密度が大きくなり摩耗が激しくなるので、開口部50dに近い領域ほど（すなわち鉛直下方ほど）耐摩耗材を他の領域よりも厚くすることが好ましい。

耐摩耗材としては、例えば、バサルト材、セラミックス、耐摩耗肉盛、耐摩耗鋳鉄等を採用することができる。バサルト材は、塩基性火山岩に属する玄武岩のうち、特に硬い組成（主な化学成分は SiO_2 と Al_2O_3 ）を原料に使用し、優れた硬度と耐磨耗性を備えるものである。

[0066] 圧力容器51は、概略円筒形状とされ、例えば、数MPaとされた加圧状態に耐えうる耐圧構造とされている。圧力容器51の中心軸線は、好ましくは、サイクロン本体50の中心軸線と一致している。ただし、これに限定されるものではない。

[0067] 圧力容器51の下端部は、下方に向けて先細り形状とされた円錐台形状とされており、サイクロン本体50の開口部50dから排出されたslagを一時的に貯留するslagレシーバ51dとなっている。このように、slagレシーバ51dは、圧力容器51と一体的に形成されている。図2には、slagレシーバ51dに一時的に貯留されたslag Sが示されている。

[0068] slagレシーバ51dの下端には、図1を用いて説明したslagサイクロン出口弁20を介して、slag排出ロックホッパ21が接続されている。

[0069] 圧力容器 5 1 の側部には、マンホール部 5 1 e が設けられている。マンホール部 5 1 e は、メンテナンス時に開放され、作業者が圧力容器内に入ることができるようになっている。したがって、マンホール部 5 1 e は、図 2 に示すように、運転中には閉鎖された状態とされる。

[0070] 圧力容器 5 1 の上端を閉鎖する上部蓋体 5 1 c は、圧力容器 5 1 の本体側に対して、フランジによって取り外し可能に固定されている。上部蓋体 5 1 c の上面には、引っ掛け部となるラグ 5 1 f が複数設けられている。メンテナンス時に、ラグ 5 1 f に対して、クレーンから吊り下げられた吊り具が引っ掛けられるようになっている。

[0071] 次に、上記構成のスラグサイクロン 9 の動作について説明する。

図 2 に示したように、スラグホップ 5 (図 1 参照) から導かれたスラグと冷却水との混合流体は、スラグ排出ライン 7 を介して、スラグ排出ライン 7 の下流端 7 a からスラグサイクロン 9 のサイクロン本体 5 0 内に導かれる。

サイクロン本体 5 0 内では、サイクロン本体 5 0 の中心軸線回りにスラグと冷却水との混合流体が旋回させられ、冷却水よりも比重の大きいスラグが遠心力によってサイクロン本体 5 0 の周側壁面 (内周面側) へと移動し、重力によって下方へと沈降する。このとき、スラグはサイクロン本体 5 0 の内周面に衝突しながら下方へと移動するが、サイクロン本体 5 0 の内周面に設けられた耐摩耗材 5 6 によってサイクロン本体 5 0 の摩耗が抑制されている。

[0072] サイクロン本体 5 0 にて遠心分離されたスラグは、開口部 5 0 d から鉛直下方へと排出され、スラグレシーバ 5 1 d 内に一時的に貯留される。

サイクロン本体 5 0 にて遠心分離された冷却水は、冷却水出口配管 5 5 を通って鉛直上方へと排出される。冷却水出口配管 5 5 から導かれた冷却水は、注水ライン 1 3 (図 1 参照) を通ってスラグホップ 5 へと返送される。

[0073] スラグレシーバ 5 1 d 内に貯留されたスラグは、以下のように外部へと排出される。

図 3 に示すように、スラグレシーバ 5 1 d 内にスラグを貯留する場合は、

時間 t_0 から t_1 のように、スラグサイクロン出口弁 20 を閉とし、スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 を開とする。このとき、スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 が開となっているので、スラグ排出ロックホッパ 21 内のスラグは脱水槽 25（図 1 参照）へと払い出される。したがって、スラグ排出ロックホッパ 21 内は大気圧となっている。ただし、スラグサイクロン出口弁 20 が閉となっているので、圧力容器 51 内は加圧状態が保たれたままとなっている。

[0074] スラグ排出ロックホッパ 21 内のスラグは脱水槽 25（図 1 参照）へと払い出される間にスラグレシーバ 51 d 内にスラグが徐々に溜まっていき、スラグの貯留量が所定値に達する、もしくはスラグ排出ロックホッパ 21 内のスラグが払い出しを終了すると（時間 t_1 ）、図示しない制御部によってスラグサイクロン出口弁 20 が開とされるとともに、スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 が閉とされる。スラグサイクロン出口弁 20 が開とされることにより、スラグレシーバ 51 d に貯留されたスラグ S は、重力で搬送されスラグ排出ロックホッパ 21 内に受け入れられる。これにより、スラグレシーバ 51 d 内のスラグ量は減少するとともに、スラグ排出ロックホッパ 21 内のスラグ量は増加する。このとき、スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 は閉とされているので、スラグ排出ロックホッパ 21 内は圧力容器 51 と同様の加圧状態となる。したがって、圧力容器 51 内が大気圧となることが回避されるようになっている。

[0075] スラグ排出ロックホッパ 21 内にスラグが徐々に溜まっていき、スラグの貯留量が所定値に達すると（時間 t_2 ）、図示しない制御部によってスラグサイクロン出口弁 20 が閉とされるとともに、スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 が開とされる。スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 が開となっているので、スラグ排出ロックホッパ 21 内のスラグは脱水槽 25（図 1 参照）へと払い出される。

そして、スラグレシーバ 51 d 内にスラグが徐々に溜まっていき、スラグの貯留量が所定値に達する、もしくはスラグ排出ロックホッパ 21 内のスラ

グが払い出しを終了すると（時間 t_3 ）、図示しない制御部によってスラグサイクロン出口弁 20 が開とされるとともに、スラグ排出ロックホッパ出口弁 22 が閉とされる。これ以降は上述の工程が繰り返される。

[0076] 次に、上記構成のスラグサイクロン 9 のメンテナンス方法について説明する。

サイクロン本体 50 の内周面には耐摩耗材 56 が設けられているものの、所定時間以上運転を行った場合には、耐摩耗材 56 が磨耗して一部が消失し、サイクロン本体 50 の内周面が付傷してくるため、サイクロン本体 50 を交換する必要がある。そこで、以下のように、圧力容器 51 はそのままサイクロン本体 50 のみを取り出して交換する。

[0077] 先ず、図 4 A に示すように、スラグ排出ライン 7 の下流端 7 a を圧力容器 51 から抜いて取り外す。

また、圧力容器 51 の上部蓋体 51 c に設けたラグ 51 f に対して、クレーンの吊り具 60 を引っ掛け、上部蓋体 51 c を鉛直上方へ引き上げて圧力容器 51 の本体側から取り外す。

[0078] 次に、図 4 B に示すように、吊下具 52 と支持具 53 をサイクロン本体 50 から取り外した後に、サイクロン本体 50 の上端 50 c に設けたラグ 50 e に対して、クレーンの吊り具 60 を引っ掛けて、吊下具 52 と支持具 53 を外し、サイクロン本体 50 を鉛直上方へ引き上げて圧力容器 51 の本体側から取り外す。

[0079] そして、図 4 C 及び図 4 D に示すように、仮置き架台 62 に対して、取り外したサイクロン本体 50 を設置する。これにより、使用済みのサイクロン本体 50 の取り外しが終了する。

新しいサイクロン本体 50 の取り付けは、上述とは逆の工程となり、クレーンの吊り具 60 を用いて、サイクロン本体 50 を吊り下げて圧力容器 51 内に設置する。

[0080] 図 5 A から 5 C に示すように、上部蓋体 51 c とともにサイクロン本体 50 を取り外すようにしてもよい。

この場合、サイクロン本体 50 は、図 5 A に示すように、吊下具 52 によって上部蓋体 51 c から吊り下げられている。この点で、各吊下具 52 の他端が圧力容器 51 の側部内壁に対して吊り下げられた図 2 の構成とは異なる。ただし、圧力容器 51 に対してサイクロン本体 50 が吊り下げられている点では同様である。

[0081] 図 5 A から 5 C に示すように、上部蓋体 51 c とともにサイクロン本体 50 を取り外すことができるので、クレーンの吊り具 60 を上部蓋体 51 c のラグ 51 f に取り付けたままでよく、図 4 B に示したようにサイクロン本体 50 を吊り上げる際にサイクロン本体 50 のラグ 50 e に吊り具 60 を掛け替える必要がないという利点がある。また、圧力容器 51 の外での作業となることで、各吊下具 52 の取付け・取外し作業や、冷却水出口配管 55 と上部蓋体 51 c との間の液密なシール作業を行い易いという利点がある。

[0082] 以上の通り、本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

圧力容器 51 内にサイクロン本体 50 を配置した二重構造とし、サイクロン本体 50 の開口部 50 d を圧力容器 51 内に開口することとしたので、サイクロン本体 50 の内側と外側とが連通されることになり、サイクロン本体 50 の内外は略同一の圧力となる。このように、サイクロン本体 50 の内側と外側との間には大きな差圧が発生しないので、サイクロン本体 50 に耐圧構造を採用する必要がなくなる。これにより、加圧された混合流体を遠心分離する場合であっても、サイクロン本体 50 の肉厚を薄くでき、軽量化およびコストダウンが可能となる。このように、サイクロン本体 50 が軽量化されるので、メンテナンス時にサイクロン本体 50 を圧力容器 51 から取り出す作業が容易となる。

[0083] 圧力容器 51 にスラグレシーバ 51 d を一体に設けることとしたので、サイクロン本体 50 から排出されたスラグを一時的に貯留することができる。これにより、圧力容器 51 の外部にスラグを一時的に貯留するためのピンを設ける必要がなくなり、簡素な構成とすることができる。

[0084] 圧力容器 51 の鉛直下方にスラグ排出口クホッパ 21 を設けて、スラグ

サイクロン出口弁20とスラグ排出ロックホッパ出口弁22を切り換えることにより、スラグレシーバ51d内に加圧状態で貯留されたスラグを大気側へと排出することができる。

[0085] サイクロン本体50を吊下具52によって圧力容器51から吊り下げることとしたので、サイクロン本体50をクレーンの吊り具60により、容易に圧力容器51外に取り外すことができる。

[0086] スラグ排出ライン7の下流端7aが圧力容器51およびサイクロン本体50に対して挿脱可能に差し込まれているので、サイクロン本体50を圧力容器51から取り外す際には、スラグ排出ライン7の下流端7aをサイクロン本体50から抜くことで、容易にサイクロン本体50からスラグ排出ライン7を分離することができる。

また、スラグ排出ライン7を圧力容器51の外側から挿入できるので、組立時の作業性が向上する。

さらに、圧力容器51の外側で接続用フランジ7b, 51bによってシールする構成としたので、組立とシールを圧力容器51の外側で同時に行うことができ、さらに作業性が向上する。

[0087] 上述した実施形態では、石炭ガス化複合発電設備に適用されたスラグサイクロン9として説明したが、石炭ガス化複合発電設備10以外のプラント、例えば化学プラントのスラグサイクロン9に用いてもよい。

また、上述した実施形態では、燃料として石炭を使用したが高品位炭や低品位炭であっても適用可能であり、また、石炭に限らず、再生可能な生物由来の有機性資源として使用されるバイオマスであってもよく、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）などを使用することも可能である。

本実施形態はタワー型ガス化炉について説明してきたが、ガス化炉はクロスオーバー型ガス化炉でも、同様に実施が可能である。

符号の説明

[0088] 3 ガス化炉

- 3 a 内側容器（ガス化炉壁）
- 3 b 外側容器（ガス化炉圧力容器）
- 3 c コンバスタ
- 3 d リダクタ
- 5 スラグホッパ
- 7 スラグ排出ライン（混合流体輸送配管）
- 7 a 下流端
- 7 b 接続用フランジ
- 9 スラグサイクロン
- 1 1 スラグサイクロン入口弁
- 1 3 注水ライン
- 1 5 スラグホッパ注水弁
- 1 7 ストレーナ
- 1 9 注水ポンプ
- 2 0 スラグサイクロン出口弁（加圧側開閉弁）
- 2 1 スラグ排出口ロックホッパ
- 2 2 スラグ排出口ロックホッパ出口弁（大気圧側開閉弁）
- 2 3 分配器
- 2 5 脱水槽
- 3 9 スラグ取水口
- 4 0 放水口
- 5 0 サイクロン本体
- 5 0 a 筒部
- 5 0 b テーパ部
- 5 0 c 上端
- 5 0 d 開口部（スラグ排出口）
- 5 0 e ラグ
- 5 1 圧力容器

- 5 1 a 接続用パイプ
- 5 1 b 接続用フランジ
- 5 1 c 上部蓋体
- 5 1 d スラグレシーバ
- 5 1 e マンホール部
- 5 1 f ラグ
- 5 2 吊下具
- 5 3 支持具
- 5 5 冷却水出口配管
- 5 6 耐摩耗材
- 6 0 吊り具
- 6 2 仮置き架台
- G 設置面

請求の範囲

- [請求項1] 加圧されたスラグと液体との混合流体が内部に導かれてスラグを液体から遠心分離するサイクロン本体と、
 該サイクロン本体を収容する圧力容器と、
 を備え、
 前記サイクロン本体の鉛直下方に設けたスラグ排出口が前記圧力容器内に開口しているスラグサイクロン。
- [請求項2] 前記サイクロン本体の内周面には、耐摩耗材が設けられている請求項1に記載のスラグサイクロン。
- [請求項3] 前記圧力容器には、前記サイクロン本体の前記スラグ排出口の鉛直下方に、スラグを一時的に貯留するスラグレシーバが設けられている請求項1又は2に記載のスラグサイクロン。
- [請求項4] 前記圧力容器の下方には、前記スラグレシーバからのスラグを受け入れるスラグ排出口ロックホッパと、
 該スラグ排出口ロックホッパと前記スラグレシーバとの間に設けられた加圧側開閉弁と、
 前記スラグ排出口ロックホッパと大気圧側搬出先との間に設けられた大気圧側開閉弁と、
 を備えている請求項3に記載のスラグサイクロン。
- [請求項5] 前記サイクロン本体は、複数の吊下具を介して、前記圧力容器に対して吊り下げられ支持されている請求項1から4のいずれかに記載のスラグサイクロン。
- [請求項6] 前記サイクロン本体と前記圧力容器との間には、該サイクロン本体の水平方向位置を規定する支持具が設けられている請求項5に記載のスラグサイクロン。
- [請求項7] 前記混合流体を前記サイクロン本体に導く混合流体輸送配管を備え、
 該混合流体輸送配管は、前記圧力容器の外側から、該圧力容器およ

び前記サイクロン本体に対して挿脱可能に差し込まれている請求項 1 から 6 のいずれかに記載のスラグサイクロン。

[請求項8] 炭素含有固体燃料を燃焼・ガス化することで生成ガスを生成するガス化炉装置と、

該ガス化炉装置にて生成されたスラグを液体から遠心分離する請求項 1 から 7 のいずれかに記載のスラグサイクロンと、
を備えているガス化設備。

[請求項9] 炭素含有固体燃料を燃焼・ガス化することで生成ガスを生成するガス化炉装置と、

該ガス化炉装置にて生成されたスラグを液体から遠心分離する請求項 1 から 7 のいずれかに記載のスラグサイクロンと、

前記ガス化炉装置で生成した前記生成ガスの少なくとも一部を燃焼させることで回転駆動するガスタービンと、

前記ガスタービンから排出されるタービン排ガスを導入する排熱回収ボイラで生成した蒸気を含む蒸気により回転駆動する蒸気タービンと、

前記ガスタービンおよび前記蒸気タービンと連結された発電機と、
を備えたガス化複合発電設備。

[請求項10] 圧力容器内に収容されたサイクロン本体内に、加圧されたスラグと液体との混合流体を導入して遠心分離を行い、

前記サイクロン本体のスラグ排出口から、遠心分離されたスラグを前記圧力容器内に排出するスラグサイクロンの運転方法。

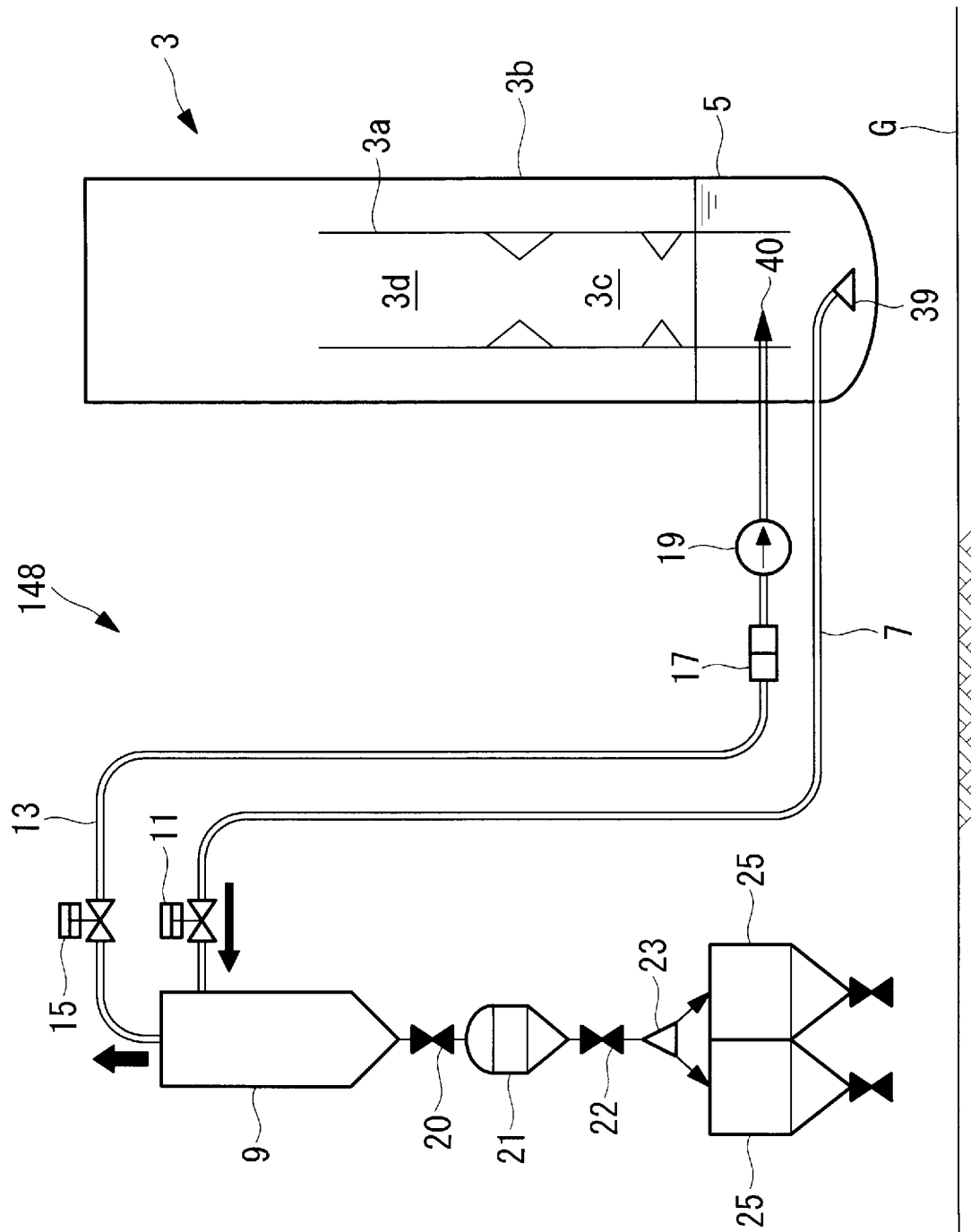
[請求項11] 加圧されたスラグと液体との混合流体が内部に導かれてスラグを液体から遠心分離するサイクロン本体と、

該サイクロン本体を収容する圧力容器と、
を備え、

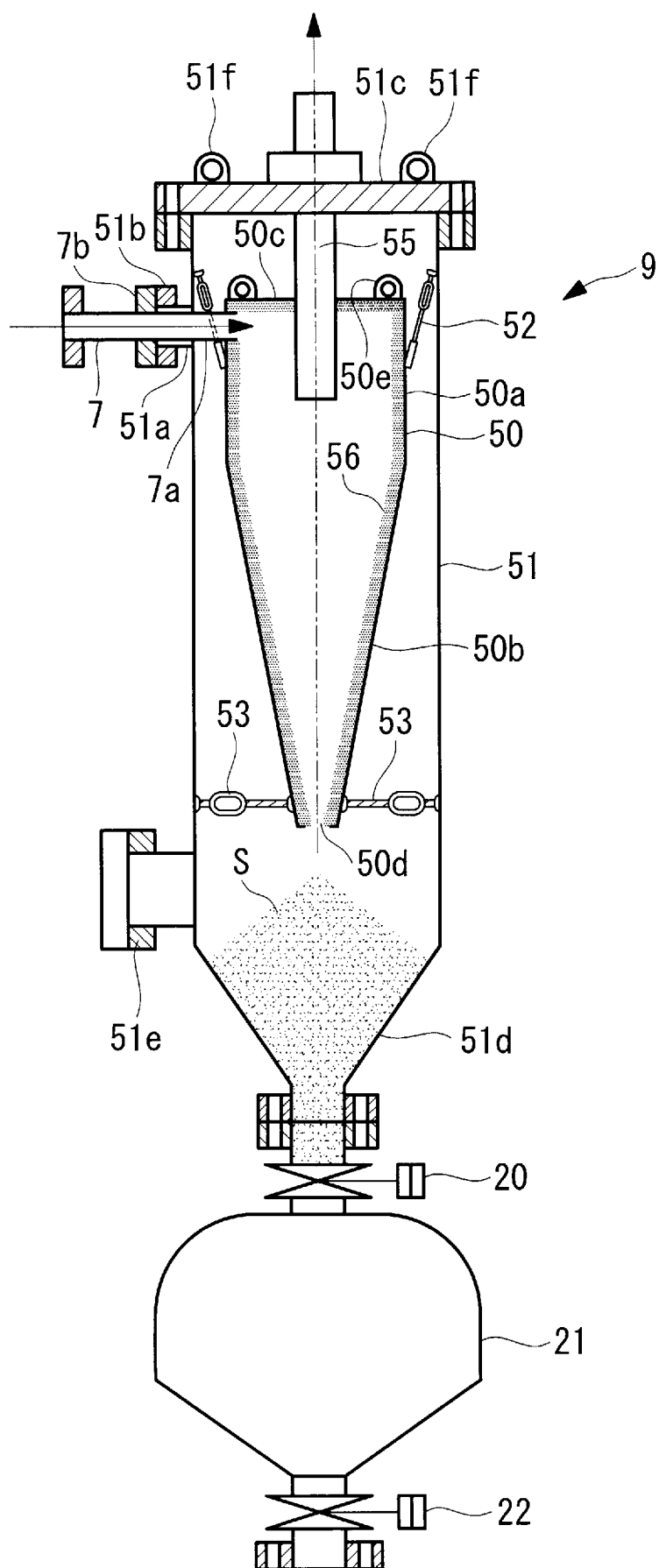
前記サイクロン本体のスラグ排出口が前記圧力容器内に開口しているスラグサイクロンのメンテナンス方法であって、

前記圧力容器の鉛直上方を開放する工程と、
吊り具によって前記サイクロン本体を吊り下げる工程と、
前記吊り具によって吊り下げた前記サイクロン本体を、前記圧力容器の外部へ取り出す工程と、
を有するスラグサイクロンのメンテナンス方法。

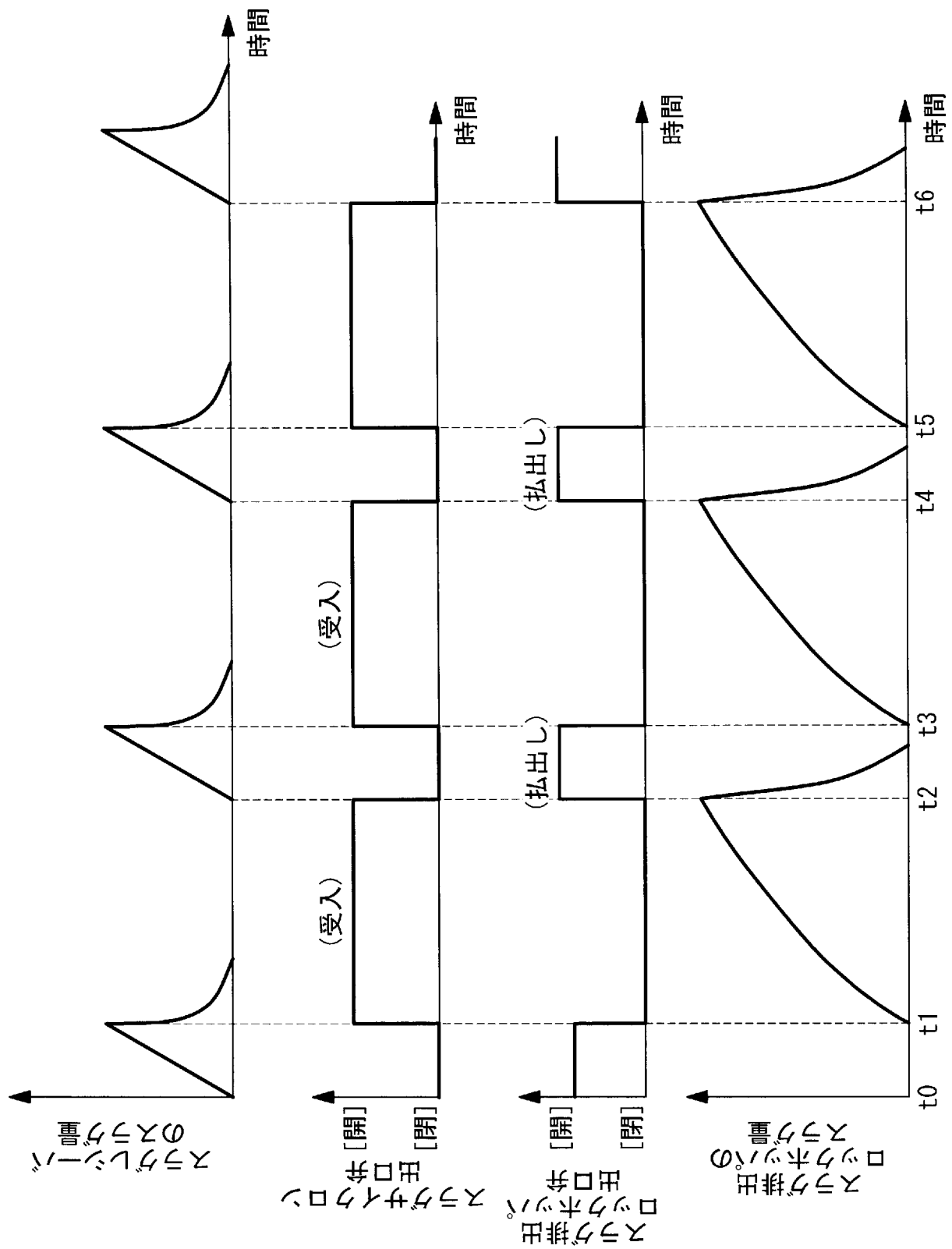
[図1]



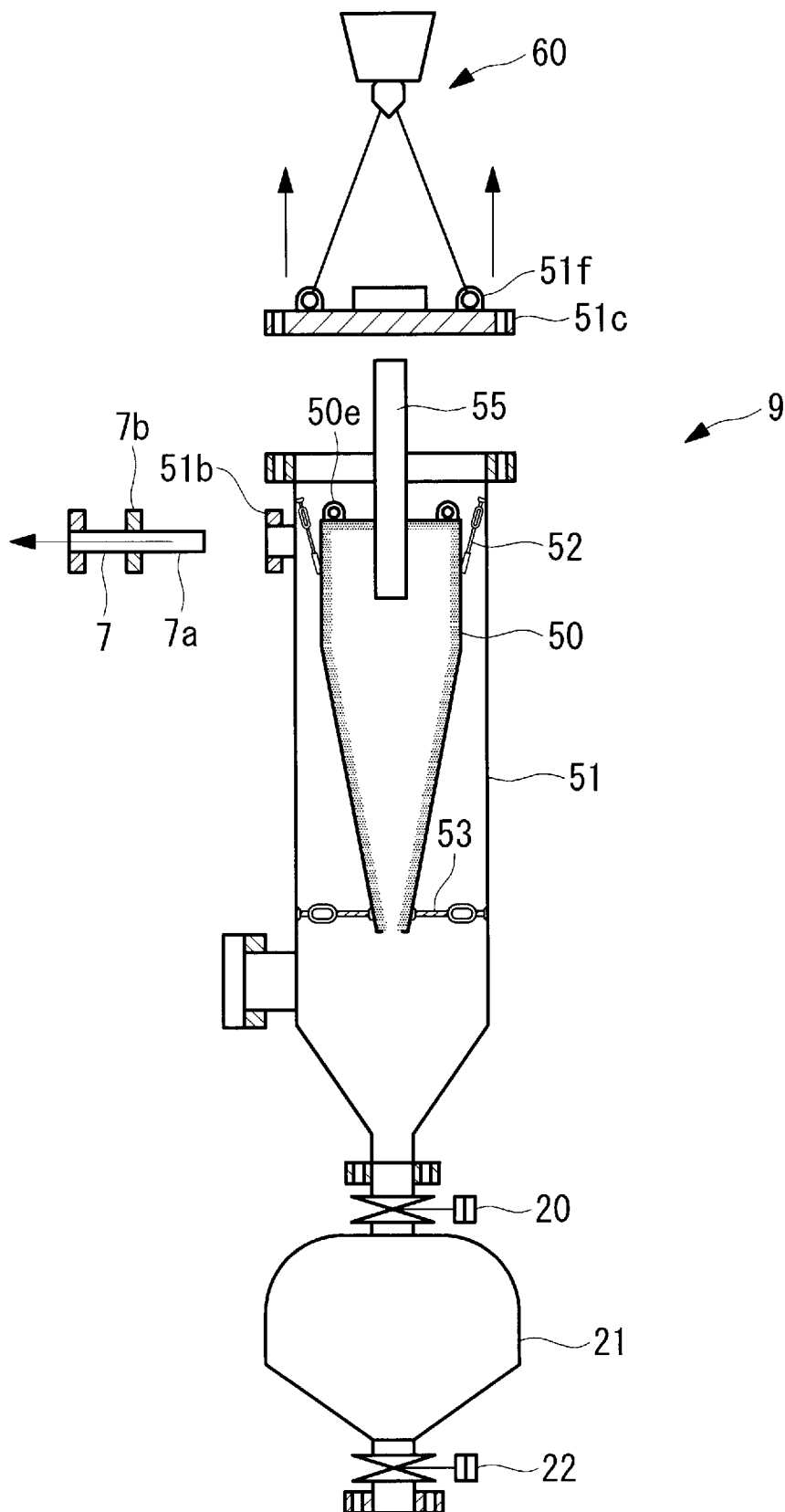
[図2]



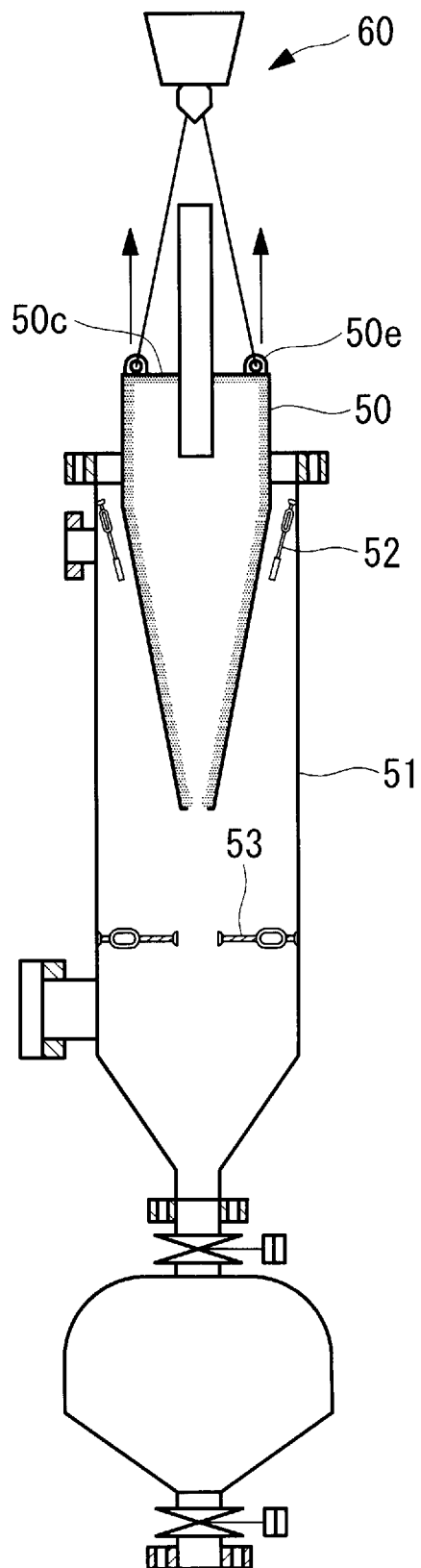
[図3]



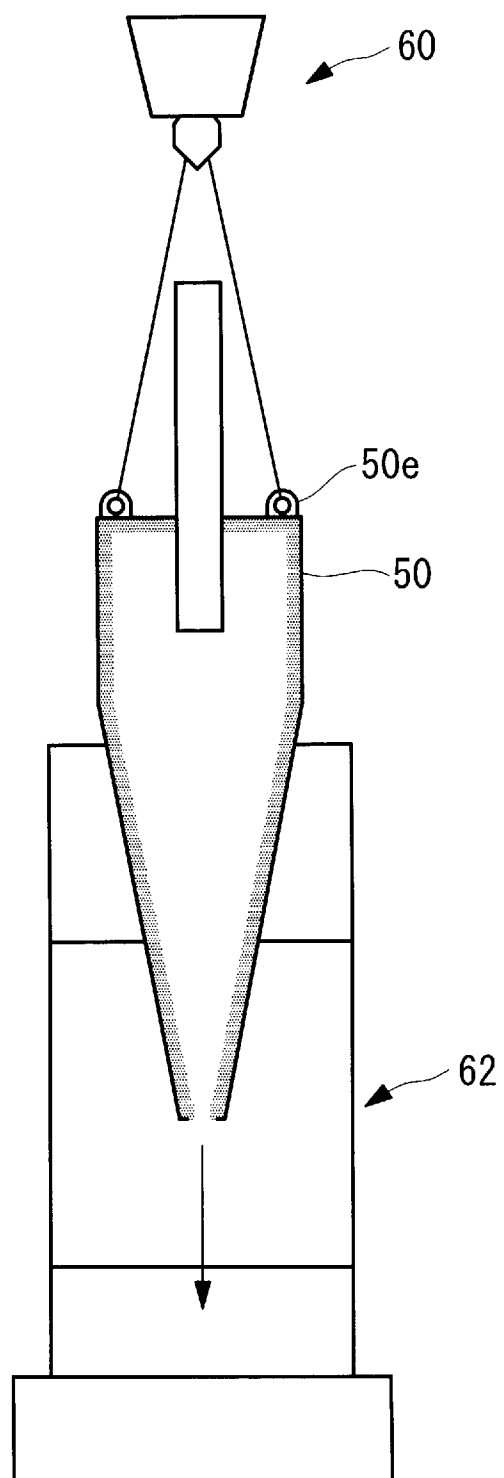
[図4A]



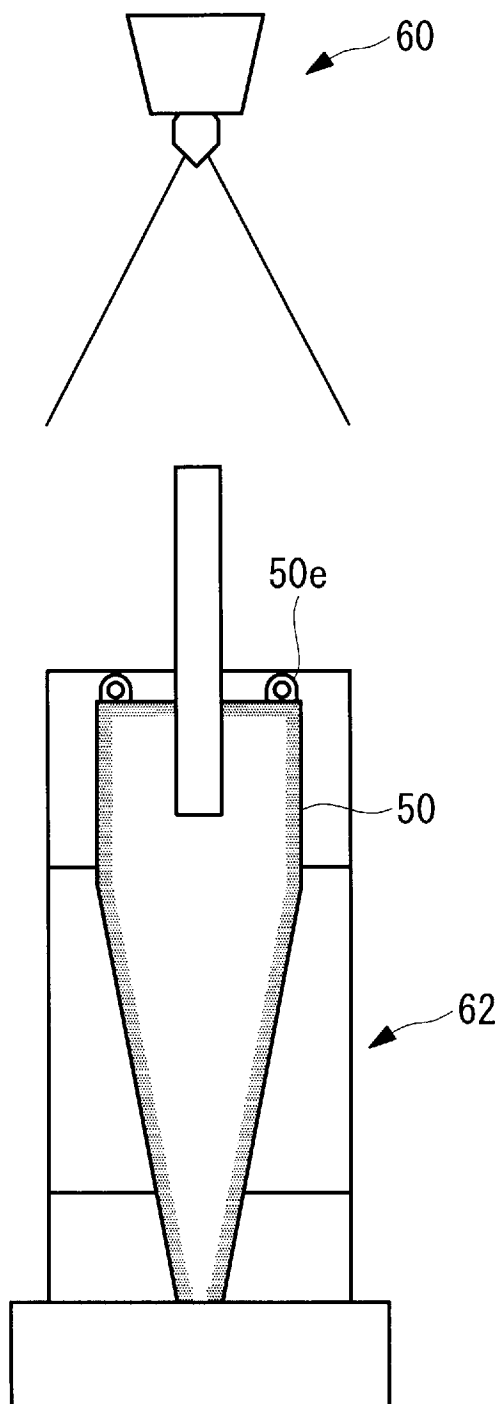
[図4B]



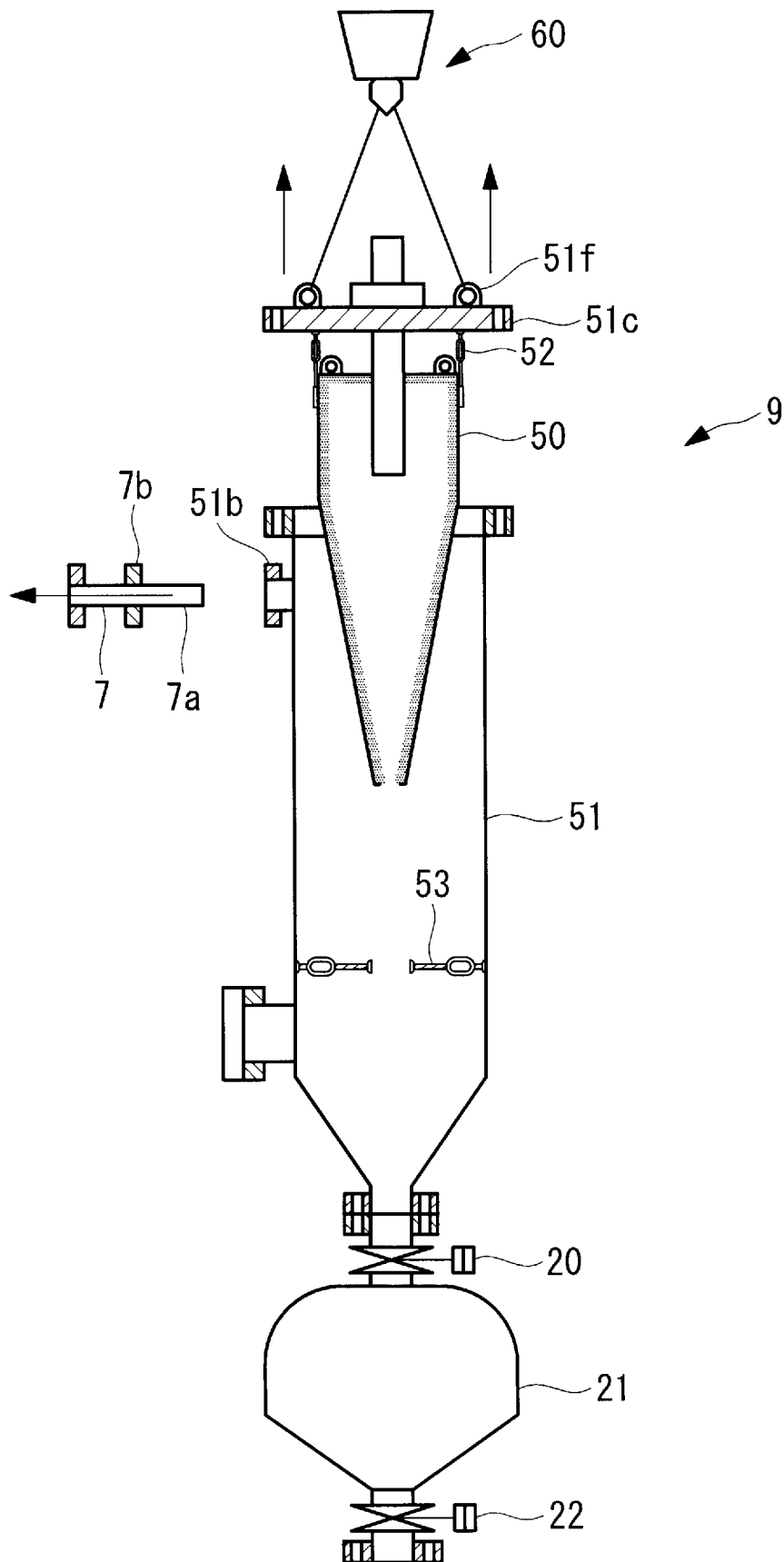
[図4C]



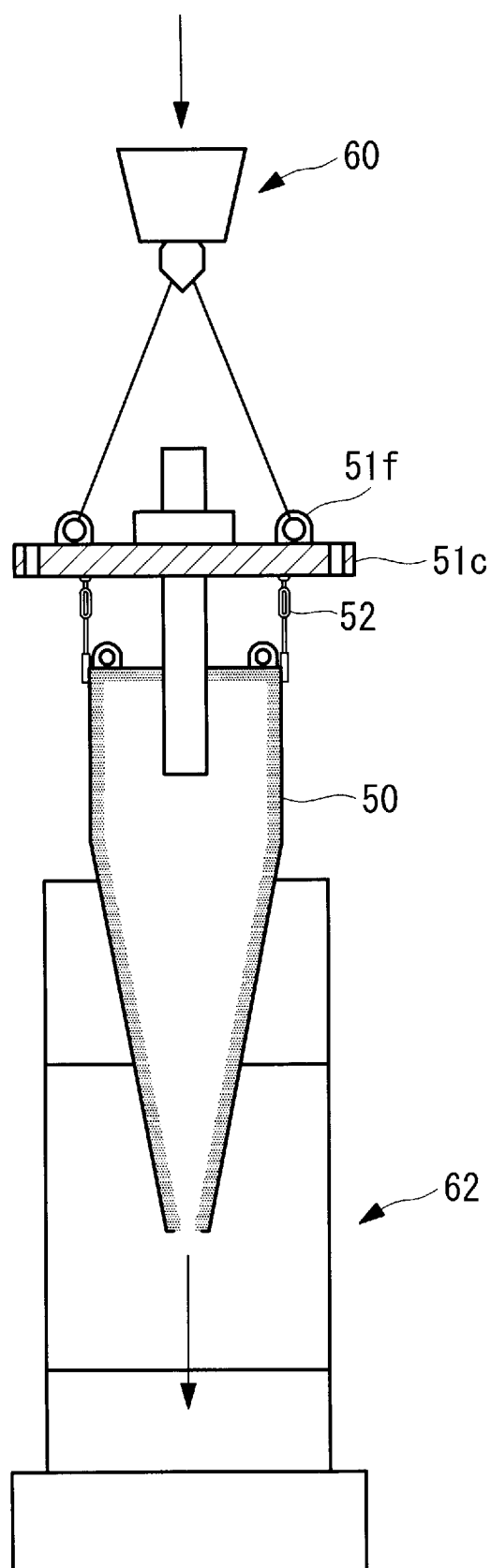
[図4D]



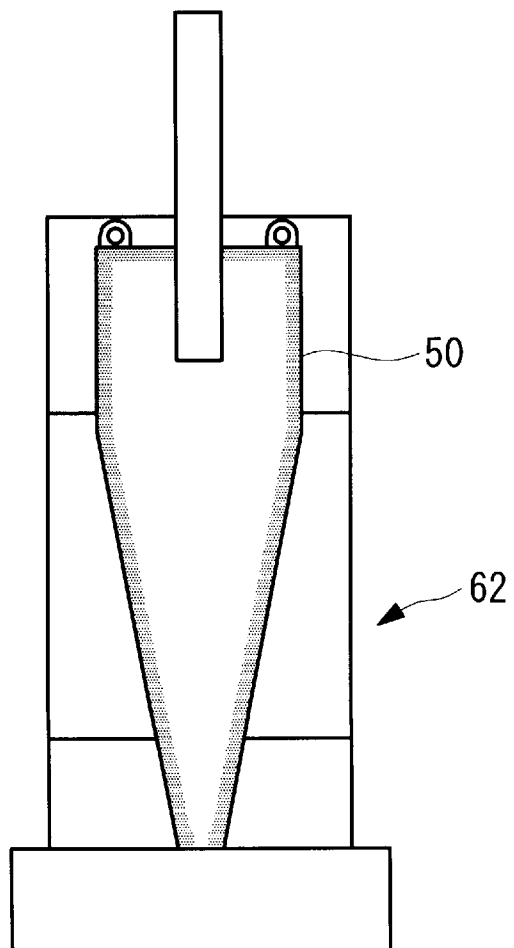
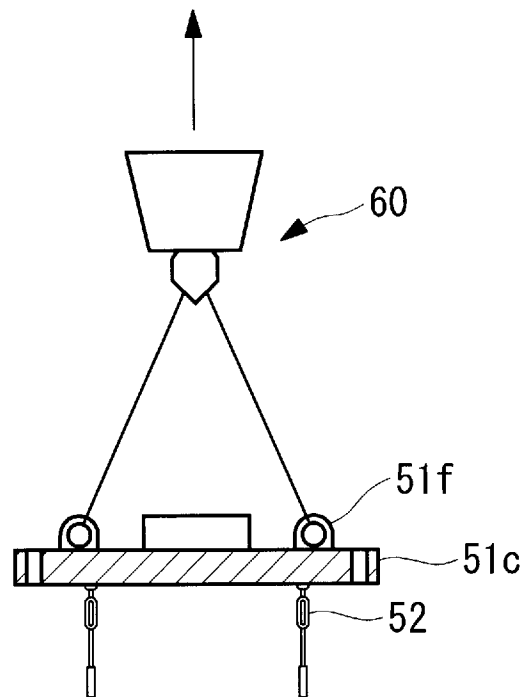
[図5A]

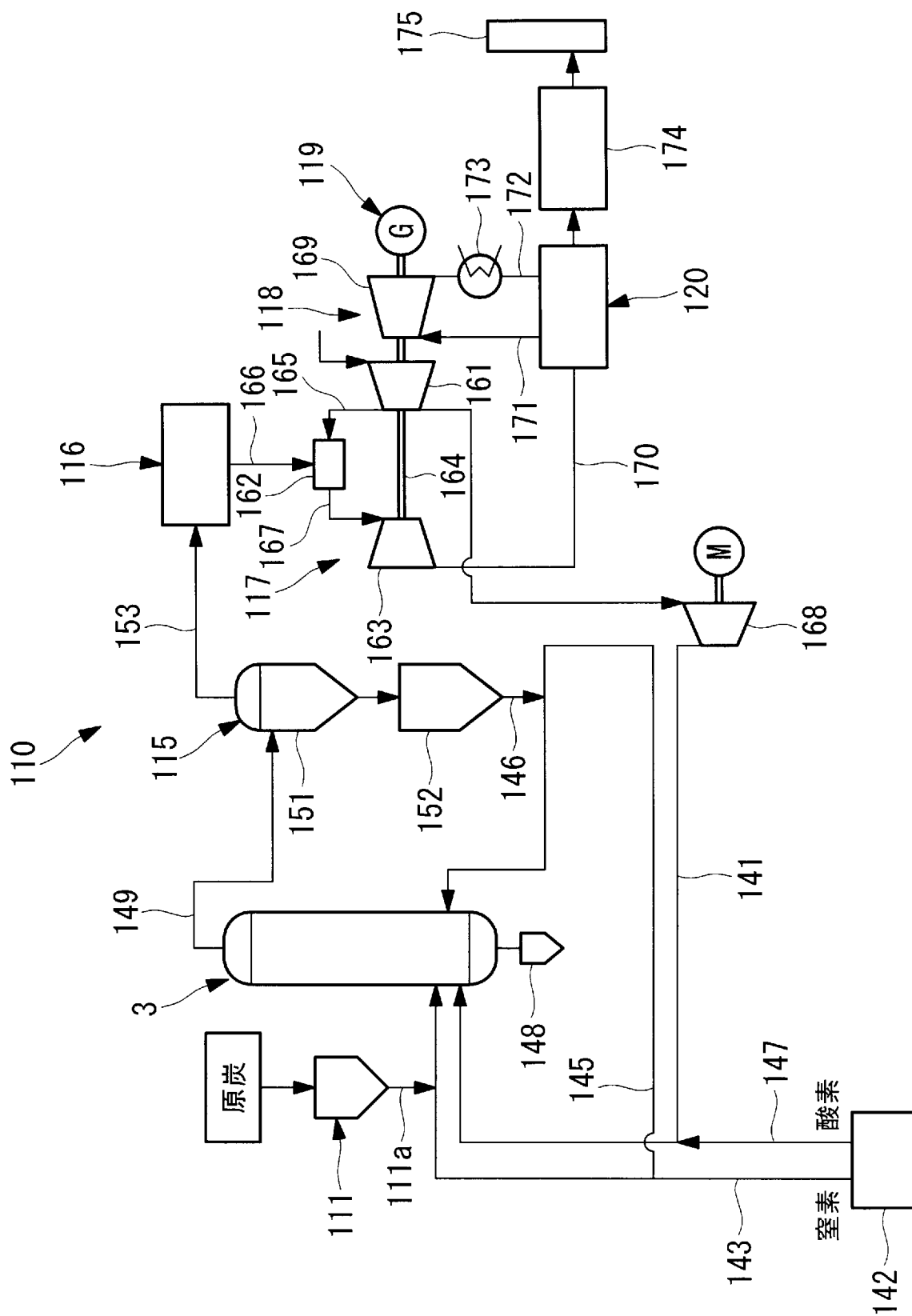


[図5B]



[図5C]





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B04C5/185(2006.01)i, B04C5/085(2006.01)i, B04C11/00(2006.01)i, C10J3/46(2006.01)i, C10J3/52(2006.01)i, F01K23/10(2006.01)i, F02C3/28(2006.01)i, F02C6/00(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)

B04C5/185, B04C5/085, B04C11/00, C10J3/46, C10J3/52, F01K23/10, F02C3/28, F02C6/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 7106/1990 (Laid-open No. 98950/1991) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 October 1991 (15.10.1991), claims; page 4, line 3 to page 6, line 11; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-11

☒ 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
29 March 2017 (29.03.17)

Date of mailing of the international search report
11 April 2017 (11.04.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004077

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-56972 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 March 2013 (28.03.2013), claims; paragraphs [0037] to [0042]; fig. 1 to 4 & US 2014/0237986 A1 claims; paragraphs [0053] to [0063]; fig. 1 to 4 & WO 2013/035766 A1 & CN 103764803 A	1-11
Y	JP 2010-269951 A (Kabushiki Kaisha Principle), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraph [0027]; fig. 1 (Family: none)	4-9
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 2219/1986 (Laid-open No. 114300/1987) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 July 1987 (21.07.1987), page 5, line 3 to page 7, line 14; fig. 1 (Family: none)	4-9
Y	JP 8-323242 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 10 December 1996 (10.12.1996), claims; examples; fig. 1, 3 (Family: none)	7-9
Y	JP 11-267438 A (Maywa Co., Ltd.), 05 October 1999 (05.10.1999), paragraph [0052]; fig. 4, 6 & JP 11-267437 A	11
A	JP 3-52612 A (Deutsche Babcock Werke AG), 06 March 1991 (06.03.1991), & EP 0407713 A2 & DE 3922764 A1 & DE 59005064 D1 & AT 103198 T & DD 296423 A5	1-11
A	JP 2003-200040 A (Nikkiso Co., Ltd.), 15 July 2003 (15.07.2003), (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B04C5/185(2006.01)i, B04C5/085(2006.01)i, B04C11/00(2006.01)i, C10J3/46(2006.01)i, C10J3/52(2006.01)i, F01K23/10(2006.01)i, F02C3/28(2006.01)i, F02C6/00(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. B04C5/185, B04C5/085, B04C11/00, C10J3/46, C10J3/52, F01K23/10, F02C3/28, F02C6/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	日本国実用新案登録出願 2-7106 号(日本国実用新案登録出願公開 3-98950 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, (三菱重工業株式会社), 1991.10.15, 実用新案登録請求の範囲, 4 頁 3 行目-6 頁 11 行目, 第 1-4 図, (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2013-56972 A (三菱重工業株式会社), 2013.03.28, 特許請求の範囲, 段落 0037-0042, 図 1-4, & US 2014/0237986 A1, Claims, [0053]-[0063], Fig.1-4, & WO 2013/035766 A1 & CN 103764803 A	1-11

☒ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

29.03.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

高橋 成典

4 Q

5806

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

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
Y	JP 2010-269951 A (株式会社プリンシプル), 2010. 12. 02, 段落 0027, 図 1, (ファミリーなし)	4-9
Y	日本国実用新案登録出願 61-2219 号(日本国実用新案登録出願公開 62-114300 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, (三菱重工業株式会社), 1987. 07. 21, 5 頁 3 行目-7 頁 14 行目, 第 1 図, (ファミリーなし)	4-9
Y	JP 8-323242 A (中国電力株式会社), 1996. 12. 10, 特許請求の範囲, 実施例, 図 1, 3, (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 11-267438 A (明和工業株式会社), 1999. 10. 05, 段落 0052, 図 4, 6, & JP 11-267437 A	11
A	JP 3-52612 A (ドイツチエ バブコツク ヴエルケ アクチエンゲゼルシャフト), 1991. 03. 06, & EP 0407713 A2 & DE 3922764 A1 & DE 59005064 D1 & AT 103198 T & DD 296423 A5	1-11
A	JP 2003-200040 A (日機装株式会社), 2003. 07. 15, (ファミリーなし)	1-11