

(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12月21日(21.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/217345 A1

(51) 国際特許分類:
C10J 3/52 (2006.01) C10J 3/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/021551

(22) 国際出願日: 2017年6月9日(09.06.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

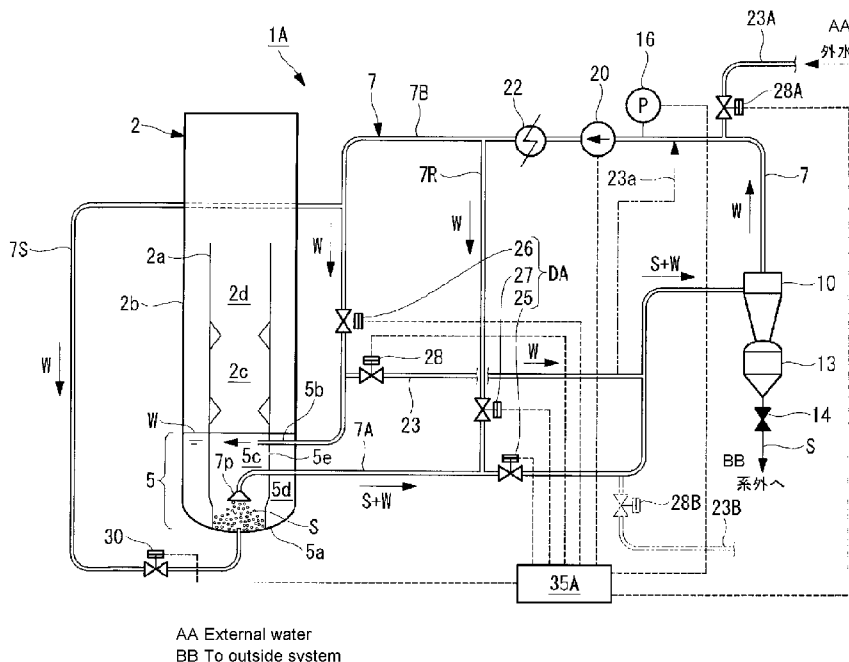
(30) 優先権データ:
特願 2016-117027 2016年6月13日(13.06.2016) JP

(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: 林 智弥(HAYASHI, Tomoya); 〒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). 村山 雅人(MURAYAMA, Masato); 〒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). 小山 智規(KOYAMA, Yoshinori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 斎臣(YOSHIDA, Naoshige); 〒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). 宮田 恭行(MIYATA, Yasuyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: SLAG DISCHARGE SYSTEM, GASIFIER PROVIDED WITH SAME, AND METHOD FOR OPERATING SLAG DISCHARGE SYSTEM

(54) 発明の名称: スラグ排出システム、これを備えたガス化炉、およびスラグ排出システムの運転方法



(57) Abstract: The present invention is provided with: a slag hopper (5) that retains slag cooling water (W) in the bottom portion of a gasifier (2) and receives slag (S); a slag cooling water feed line (7A) and a slag pump outlet (7p) via which the slag (S) and the slag cooling water (W) from the bottom portion of the slag hopper (5) are pumped and fed to a slag separation device (10); a circulation pump (20) that forms a water flow for pumping out the slag (S); a slag cooling water circulation line (7B) linking from the slag separation device (10) to the slag hopper (5); a reverse flow line (7R) that causes



(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, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
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))

the slag cooling water (W) dispensed from the circulation pump (20) to flow in reverse in the slag cooling water feed line (7A); a selective supply unit (DA) capable of selectively supplying the slag cooling water (W) dispensed from the circulation pump (20) to the slag cooling water circulation line (7B) and the reverse flow line (7R); and a water supply line (23), one end of which is connected to the slag cooling water feed line (7A).

(57) 要約: ガス化炉(2)の底部にてスラグ冷却水Wを貯留し、スラグ(S)を受容するスラグホッパ(5)と、スラグホッパ(5)の底部からスラグ(S)とスラグ冷却水(W)とを吸い出してスラグ分離装置(10)に送るスラグ吸出口(7p)およびスラグ冷却水送水ライン(7A)と、スラグ(S)を吸い出す水流を形成する循環ポンプ(20)と、スラグ分離装置(10)からスラグホッパ(5)に繋がるスラグ冷却水循環ライン(7B)と、循環ポンプ(20)から吐出されたスラグ冷却水(W)をスラグ冷却水送水ライン(7A)に逆流させる逆流ライン(7R)と、循環ポンプ(20)から吐出されたスラグ冷却水(W)をスラグ冷却水循環ライン(7B)と逆流ライン(7R)とに選択的に供給可能にする選択供給部(DA)と、スラグ冷却水送水ライン(7A)に一端が接続された水供給ライン(23)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

スラグ排出システム、これを備えたガス化炉、およびスラグ排出システムの運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、石炭等の炭素含有固体燃料を熱分解させてガス化するガス化炉のスラグ排出システム、これを備えたガス化炉、およびスラグ排出システムの運転方法に関する。

背景技術

[0002] 石炭、木質ペレット等のバイオマス燃料、ペットコーク等の炭素含有固体燃料を熱分解することより可燃性ガスを生成するガス化炉では、炭素含有固体燃料の灰分が熔融し、スラグとしてガス化炉の底部に設けられたスラグホッパに堆積する。スラグホッパにはスラグ冷却水が貯留されており、スラグはこのスラグ冷却水中に落下して急冷されることにより固化し、破碎される。

[0003] このように固化・破碎されてスラグホッパ内に溜まったスラグは、ガス化炉の外部に設けられたロックホッパを経てガス化炉の系外へと排出される。スラグはスラグ冷却水に比べて密度が大きいため、従来はスラグホッパからロックホッパへスラグを移動させる際、重力により自然落下させていた。例えば、特許文献 1 に、ガス化炉の下方にロックホッパを配置したスラグ排出システムが開示されている。

[0004] ところが、上述したスラグ排出システムによれば、ガス化炉の下方にロックホッパを設けるためにガス化炉の配置位置が高くなる。したがって、プラントの設置面からガス化炉上部までの高さが増すこととなる。ガス化炉の配置位置が高くなることにより、ガス化炉を支持する支持架台や操作架台などの配置位置が高くなる。

[0005] そこで、特許文献 2 に開示されているようなスラグ排出システムが提案さ

れている。このスラグ排出システムでは、ロックホッパをガス化炉の側方に配置し、ガス化炉底部のスラグホッパからロックホッパへと連通するスラグ排出ラインを設け、循環ポンプによってスラグ排出ライン中にスラグホッパからロックホッパへの水流を形成し、この水流によってスラグホッパ内のスラグをロックホッパへ排出するようにしている。

[0006] こうすることにより、スラグをスラグ冷却水の流れに乗せてスラグホッパからロックホッパに移送することができるため、ロックホッパをガス化炉の側方に配置することが可能となり、プラントの設置面からガス化炉上部までの高さを低く抑えることができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-74274号公報

特許文献2：特許第5743093号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上記のように、特許文献2に示される従来のスラグ排出システムでは、ガス化炉底部のスラグホッパに落下したスラグを、スラグホッパに貯留されたスラグ冷却水と共にスラグ排出ラインで吸い出している。スラグホッパからスラグを吸い出すスラグ排出ラインのスラグ吸出口は、鉛直下方を向いてスラグホッパの底面に向かって開口している。

[0009] ガス化炉の通常運転時は、スラグホッパ内に落下するスラグが順次スラグ排出ラインのスラグ吸出口から吸い出されて排出されるため、スラグ吸出口にスラグが堆積することはない。しかし、ガス化炉の起動時や一時的な運転停止後にはスラグ吸出口の上までスラグが堆積した状態となることがある。この状態でスラグ排出ラインからのスラグ吸い出しを再開した場合、スラグの密度が高過ぎてスラグ排出ラインが詰まり、閉塞してしまう懸念がある。また、スラグ排出ライン内に残存するスラグによってスラグ排出ラインが閉

塞してしまう懸念もある。このように、スラグ排出ラインを閉塞させる事象は、主にスラグ排出システムの起動時に起こりやすく、そうなるとガス化炉の運転に支障を来す。

[0010] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、簡素な構成により、ガス化炉の底部からスラグを吸い出すスラグ吸出口がスラグによって閉塞することを抑制または解消し、ガス化炉の運転を順調に行うことのできるスラグ排出システム、これを備えたガス化炉、およびスラグ排出システムの運転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

[0011] 上記課題を解決するため、本発明は、以下の手段を採用する。

即ち、本発明の第1態様に係るスラグ排出システムは、炭素含有固体燃料をガス化するガス化炉の底部に設けられ、前記炭素含有固体燃料から生じたスラグを受容するとともに、該スラグを急冷するスラグ冷却水が貯留されたスラグホッパと、前記スラグホッパの底部に堆積する前記スラグを前記スラグ冷却水と共に吸い出すスラグ吸出口と、前記スラグ吸出口から吸い出された前記スラグと前記スラグ冷却水とを前記スラグホッパの外部に搬送するスラグ冷却水送水ラインと、前記スラグ冷却水送水ラインに接続され、前記スラグ冷却水に含まれる前記スラグを分離するスラグ分離装置と、前記スラグ分離装置から前記スラグホッパに前記スラグ冷却水を循環させるスラグ冷却水循環ラインと、前記スラグ冷却水循環ラインに接続され、前記スラグ吸出口から前記スラグと前記スラグ冷却水とを吸い出す水流を形成する循環ポンプと、一端が前記スラグ冷却水送水ラインに接続され、他端が前記スラグ冷却水循環ラインにおける前記循環ポンプの下流側との間に接続された逆流ラインと、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水を、前記スラグ冷却水循環ラインと前記逆流ラインとに選択的に供給可能にする選択供給部と、前記スラグ冷却水送水ラインまたは前記スラグ冷却水循環ラインにおける、前記スラグ分離装置に隣接する区間に一端が接続された水供給ラインと、前記水供給ラインに設けられた水供給弁と、を備えている。

- [0012] 前記構成のスラグ排出システムによれば、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水がスラグ冷却水循環ラインを通してスラグホッパに流れるように選択供給部を操作すれば、スラグ冷却水送水ライン中に、スラグ吸出口からスラグ分離装置への水流が形成される。このため、スラグホッパの底部に堆積したスラグがスラグ冷却水と共にスラグ吸出口から吸い出されてスラグ冷却水送水ラインを経てスラグ分離装置に送給され、スラグ排出システムは通常運転モードとなる。
- [0013] また、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水が逆流ライン側に流れるように選択供給部を操作すれば、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水が、逆流ラインとスラグ冷却水送水ラインとを経てスラグホッパ内に逆流し、スラグ排出システムは逆流運転モードとなる。このため、スラグ冷却水送水ラインの上流側部分の内部が逆洗パージされる。
- [0014] したがって、スラグ吸出口の周囲にスラグが堆積していたり、スラグ冷却水送水ラインの内部にスラグが残留していても、この残留したスラグがスラグ冷却水の逆流によってスラグホッパ側に流し戻され、これによってスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。
- [0015] 逆流運転モードにおいては、水供給弁を開くことにより、スラグ冷却水送水ラインまたはスラグ冷却水循環ラインにおける、スラグ分離装置に隣接する区間に水供給ラインから水が供給される。この水としては、スラグホッパに貯留されたスラグ冷却水、あるいは系外から導入される外水が考えられる。このため、循環ポンプの吸込み側が真空になることを防止し、循環ポンプから吐出された水を逆流ラインからスラグ冷却水送水ライン側に逆流させてスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を確実に解消することができる。
- [0016] 逆流ラインは、スラグ冷却水送水ラインにおけるスラグ吸出口からスラグ分離装置までの区間と、スラグ冷却水循環ラインにおける循環ポンプの下流側との間をバイパス的に接続する 1 本の配管であるため、容易に配設するこ

とができる。また、選択供給部は、複数の遮断弁を組み合わせたり、多方向弁を用いたりすることによって比較的容易に構成することができる。しかも、逆流ラインを用いたスラグ冷却水送水ラインの逆洗パージは短時間で完了するため、逆流運転モードを長時間に亘って実行する必要はなく、ガス化炉の運転を中断させることはない。

[0017] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記水供給ラインは、その他端から前記スラグホッパに貯留された前記スラグ冷却水が供給される構成としてもよい。

こうすれば、逆流運転時に水供給弁を開くことにより、スラグホッパに貯留されたスラグ冷却水が水供給ラインを経て循環ポンプに供給される。これにより、系外から外水を引くことなく、系内のスラグ冷却水を有効に利用して逆流運転を行うことができる。

[0018] 上記のように水供給ラインからスラグホッパに貯留された前記スラグ冷却水が供給されたスラグ排出システムにおいて、前記水供給ラインの前記一端を前記スラグ分離装置の下流側に接続してもよい。

こうすれば、スラグ分離装置が故障等により停止した場合にも逆流運転を行うことができる。

[0019] 上記のように水供給ラインからスラグホッパに貯留された前記スラグ冷却水が供給されたスラグ排出システムにおいて、前記水供給ラインの前記一端を前記スラグ分離装置の上流側に接続してもよい。

こうすれば、逆流運転時にスラグホッパに貯留されたスラグ冷却水がスラグ分離装置を通過することによって粗粒スラグを分離されてから循環ポンプに供給される。このため、循環ポンプおよび配管類の摩耗や損傷を防止することができる。

[0020] 前記水供給ラインは、その前記他端が前記スラグ冷却水循環ラインにおける前記スラグホッパへの接続部付近に合流するように接続してもよい。

こうすれば、水供給ラインの他端をスラグホッパに接続するにあたり、ガス化炉およびスラグホッパに新たに穿孔することなく、既存の配管を利用し

て接続することができる。このため、水供給ラインの配設が容易になる。

[0021] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記ガス化炉は、前記炭素含有固体燃料を燃焼してガス化する燃焼部を有し、前記スラグホッパは、前記燃焼部と連通する内側空間を内部に有する内側容器及び該内側容器を覆う外側容器を有し、前記水供給ラインの前記他端は、前記内側容器と前記外側容器との間の外側空間に位置していてもよい。

[0022] 燃焼部で炭素含有固体燃料が燃焼した際に生成されるスラグは、燃焼部と連通する内側空間へ供給される。これにより、内側空間と内側容器によって隔てられている外側空間にはほとんどスラグが存在しない。

上記構成では、水供給ラインの他端が外側空間に位置し、外側空間に貯留されたスラグ冷却水が水供給ラインに供給されている。これにより、水供給ラインの一端をスラグ分離装置の下流側に接続しても、スラグがほとんど含まれていないスラグ冷却水を循環ポンプに供給することができる。このように、スラグ分離装置を介さずに、スラグのほとんど含まれていないスラグ冷却水を循環ポンプに供給することができるので、スラグ分離装置が故障等により停止した場合にも逆流運転を行うことができ、且つ、スラグによる循環ポンプおよび配管類の摩耗や損傷を防止することができる。

[0023] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記選択供給部は、前記スラグ冷却水送水ラインにおける前記逆流ラインの接続部よりも下流側に設けられた送水遮断弁と、前記逆流ラインに設けられた逆流遮断弁と、を備えて構成してもよい。

[0024] 選択供給部を上記構成とすることにより、送水遮断弁を開いて逆流遮断弁を閉じれば通常運転モードとなり、送水遮断弁を閉じて逆流遮断弁を開けば逆流運転モードとなる。本構成により、選択供給部を簡素で信頼性の高い構成とすることができる。

[0025] 前記選択供給部は、前記スラグ冷却水循環ラインにおける前記逆流ラインの接続部よりも下流側に設けられた循環遮断弁をさらに備えていてもよい。

[0026] 選択供給部を上記構成とすれば、逆流運転モードの実行時に循環遮断弁を

閉じる、または開度を小さくすることにより、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水または外水を逆流ラインに優先的に流すことができる。これにより、スラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を確実に迅速に解消することができる。

[0027] 前記スラグ冷却水送水ラインには、前記逆流ラインから流入する流体を前記スラグ吸出口側に送るか前記スラグ分離装置側に送るかを切換える切換え手段が設けられていてもよい。

[0028] 上記構成のように、スラグ冷却水送水ラインに切換え手段を設ければ、切換え手段を切換えることで、逆流ラインからスラグ冷却水送水ラインに流入する流体（例えば、スラグ冷却水や外水）をスラグ吸出口に供給するかスラグ分離装置に供給するかを選択することができる。

したがって、スラグ吸出口の周囲にスラグが堆積していたり、スラグ冷却水送水ラインの内部にスラグが残留していた場合に、逆流ラインを流通する流体をスラグ吸出口に供給するように、切換え手段を切換えれば、スラグ吸出口に供給される流体によって残留したスラグがスラグホッパ側に流し戻され、これによってスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。

また、スラグ分離装置の内部でスラグにより閉塞が発生した場合には、逆流ラインを流通する流体をスラグ分離装置に供給するように、切換え手段を切換えれば、スラグ分離装置に供給される流体によって閉塞の要因となっているスラグが押し流され、スラグ分離装置の内部の閉塞を解消することができる。

[0029] 前記選択供給部および前記水供給弁を制御する制御部をさらに備えた構成としてもよい。これにより、通常運転モードと逆流運転モードの切り替えを自動的に行うことができる。

[0030] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記循環ポンプの吸い込み側の圧力を測定する圧力計をさらに備え、前記制御部は、前記圧力計により測定された圧力データが所定の閾値を超えた時に、前記循環ポンプから吐出され

た前記スラグ冷却水が前記逆流ラインを経て前記スラグホッパに流れるように前記選択供給部を制御する制御部と、をさらに備えた構成としてもよい。

[0031] ガス化炉の起動時、あるいは運転中（通常運転モード）において、スラグ吸出口の周囲やスラグ冷却水送水ラインの内部にスラグが堆積して閉塞気味になると、循環ポンプの吸込み側の圧力が低くなる。この圧力データが所定の閾値を超えると、制御部が選択供給部を制御し、これによって循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水が逆流ラインを経てスラグホッパに逆流する逆流運転モードとなる。このため、スラグの堆積によるスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞が抑制または解消される。

[0032] このようにすれば、循環ポンプの吸込み側に圧力計を設け、その負圧データを制御部に入力して制御部に選択供給部を制御させるという簡素な構成により、スラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を自動的に抑制または解消することができる。

[0033] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記スラグホッパは、その内部に複数のスラグポットが並設され、前記スラグ吸出口は複数の前記スラグポットに対応して複数設けられ、前記スラグ冷却水送水ラインの上流側区間は複数の前記スラグ吸出口に各々接続される複数の送水分岐ラインに分岐され、前記選択供給部は、前記逆流ラインから供給される前記スラグ冷却水または外水を、複数の前記送水分岐ラインに選択的に供給可能な構成としてもよい。

[0034] 上記構成によれば、スラグ排出システムの通常運転モードにおいては一方のスラグポットを使用し、他方のスラグポットを待機状態にしておく。そして、所定の運転時間が経過し、一方のスラグポットからスラグを吸い出す一方の送水分岐ラインがスラグにより閉塞気味になったら、この一方のスラグポットを待機状態とし、他方のスラグポットのスラグを他方の送水分岐ラインで吸い出すように選択供給部を切り替え操作する。

[0035] この切り替え操作を行う際に、選択供給部を操作して、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水を逆流ラインから他方の送水分岐ラインに一時的に流

し、他方の送水分岐ラインの内部をスラグポットに向かって逆洗パージする。即ち、一時的に逆流運転モードに切り替える。

[0036] これにより、待機状態にあった他方の送水分岐ラインの内部にスラグが堆積または残留していても、この残留したスラグをスラグポット側に流し戻し、送水分岐ラインの閉塞の可能性を排除した上で、この送水分岐ラインにより他方のスラグポットのスラグを吸い出させて通常運転を続行することができる。他方のスラグポットから一方のスラグポットに運転を切り替える時も同様に送水分岐ラインの逆洗パージを行う。

[0037] このように、複数のスラグポットを交代で使用し、その交代時に先駆けて一時的に逆流運転モードに切り替えて送水分岐ラインの逆洗パージを行うことにより、ガス化炉の運転を中断させることなく、スムーズに連続運用することができる。

[0038] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記スラグ吸出口は、単一の前記スラグホッパに対して複数設けてもよい。こうすれば、スラグホッパの平面面積に対するスラグ吸出口の吸い込み面積の割合が多くなるため、スラグによってスラグ吸出口が閉塞してしまう確率を低下させる、あるいは閉塞するまでの時間を延ばすことができる。

[0039] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記スラグ冷却水循環ラインから分岐して前記スラグホッパの底部に接続される攪拌ラインと、前記攪拌ラインに接続された攪拌ライン弁と、をさらに備えた構成としてもよい。

[0040] 上記構成によれば、攪拌ライン弁を開くことにより、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水が攪拌ラインを経てスラグホッパの底部から噴射され、スラグ排出システムは攪拌運転モードとなる。これにより、スラグホッパの底部に堆積したスラグを攪拌および希釈して流動化させ、スラグ吸出口から吸い込み易くしてスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。この攪拌ラインを用いてのスラグの攪拌および希釈も短時間で完了するため、攪拌運転モードを長時間に亘って実行する必要はなく、ガス化炉の運転を中断させることはない。

- [0041] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記攪拌ラインは、前記スラグホッパの底部への接続部が複数設けられていてもよい。これにより、スラグホッパの底部に堆積したスラグをより広範囲に攪拌して流動化させ、スラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。
- [0042] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記スラグホッパは、その内部に複数のスラグポットが並設され、前記攪拌ラインの下流側区間は複数の前記スラグポットに各々接続される複数の攪拌分岐ラインに分岐され、前記攪拌ライン弁は、前記攪拌ラインから供給される前記スラグ冷却水を、複数の前記攪拌分岐ラインに選択的に供給可能な構成としてもよい。
- [0043] 上記構成によれば、前述のように複数のスラグポットを交代で使用する場合に、逆流ラインを用いてスラグ冷却水送水ラインの逆洗パージを行う逆流運転モードを実行するとともに、攪拌ライン弁を開いて循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水または外水を複数の攪拌分岐ラインから各スラグポットの底部から噴射させる攪拌運転モードを実行することができる。これにより、各スラグポットの底部に堆積したスラグを攪拌および希釈して流動化させ、スラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。
- [0044] 前記構成のスラグ排出システムにおいて、前記循環ポンプの吸い込み側の圧力を測定する圧力計と、前記圧力計により測定された圧力データが所定の閾値を超えた時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水が前記攪拌ラインを経て前記スラグホッパに供給されるように、前記選択供給部と共に前記攪拌ライン弁を制御する制御部と、をさらに備えた構成としてもよい。
- [0045] 上記構成によれば、通常運転モードの実行時や、逆流運転モードの実行時に、循環ポンプから吐出されたスラグ冷却水または前記外水を攪拌ラインからスラグホッパの底部に噴射させる攪拌運転モードを実行することができる。これにより、スラグホッパの底部に堆積したスラグを攪拌および希釈して

流動化させ、スラグ吸出口から吸い込み易くしてスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を確実に抑制または解消することができる。

[0046] 本発明の第2態様に係るガス化炉は、上記のいずれかのスラグ排出システムを備えており、このガス化炉によれば、上記に記載の各種の作用・効果を奏することができる。

[0047] 本発明の第3態様に係るスラグ排出システムの運転方法は、炭素含有固体燃料をガス化するガス化炉の底部のスラグホッパに受容されたスラグをスラグ冷却水と共に循環ポンプによりスラグ吸出口から吸い出してスラグ冷却水送水ラインを通してスラグ分離装置に送るものであって、前記スラグ吸出口が前記スラグによって閉塞した時、または閉塞の予兆がある時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水を前記スラグ冷却水送水ラインに送り、前記スラグ吸出口から前記スラグホッパ内に逆流させる逆流工程を備えるものである。

[0048] 上記のスラグ排出システムの運転方法によれば、逆流工程の実行時において、循環ポンプから吐出されるスラグ冷却水がスラグ冷却水循環ラインに逆流する。この逆流は一時的でよい。これにより、スラグ冷却水循環ラインの内部がスラグホッパに向かって逆洗パージされる。したがって、スラグ吸出口の周囲や、スラグ冷却水送水ラインの内部にスラグが堆積している場合に、この堆積したスラグがスラグホッパ側に流し戻され、これによってスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。

[0049] 上記のスラグ排出システムの運転方法において、前記スラグ吸出口が前記スラグによって閉塞した時、または閉塞の予兆がある時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水を前記スラグホッパの底部から該スラグホッパ内に噴射させる攪拌工程をさらに備えたものとしてもよい。

[0050] 上記のスラグ排出システムの運転方法によれば、攪拌工程の実行時において、循環ポンプから吐出されるスラグ冷却水が、スラグホッパの底部から該スラグホッパ内に噴射される。この噴射は一時的でよい。これにより、スラ

グホッパの底部に堆積したスラグを攪拌および希釈して流動化させ、スラグ吸出口から吸い込み易くしてスラグ吸出口およびスラグ冷却水送水ラインの閉塞を抑制または解消することができる。

[0051] 上記のスラグ排出システムの運転方法において、前記循環ポンプの吸い込み側の圧力を測定する圧力測定工程と、前記圧力測定工程により測定した圧力データに基づいて、前記スラグ吸出口の閉塞状態を判定する閉塞判定工程と、をさらに有し、前記閉塞判定工程では、前記圧力測定工程において測定された圧力データが所定の閾値を超えた時に、前記逆流工程または前記攪拌工程を実行させるようにしてもよい。

[0052] ガス化炉の起動時、あるいは運転中（通常運転モード）において、スラグ吸出口の周囲や、スラグ冷却水送水ラインの内部にスラグが堆積して閉塞気味になると、循環ポンプの吸込み側の圧力が低くなる。

[0053] したがって、この圧力を測定する圧力測定工程を実行することで、スラグ吸出口が閉塞している、あるいは閉塞しつつあることを閉塞判定工程にて判定することができる。そして、循環ポンプの吸い込み側の圧力が所定の閾値まで低下した場合に、閉塞判定工程においてスラグ吸出口が閉塞したと判定され、逆流工程または攪拌工程が実行される。この運転方法によれば、簡素な構成によってスラグ吸出口の閉塞を自動的に抑制または解消することができる。

[0054] 本発明の第4態様に係るスラグ排出システムの運転方法は、炭素含有固体燃料をガス化するガス化炉の底部のスラグホッパに受容されたスラグをスラグ冷却水と共に循環ポンプによりスラグ吸出口から吸い出してスラグ冷却水送水ラインを通してスラグ分離装置に送るスラグ排出システムの運転方法であって、前記スラグ分離装置の内部で前記スラグによる閉塞が生じた時、または閉塞の予兆がある時に、前記循環ポンプから吐出された流体を前記スラグ冷却水送水ラインに送り、該スラグ冷却水送水ラインから前記スラグ分離装置に供給される分離装置洗浄工程を備える。

[0055] 上記のスラグ排出システムの運転方法によれば、分離装置洗浄工程の実行

時において、循環ポンプから吐出される流体が、スラグ分離装置に供給される。この供給は一時的でよい。これにより、スラグ分離装置の内部で閉塞を生じさせているスラグを押し流し、スラグ分離装置の内部の閉塞を解消することができる。

発明の効果

[0056] 以上のように、本発明に係るスラグ排出システム、これを備えたガス化炉、およびスラグ排出システムの運転方法によれば、簡素な構成により、ガス化炉の底部からスラグを吸い出すスラグ吸出口がスラグによって閉塞することを抑制または解消し、ガス化炉の運転を順調に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0057] [図1]本発明の第1実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システムの概略構成図である。

[図2]第1実施形態における運転モードと各弁の開閉状態の相関関係を示す図表である。

[図3]本発明に係るスラグ排出システムの運転制御の流れを示すフローチャートである。

[図4]本発明の第2実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システムの概略構成図である。

[図5]第2実施形態における運転モードと各弁の開閉状態の相関関係を示す図表である。

[図6]本発明の第3実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システムの概略構成図である。

[図7]本発明の第4実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システムの概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0058] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システム

の概略構成図である。このスラグ排出システム 1 A は、例えば石炭ガス化複合発電プラント（IGCC：Integrated Coal Gasification Combined Cycle）において、石炭（炭素含有固体燃料）をミル等で粉砕した微粉炭を空気や酸素等のガス化剤とともに炉内に投入して熱分解し、ガス化するガス化炉 2 に備えられている。なお、石炭に限らず、例えば間伐材、廃材木、流木、草類、廃棄物、汚泥、古タイヤ等のバイオマス燃料など、他の炭素含有固体燃料をガス化するガス化炉に置き換えてもよい。また、このスラグ排出システム 1 A は、発電プラントに限らず、例えば化学プラントにおけるガス化炉等にも適用することができる。

[0059] ガス化炉 2 は、例えば加圧型噴流床式のガス化炉となっており、略円筒形状の内側容器 2 a と、この内側容器 2 a と同心状に周囲を包囲する略円筒形状の外側容器 2 b とを備えている。内側容器 2 a の内部には、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（燃焼部）2 c と、コンバスタ 2 c からの熱量を得て微粉炭をガス化するリダクタ（燃焼部）2 d とが上下二段に配置されている。すなわち、ガス化炉 2 では、内側容器 2 a の内部で微粉炭の燃焼及びガス化が行われる。

[0060] ガス化炉 2 の底部にはスラグホッパ 5 が設けられており、その内部にスラグ冷却水 W が貯留されている。スラグホッパ 5 は、内側容器 2 a の内部に位置する内側空間 5 c と、内側容器 2 a の外周面と外側容器 2 b の内周面との間に形成された外側空間 5 d とに区画されている。内側空間 5 c は、コンバスタ 2 c 及びリダクタ 2 d が配置された空間と連通している。内側容器 2 a には、連通穴 5 e が設けられていて、連通穴 5 e によって内側空間 5 c と外側空間 5 d とは連通している。連通穴 5 e は、ガス化炉 2 の運転時におけるスラグホッパ 5 内に貯留するスラグ冷却水 W の水面よりも下方に位置している。すなわち、ガス化炉 2 の運転時において、スラグ冷却水 W は、連通穴 5 e を介して内側空間 5 c 内と外側空間 5 d 内とを移動可能となっている。これにより、内側空間 5 c 内に貯留するスラグ冷却水 W の水面と外側空間 5 d 内に貯留するスラグ冷却水 W の水面とは、一定に保たれている。

- [0061] ガス化炉 2 に投入された微粉炭中の灰分はコンバスタ 2 c で溶融後、液状の溶融スラグ S としてコンバスタ 2 c 下部のスラグホール（非図示）から、重力によりスラグホッパ 5 の内側空間 5 c に貯留しているスラグ冷却水 W 中に落下し、急冷されることにより固化して破碎され、スラグ排出システム 1 A によってガス化炉 2 の系外に排出される。すなわち、スラグ S は、スラグホッパ 5 における内側空間 5 c 内に堆積し、外側空間 5 d にはほとんど堆積しない。スラグ排出システム 1 A は、次のように構成されている。
- [0062] スラグホッパ 5 の内側空間 5 c にはスラグライン 7 が接続されている。このスラグライン 7 は、スラグホッパ 5 の底部 5 a から破碎されたスラグ S を排出するスラグ冷却水送水ライン 7 A と、一端がスラグ分離装置 10 を介してスラグ冷却水送水ライン 7 A に接続され、他端がスラグホッパ 5 に接続されたスラグ冷却水循環ライン 7 B と、逆流ライン 7 R とを備えて構成されている。
- [0063] スラグ冷却水送水ライン 7 A の上流端はスラグ吸出口 7 p とされ、スラグ吸出口 7 p は、スラグホッパ 5 の内側空間 5 c に位置している。また、スラグ吸出口 7 p は、スラグホッパ 5 の底部 5 a よりも上方に離間して鉛直下方に向かって開口している。このスラグ吸出口 7 p からスラグホッパ 5 の内側空間 5 c 内の破碎されたスラグ S とスラグ冷却水 W との混合物であるスラグスラリー S + W が吸い出される。スラグライン 7 の内部にはガス化炉 2 の運転圧力と同等の圧力が作用する。
- [0064] スラグライン 7 の途中に接続されたスラグ分離装置 10 は、スラグスラリーからスラグ S を分離するものであり、例えば遠心分離装置（液体サイクロン等）が好適であるが、ストレーナやフィルタのような濾過式の分離手段を用いてもよい。スラグ吸出口 7 p から吸い出されたスラグスラリーは、スラグ冷却水送水ライン 7 A を流れる水流によってスラグ分離装置 10 に移送される。
- [0065] スラグ分離装置 10 の下部にはロックホッパ 13 と排出弁 14 とが接続されている。ロックホッパ 13 は、スラグ分離装置 10 にてスラグ冷却水 W か

ら分離されたスラグSを所定量貯留するホッパであり、定期的に排出弁14が開かれてスラグの払い出しが行われる。払い出されたスラグSは図示しない運搬車両等によってガス化炉2の系外に搬出される。

[0066] スラグ冷却水循環ライン7Bにおいて、スラグ分離装置10の下流側には、圧力計16と循環ポンプ20と冷却器22とがこの順で接続されている。スラグ冷却水循環ライン7Bの通常運転モード（後述）におけるスラグ冷却水W流れの下流端は、スラグホッパ5におけるスラグ冷却水Wの浅層部に相当する高さに設けられた還流部5bに接続されている。即ち、スラグライン7は、スラグホッパ5の内側空間5cから延出して再びスラグホッパ5の内側空間5cにおける還流部5bに繋がるループ状の管路に構成されている。

[0067] このようにループ状に配設されたスラグライン7において、そのスラグ吸出口7pからスラグ分離装置10までの区間を構成するスラグ冷却水送水ライン7Aと、循環ポンプ20からスラグホッパ5の還流部5bまでの区間を構成するスラグ冷却水循環ライン7Bにおける循環ポンプ20の下流側との間が逆流ライン7Rによってバイパス状に接続されている。

[0068] スラグ冷却水送水ライン7Aにおける逆流ライン7Rとの接続部の下流側には送水遮断弁25が接続され、スラグ冷却水循環ライン7Bにおける逆流ライン7Rとの接続部の下流側には循環遮断弁26が接続されている。また、逆流ライン7Rには逆流遮断弁27が接続されている。

[0069] スラグ冷却水送水ライン7A、またはスラグ冷却水循環ライン7Bにおける、スラグ分離装置10に隣接する区間に水供給ライン23の一端が接続されている。本実施形態では、この水供給ライン23の一端（図1中の右端）がスラグ冷却水送水ライン7Aにおけるスラグ分離装置10の上流側に接続されている。水供給ライン23の他端（図1中の左端）は、スラグ冷却水循環ライン7Bにおけるスラグホッパ5への接続部付近、即ち循環遮断弁26とスラグホッパ5の還流部5bとの間の区間に接続されている。これにより、水供給ライン23の他端からスラグホッパ5に貯留されたスラグ冷却水Wが供給される。この水供給ライン23には水供給弁28が接続されている。

- [0070] 水供給ライン23の一端（図1中の右端）は、上記のようにスラグ分離装置10の上流側（送水遮断弁25とスラグ分離装置10との間の区間）に接続してもよいし、図1中に符号23aで示すように、スラグ分離装置10の下流側（スラグ分離装置10と循環ポンプ20との間の区間）に接続してもよい。
- [0071] また、水供給ライン23とともに、スラグライン7の系外から外水を供給可能にする別の水供給ライン23A、23Bを設けてもよい。例えば水供給ライン23Aはスラグ分離装置10と循環ポンプ20との間の区間に接続されて水供給弁28Aが設けられ、水供給ライン23Bは送水遮断弁25とスラグ分離装置10との間の区間に接続されて水供給弁28Bが設けられている。
- [0072] 送水遮断弁25、循環遮断弁26、逆流遮断弁27、水供給弁28、28A、28Bは、手動で開閉される弁であってもよいが、本実施形態では制御部35Aによって電氣的に開閉制御される電磁弁とされている。
- [0073] 上記の各遮断弁25、26、27によって選択供給部DAが構成されている。この選択供給部DAは、循環ポンプ20から吐出されたスラグ冷却水W（または水供給ライン23A、23Bから供給された外水）を、還流部5bと、スラグ吸出口7pとのいずれかに選択的に供給可能にするものである。
- [0074] 一方、スラグ冷却水循環ライン7Bにおける循環ポンプ20と還流部5bとの間の区間から分岐してスラグホッパ5の底部5aに接続される攪拌ライン7Sが配設されており、この攪拌ライン7Sには攪拌ライン弁30が接続されている。この攪拌ライン弁30も制御部35Aによって電氣的に開閉制御される電磁弁である。
- [0075] 以上のように構成されたスラグ排出システム1Aは、図2の図表に示すように、「通常運転モード」、「逆流運転モード」、「攪拌運転モード」の3つの運転モードを備えている。
- [0076] 通常運転モードにおいて、制御部35Aは、循環ポンプ20から吐出されたスラグ冷却水Wが逆流ライン7Rおよび攪拌ライン7Sを通らずにスラグ

冷却水循環ライン 7 B のみを通してスラグホッパ 5 の還流部 5 b に流れるように選択供給部 D A および攪拌ライン弁 3 0 を操作する。即ち、図 2 の通り、送水遮断弁 2 5 と循環遮断弁 2 6 が開かれ、逆流遮断弁 2 7 と攪拌ライン弁 3 0 が閉じられる。また、水供給弁 2 8 も閉じられる。これにより、スラグライン 7 中に、スラグ吸出口 7 p からスラグ分離装置 1 0 への水流が形成され、スラグホッパ 5 の底部 5 a に堆積したスラグスラリー S + W がスラグ冷却水送水ライン 7 A のスラグ吸出口 7 p から吸い出されてスラグ分離装置 1 0 に送給される。

[0077] スラグ分離装置 1 0 においてスラグ S はスラグ冷却水 W から分離されてロックホッパ 1 3 に貯留され、定期的に排出弁 1 4 から排出されてガス化炉 2 の系外に搬出される。そして、スラグ S を除去されたスラグ冷却水 W のみが循環ポンプ 2 0 に吸入・吐出されてスラグ冷却水循環ライン 7 B を通り、さらに冷却器 2 2 で所定の温度まで冷却されてから還流部 5 b を経てスラグホッパ 5 の内側空間 5 c に還流する。還流したスラグ冷却水 W は再びスラグホッパ 5 の内側空間 5 c の底部 5 a に堆積したスラグ S と共にスラグ冷却水送水ライン 7 A のスラグ吸出口 7 p から吸い出されてスラグ分離装置 1 0 に送給される。

[0078] また、逆流運転モードにおいて、制御部 3 5 A は、循環ポンプ 2 0 から吐出されたスラグ冷却水 W が逆流ライン 7 R 側に流れるように選択供給部 D A および水供給弁 2 8、攪拌ライン弁 3 0 を操作する。即ち、図 2 の通り、送水遮断弁 2 5 と循環遮断弁 2 6 と攪拌ライン弁 3 0 が閉じられ、逆流遮断弁 2 7 と水供給弁 2 8 が開かれる。必要に応じて水供給ライン 2 3 A (2 3 B) の水供給弁 2 8 A (2 8 B) も開かれる。

[0079] これにより、循環ポンプ 2 0 から吐出されたスラグ冷却水 W (外水) が、逆流ライン 7 R とスラグ冷却水送水ライン 7 A とを経たスラグホッパ 5 内に逆流する。このため、スラグ冷却水送水ライン 7 A の上流側部分の内部が逆流洗浄され、スラグ吸出口 7 p の周囲にスラグ S が堆積していたり、スラグ冷却水送水ライン 7 A の内部にスラグ S が残留していても、このスラグ S

がスラグ冷却水Wまたは外水の逆流によってスラグホッパ5側に流し戻され、これによってスラグ冷却水送水ライン7Aの閉塞が抑制または解消される。

[0080] この逆流運転モードにおいては、水供給弁28が開かれることにより、スラグホッパ5の内側空間5cに貯留されているスラグ冷却水Wが、水供給ライン23とスラグライン7（7A，7B）とを経て循環ポンプ20に供給される。このため、循環ポンプ20の吸込み側が真空になることが防止され、循環ポンプ20から吐出されたスラグ冷却水W（外水）を逆流ライン7Rからスラグ冷却水送水ライン7A側に逆流させてスラグ吸出口7pおよびスラグ冷却水送水ライン7Aの閉塞を確実に解消することができる。

[0081] 逆流運転モードにおいてスラグホッパ5に貯留されたスラグ冷却水Wを循環ポンプ20の吸込み側に供給する水供給ライン23を設けたことにより、スラグライン7の系外から多くの外水を引くことなく、あるいは外水を全く引くことなく、系内のスラグ冷却水Wを有効に利用して逆流運転を行うことができる。

[0082] 本実施形態では、逆流運転モードにおいて、スラグホッパ5の内側空間5cに貯留するスラグ冷却水Wを抽水しているので、スラグ冷却水WにスラグSが混在する可能性があるが、水供給ライン23の一端をスラグ分離装置10の上流側に接続したことにより、逆流運転時にスラグ冷却水Wがスラグ分離装置10を通過することによって粗粒スラグを分離されてから循環ポンプ20に供給される。このため、循環ポンプ20および配管類（7A，7B，7R）の摩耗や損傷を防止することができる。なお、本実施形態では、スラグ冷却水Wを抽水する還流部5bが、スラグ冷却水Wの浅層部に相当する高さに設けられているので、抽水するスラグ冷却水Wには、堆積するスラグSが混在し難くなっている。これにより、逆流運転モード及び後述する攪拌運転モードにおけるスラグ分離装置10にかかる負荷を低減することができる。

[0083] また、水供給ライン23の一端を、符号23aで示すようにスラグ分離装

置 10 の下流側に接続することにより、スラグ分離装置 10 が故障等により停止した場合においても逆流運転および後述する攪拌運転を行うことができる。

[0084] 水供給ライン 23 の他端をスラグ冷却水循環ライン 7 B における循環遮断弁 26 とスラグホッパ 5 の還流部 5 b との間の区間に接続したことにより、ガス化炉 2 およびスラグホッパ 5 に新たに穿孔することなく、既存の配管（7 B）を利用して水供給ライン 23 の他端をスラグホッパ 5 に接続することができる。このため、水供給ライン 23 の配設が容易になる。

[0085] 攪拌運転モードにおいて、制御部 35 A は、循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水 W が攪拌ライン 7 S を経てスラグホッパ 5 の底部 5 a に噴射されるように選択供給部 D A および水供給弁 28、攪拌ライン弁 30 を操作する。即ち、図 2 の通り、送水遮断弁 25 と循環遮断弁 26 と逆流遮断弁 27 が閉じられ、水供給弁 28 と攪拌ライン弁 30 が開かれる。必要に応じて水供給ライン 23 A（23 B）の水供給弁 28 A（28 B）も開かれる。

[0086] これにより、循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水 W（外水）が、攪拌ライン 7 S を経てスラグホッパ 5 の底部 5 a から噴射される。このため、スラグホッパ 5 の底部 5 a に堆積したスラグ S を攪拌および希釈して流動化させ、スラグ冷却水送水ライン 7 A のスラグ吸出口 7 p から吸い込み易くしてスラグ吸出口 7 p やスラグ冷却水送水ライン 7 A の閉塞を抑制することができる。

[0087] このスラグ排出システム 1 A において、逆流ライン 7 R は、スラグホッパ 5 から延出して再びスラグホッパ 5 の還流部 5 b に繋がるループ状のスラグライン 7 における、スラグ吸出口 7 p からスラグ分離装置 10 までのスラグ冷却水送水ライン 7 A と、循環ポンプ 20 からスラグホッパ 5 への還流部 5 b までのスラグ冷却水循環ライン 7 B との間をバイパス状に接続する 1 本の配管であるため、容易に配設することができる。

[0088] また、選択供給部 D A は、本実施形態のように複数の遮断弁 25、26、27 を組み合わせたり、多方向弁を用いたりすることによって比較的容易に

構成することができる。したがって、スラグ排出システム 1 A の構成を複雑化させる懸念がない。

さらに、攪拌ライン 7 S も、スラグ冷却水循環ライン 7 B とスラグホッパ 5 の底部 5 a との間を接続する単純な配管であり、その中間に攪拌ライン弁 3 O を設けるだけなので、スラグ排出システム 1 A の構成を複雑化させることなく設置することができる。

[0089] 選択供給部 D A に循環遮断弁 2 6 を設けたことにより、逆流運転モードの実行時に循環遮断弁 2 6 を閉じる、または開度を小さくすることにより、循環ポンプ 2 O から吐出されたスラグ冷却水 W または外水を逆流ライン 7 R に優先的に流すことができる。これにより、スラグ吸出口 7 p およびスラグ冷却水送水ライン 7 A の閉塞を確実に迅速に解消することができる。

[0090] 逆流ライン 7 R を用いたスラグ冷却水送水ライン 7 A の逆洗パージや、攪拌ライン 7 S を用いてのスラグ S の攪拌および希釈は、いずれも短時間で完了するため、逆流運転モードおよび攪拌運転モードを長時間に亘って実行する必要はなく、ガス化炉 2 の運転を中断させることはない。この逆流運転モードと攪拌運転モードとを順次、または同時に実行することにより、スラグ冷却水送水ライン 7 A の内部や、スラグホッパ 5 の底部 5 a にスラグ S が残留、あるいは堆積していても、このスラグ S によってスラグ吸出口 7 p やスラグ冷却水送水ライン 7 A が閉塞することを抑制し、スラグ吸出口 7 p からスラグ S を吸い込み易くして、ガス化炉 2 の運転を順調に行うことができる。

[0091] 通常運転モード、逆流運転モード、攪拌運転モードの切り替えは、オペレーターがスラグ吸出口 7 p の状態を監視しながら制御部 3 5 A を操作することによって人為的に行ってもよいが、循環ポンプ 2 O の吸い込み側の圧力を測定する圧力計 1 6 のデータを基にして制御部 3 5 A に自動的に切り替えさせることもできる。

[0092] つまり、ガス化炉 2 の起動時、あるいは通常運転モードにおいて、スラグ吸出口 7 p の周囲やスラグ冷却水送水ライン 7 A の内部にスラグ S が堆積し

て閉塞気味になると、循環ポンプ 20 の吸込み側の圧力が低くなる。この圧力データが所定の閾値を超えた時に、制御部 35 A に選択供給部 D A 及び水供給弁 28 を制御させて通常運転モードを逆流運転モードにし、スラグ冷却水送水ライン 7 A の内部を逆洗パージしてスラグ吸出口 7 p およびスラグ冷却水送水ライン 7 A の閉塞を抑制または解消させる。

[0093] あるいは、上記圧力データが所定の閾値を超えた時に、制御部 35 A に選択供給部 D A および水供給弁 28、攪拌ライン弁 30 を制御させ、逆流運転モードの実行時と同時、あるいは逆流運転モードに続いて攪拌運転モードを実行し、スラグホッパ 5 の底部 5 a に堆積しているスラグ S を攪拌、希釈してスラグ吸出口 7 p から吸い込み易くし、スラグ吸出口 7 p およびスラグ冷却水送水ライン 7 A の閉塞を抑制または解消することができる。

[0094] このようにすれば、循環ポンプ 20 の吸い込み側に圧力計 16 を設け、その圧力データを制御部 35 A に入力して制御部 35 A に選択供給部 D A、水供給弁 28、攪拌ライン弁 30 を制御させるという簡素な構成により、スラグ吸出口 7 p およびスラグ冷却水送水ライン 7 A の閉塞を自動的に抑制することができる。

[0095] 図 3 は、スラグ排出システム 1 A の運転制御の流れを示すフローチャートである。この流れを説明すると、ガス化炉 2 の起動時、および運転開始後に、圧力計 16 により循環ポンプ 20 の吸い込み側の圧力を計測して制御部 35 A に入力する圧力測定工程が実行される（ステップ S 1）。次に、制御部 35 A において、入力された圧力データに基づきスラグ吸出口 7 p の閉塞状態を判定する閉塞判定工程が実行される（ステップ S 2）。

[0096] 閉塞判定工程 S 2 においてスラグ吸出口 7 p が閉塞していないと判定された場合、即ち循環ポンプ 20 の吸い込み側の圧力が所定の閾値に達していない場合には、制御は元に戻り、圧力測定工程 S 1 と閉塞判定工程 S 2 とが反復される。

また、閉塞判定工程 S 2 においてスラグ吸出口 7 p が閉塞している、または閉塞の予兆があると判定された場合、即ち循環ポンプ 20 の吸い込み側の

圧力が所定の閾値に達した場合には、逆流工程（ステップＳ３）および攪拌工程（ステップＳ４）のいずれか、または両方が実行される。逆流工程Ｓ３および攪拌工程Ｓ４の実行時間は短時間でよい。

これにより、前述のようにスラグ吸出口７ｐおよびスラグ冷却水送水ライン７Ａの閉塞が抑制または解消される。その後、制御は元に戻り、運転中は各ステップＳ１～Ｓ４が反復される。

[0097] このように、循環ポンプ２０の吸い込み側の圧力を測定する圧力測定工程Ｓ１と、この圧力測定工程Ｓ１により測定した圧力データに基づいて、スラグ吸出口７ｐの閉塞状態を判定する閉塞判定工程Ｓ２とを備え、閉塞判定工程Ｓ２にてスラグ吸出口７ｐが閉塞したと判定された時、または閉塞の予兆がある時と判定された時に、逆流工程Ｓ３および攪拌工程Ｓ４を実行するようにした。この運転方法によれば、簡素な構成によりスラグ吸出口７ｐおよびスラグ冷却水送水ライン７Ａの閉塞を自動的に抑制または解消することができる。

[0098] なお、循環ポンプ２０の吸い込み側の圧力が所定の閾値に達していない場合であっても、定期的且つ瞬間的に攪拌工程Ｓ４を実行してスラグホッパ５内のスラグＳを攪拌することにより、スラグＳによってスラグ吸出口７ｐおよびスラグ冷却水送水ライン７Ａが閉塞することを未然に防止することができる。

[0099] [第２実施形態]

図４は、本発明の第２実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システムの概略構成図である。このスラグ排出システム１Ｂは、基本的には第１実施形態のスラグ排出システム１Ａと同様な構成を備えているが、スラグホッパ５の内側空間５ｃ中に複数（例えば２基）のスラグポット５Ａ、５Ｂが並設されている点と、スラグ冷却水送水ライン７Ａの上流側区間、および逆流ライン７Ｒの下流側区間、ならびに攪拌ライン７Ｓの下流側区間が複数に分岐されている点が異なる。図１と同一の符号が付してある各部分は第１実施形態と同一の構成であるため、重複する説明は省略する。

- [0100] スラグ冷却水送水ライン7 Aの上流側区間は、2基のスラグポット5 A、5 Bに各々接続される2本の送水分岐ライン7 A a、7 A bに分岐しており、その各々の先端にスラグ吸出口7 p a、7 p bが設けられている。これら2本の送水分岐ライン7 A a、7 A bにはそれぞれ送水遮断弁2 5 a、2 5 bが接続されている。
- [0101] 逆流ライン7 Rの下流側区間は、2本の送水分岐ライン7 A a、7 A bにそれぞれ接続される2本の逆流分岐ライン7 R a、7 R bに分岐しており、その各々に逆流遮断弁2 7 a、2 7 bが接続されている。スラグ冷却水循環ライン7 Bに循環遮断弁2 6が接続されている点は第1実施形態と同様である。
- [0102] 上記の各遮断弁2 5 a、2 5 b、2 6、2 7 a、2 7 bと、逆流分岐ライン7 R a、7 R bとによって選択供給部D Bが構成されている。この選択供給部D Bは、循環ポンプ2 0から吐出されたスラグ冷却水W（外水）を、還流部5 bと、スラグ吸出口7 p a、7 p bとのいずれかに選択的に供給可能にするとともに、逆流ライン7 Rから供給されるスラグ冷却水W（外水）を、複数の送水分岐ライン7 A a、7 A bに選択的に供給するものである。各遮断弁2 5 a、2 5 b、2 6、2 7 a、2 7 b、および水供給弁2 8、2 8 A、2 8 Bは手動で開閉される弁でもよいが、本実施形態では制御部3 5 Bによって電氣的に開閉制御される電磁弁とされている。
- [0103] 一方、攪拌ライン7 Sの下流側区間は、2基のスラグポット5 A、5 Bの底部5 aに各々接続される2本の攪拌分岐ライン7 S a、7 S bに分岐しており、その各々に攪拌ライン弁3 0 a、3 0 bが接続されている。これらの攪拌ライン弁3 0 a、3 0 bも制御部3 5 Bによって電氣的に開閉制御される遮断弁であり、攪拌ライン7 Sから供給されるスラグ冷却水W（外水）を、複数の攪拌分岐ライン7 S a、7 S bに選択的に供給する弁である。
- [0104] 以上のように構成されたスラグ排出システム1 Bは、第1実施形態のスラグ排出システム1 Aと同じく、図5の図表に示すように、「通常運転モード」、「逆流運転モード」、「攪拌運転モード」の3つの運転モードを備えて

いる。

[0105] 通常運転モードにおいて、制御部 35 B は、循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水 W が逆流ライン 7 R および攪拌ライン 7 S を通らずにスラグ冷却水循環ライン 7 B のみを通してスラグホッパ 5（スラグポット 5 A，5 B）の還流部 5 b に流れるように選択供給部 D B および攪拌ライン弁 30 a，30 b を操作する。即ち、図 5 の通り、送水遮断弁 25 a，25 b の一方が開かれて他方が閉じられるとともに、循環遮断弁 26 が開かれ、逆流遮断弁 27 a，27 b と攪拌ライン弁 30 a，30 b とが閉じられる。また、水供給弁 28 も閉じられる。

[0106] これにより、送水遮断弁 25 a，25 b が開いている方の送水分岐ライン 7 A a または 7 A b 中に、スラグ吸出口 7 p a または 7 p b からスラグ分離装置 10 への水流が形成され、スラグポット 5 A または 5 B の底部 5 a に堆積したスラグスラリー S + W がスラグ吸出口 7 p a または 7 p b から吸い出されてスラグ分離装置 10 に送給される。スラグ分離装置 10 にてスラグ S を分離されたスラグ冷却水 W はスラグ冷却水循環ライン 7 B と還流部 5 b とを経てスラグポット 5 A，5 B に還流する。

[0107] また、逆流運転モードにおいて、制御部 35 B は、循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水 W が逆流ライン 7 R の逆流分岐ライン 7 R a または 7 R b を通るように選択供給部 D B および攪拌ライン弁 30 a，30 b、水供給弁 28 を操作する。即ち、図 5 の通り、送水遮断弁 25 a，25 b と循環遮断弁 26 と攪拌ライン弁 30 a，30 b とが閉じられるとともに、逆流遮断弁 27 a，27 b の一方が開かれて他方が閉じられ、水供給弁 28 は開かれる。これにより、循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水 W が、逆流ライン 7 R の逆流分岐ライン 7 R a または 7 R b を通り、さらに送水分岐ライン 7 A a または 7 A b を通ってスラグポット 5 A または 5 B に逆流する。循環ポンプ 20 の吸い込み側には水供給ライン 23 からスラグホッパ 5 に貯留されているスラグ冷却水 W が供給される。

[0108] このため、送水分岐ライン 7 A a または 7 A b のいずれかの上流側部分の

内部が逆洗パージされ、スラグ吸出口 7 p a または 7 p b の周囲にスラグ S が堆積していたり、送水分岐ライン 7 A a または 7 A b の内部にスラグ S が残留していても、このスラグ S がスラグ冷却水 W または外水の逆流によってスラグポット 5 A または 5 B 側に流し戻され、これによって送水分岐ライン 7 A a または 7 A b の閉塞が抑制または解消される。

[0109] 上記構成によれば、スラグ排出システム 1 B の通常運転モードにおいては一方のスラグポット 5 A を使用し、他方のスラグポット 5 B を待機状態にしておく（逆でもよい）。つまり、送水遮断弁 2 5 a を開き、送水遮断弁 2 5 b を閉じる。そして、所定の運転時間が経過し、一方のスラグポット 5 A からスラグ S を吸い出す一方の送水分岐ライン 7 A a がスラグ S により閉塞気味になったら、この一方のスラグポット 5 A を待機状態とし、他方のスラグポット 5 B のスラグ S を他方の送水分岐ライン 7 A b で吸い出すように選択供給部 D B を切り替え操作する。つまり、送水遮断弁 2 5 a を閉じ、送水遮断弁 2 5 b を開く。

[0110] この切り替え操作を行う際に、選択供給部 D B を操作して、循環ポンプ 2 0 から吐出されたスラグ冷却水 W または外水を逆流ライン 7 R から他方の送水分岐ライン 7 A b に一時的に流し、他方の送水分岐ライン 7 A b の内部をスラグポット 5 B に向かって逆洗パージする。即ち、一時的に逆流運転モードに切り替える。

[0111] これにより、待機状態にあった他方の送水分岐ライン 7 A b の内部にスラグ S が堆積または残留していても、この残留したスラグ S をスラグポット 5 B 側に流し戻し、送水分岐ライン 7 A b の閉塞の可能性を排除した上で、この送水分岐ライン 7 A b により他方のスラグポット 5 B のスラグ S を吸い出させて通常運転を続行することができる。他方のスラグポット 5 B から一方のスラグポット 5 A に運転を切り替える時も同様に送水分岐ライン 7 A a の逆洗パージを行う。

[0112] このように、複数のスラグポット 5 A, 5 B を交代で使用し、その交代時に先駆けて一時的に逆流運転モードに切り替えて送水分岐ライン 7 A a, 7

A b の逆洗パージを行うことにより、ガス化炉 2 の運転を中断させることなく、スムーズに連続運用することができる。

[0113] また、攪拌運転モードにおいて、制御部 3 5 B は、循環ポンプ 2 0 から吐出されたスラグ冷却水 W が攪拌ライン 7 S の攪拌分岐ライン 7 S a または 7 S b のいずれかを經てスラグポット 5 A または 5 B の底部 5 a に噴射されるように選択供給部 D B および攪拌ライン弁 3 0 a, 3 0 b、水供給弁 2 8 を操作する。即ち、図 5 の通り、送水遮断弁 2 5 a, 2 5 b と循環遮断弁 2 6 と逆流遮断弁 2 7 a, 2 7 b とが閉じられるとともに、攪拌ライン弁 3 0 a, 3 0 b の一方が開かれて他方が閉じられ、水供給弁 2 8 は開かれる。これにより、循環ポンプ 2 0 から吐出されたスラグ冷却水 W と、水供給ライン 2 3 A, 2 3 B から供給された外水とが、攪拌分岐ライン 7 S a または 7 S b を經てスラグポット 5 A または 5 B の底部 5 a に噴射される。

[0114] 上記構成によれば、前述のように複数のスラグポット 5 A, 5 B を交代で使用する場合に、逆流ライン 7 R を用いて送水分岐ライン 7 A a, 7 A b の逆洗パージを行う逆流運転モードを実行するとともに、攪拌ライン弁 3 0 a, 3 0 b を開くことにより、循環ポンプ 2 0 から吐出されたスラグ冷却水 W を複数の攪拌分岐ライン 7 S a, 7 S b からスラグポット 5 A, 5 B の底部 5 a に噴射する攪拌運転モードを実行することができる。これにより、スラグポット 5 A, 5 B の底部 5 a に堆積したスラグ S を攪拌および希釈して流動化させ、送水分岐ライン 7 A a, 7 A b のスラグ吸出口 7 p a, 7 p b から吸い込み易くして送水分岐ライン 7 A a, 7 A b の閉塞を抑制することができる。

[0115] このような、通常運転モード、逆流運転モードを、攪拌運転モードの切り替えは、人為的に行ってもよいが、第 1 実施形態のスラグ排出システム 1 A と同様に、圧力計 1 6 のデータを基にして制御部 3 5 B に自動的に切り替えさせるようにしてもよい。

[0116] [第 3 実施形態]

図 6 は、本発明の第 3 実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システム

の概略構成図である。このスラグ排出システム 1 C は、単一のスラグホッパ 5 に対して複数のスラグ吸出口 7 p c, 7 p d が設けられている点と、攪拌ライン 7 S のスラグホッパ 5 の内側空間 5 c の底部 5 a への接続部 7 S c が複数に分岐して接続されている点において第 1 実施形態のスラグ排出システム 1 A と相違し、その他の点で一致している。したがって、各同一構成部には同一符号を付して説明は省略する。

[0117] スラグライン 7 の上流部を構成するスラグ冷却水送水ライン 7 A は、スラグホッパ 5 に向かって例えば 2 本の送水分岐ライン 7 A c, 7 A d に分岐しており、その各々の先端にスラグ吸出口 7 p c, 7 p d が設けられている。2 本の送水分岐ライン 7 A c, 7 A d は、逆流ライン 7 R との接続部よりも手前で 1 本に合流している。

このため、通常運転モードの実行時には、スラグホッパ 5 の底部 5 a に堆積したスラグスラリー S+W が、2 つのスラグ吸出口 7 p c, 7 p d から均等に吸い出されて 2 本の送水分岐ライン 7 A c, 7 A d とスラグ冷却水送水ライン 7 A とを経てスラグ分離装置 10 に送給される。

また、逆流運転モードの実行時には、逆流ライン 7 R から供給されるスラグ冷却水 W および外水が、2 本の送水分岐ライン 7 A c, 7 A d に均等に配分される。

[0118] このように、単一のスラグホッパ 5 に対して複数のスラグ吸出口 7 p c, 7 p d を設けることにより、スラグホッパ 5 の平面面積に対するスラグ吸出口 7 p c, 7 p d の吸い込み面積の割合が多くなる。このため、スラグ S によってスラグ吸出口 7 p c, 7 p d が閉塞してしまう確率を低下させる、あるいは閉塞するまでの時間を引き延ばすことができ、逆流運転モードや攪拌運転モードを実行する頻度を少なくしてスラグ S の搬出性を高めることができる。

[0119] 一方、攪拌ライン 7 S のスラグホッパ 5 の底部 5 a への接続部 7 S c は、例えば 3 本に分岐している。このようにすることにより、攪拌運転モードの実行時に、スラグホッパ 5 の底部 5 a に堆積したスラグ S をより広範囲に攪

拌して流動化させ、スラグ吸出口 7 p c, 7 p d およびスラグ冷却水送水ライン 7 A (送水分岐ライン 7 A c, 7 A d) の閉塞を抑制または解消することができる。

[0120] [第 4 実施形態]

図 7 は、本発明の第 4 実施形態を示すガス化炉およびスラグ排出システムの概略構成図である。このスラグ排出システム 1 D は、基本的には第 1 実施形態のスラグ排出システム 1 A と同様の構成を備えているが、水供給ライン 2 3 b がスラグホッパ 5 とスラグ冷却水循環ライン 7 B とに接続している点及び、スラグ冷却水送水ライン 7 A における逆流ライン 7 R との接続位置よりもガス化炉 2 側に流入遮断弁 2 9 が設けられている点が異なる。第 1 実施形態と同一の構成については、同一の符号を付して、その説明は省略する。

[0121] 図 7 に示すように、本実施形態における水供給ライン 2 3 b は、逆流運転モードにおけるスラグ冷却水 W 流れの上流端が外側容器 2 b を貫通し、スラグホッパ 5 の外側空間 5 d に連通している。また、水供給ライン 2 3 b の逆流運転モードにおけるスラグ冷却水 W 流れの下流端は、スラグ冷却水循環ライン 7 B におけるスラグ分離装置 1 0 と循環ポンプ 2 0 との間の区間に接続されている。

[0122] また、本実施形態におけるスラグ冷却水送水ライン 7 A には、逆流ライン 7 R との接続位置よりもガス化炉 2 側（すなわち、通常運転モードにおけるスラグ冷却水 W 流れの上流側）に流入遮断弁 2 9 が設けられている。本実施形態における制御部（切換え手段）3 5 C は、第 1 実施形態で説明したように、各弁を制御するとともに、この流入遮断弁 2 9 の開度を制御する。通常運転モード、逆流運転モード及び攪拌運転モードにおいて、流入遮断弁 2 9 は開状態となるように制御される。

[0123] スラグ排出システム 1 D は、「通常運転モード」、「逆流運転モード」、「攪拌運転モード」の他に「分離装置洗浄モード」を備えている。通常運転モード、逆流運転モード及び攪拌運転モードについては、第 1 実施形態とほぼ同様のため、同様の内容については、その説明を省略する。本実施形態に

おける逆流運転モード及び攪拌運転モードでは、水供給ライン 23b を介してスラグ冷却水 W が循環ポンプ 20 に供給される点が第 1 実施形態と異なる。すなわち、本実施形態では、スラグホッパ 5 のうち、スラグ S がほとんど存在していない外側空間 5d からスラグ冷却水 W が抽水され、注水されたスラグ冷却水 W が、スラグ分離装置 10 の下流側（スラグ分離装置 10 と循環ポンプ 20 との間の区間）において、スラグ冷却水循環ライン 7B に流入する。

[0124] このような構成とすることで、逆流運転モード及び攪拌運転モードにおいて、スラグ分離装置 10 を介することなく、スラグ S がほとんど含まれていないスラグ冷却水 W を循環ポンプ 20 に供給することができる。スラグ分離装置 10 を介せずに、スラグ S のほとんど含まれていないスラグ冷却水 W を循環ポンプ 20 に供給することができるので、スラグ分離装置 10 が故障等により停止した場合にも逆流運転モード及び攪拌運転モードを行うことができ、且つ、スラグ S による循環ポンプ 20 および配管類の摩耗や損傷を防止することができる。

[0125] 分離装置洗浄モード（分離装置洗浄工程）において、制御部 35C は、循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水（流体）W が逆流ライン 7R を経てスラグ分離装置 10 に供給されるように選択供給部 DA、水供給弁 28、攪拌ライン弁 30 及び流入遮断弁 29 を操作する。すなわち、循環遮断弁 26 と攪拌ライン弁 30 と流入遮断弁 29 が閉じられ、逆流遮断弁 27 と水供給弁 28 と送水遮断弁 25 が開かれる。必要に応じて水供給ライン 23A（23B）の水供給弁 28A（28B）も開かれる。

[0126] これにより、スラグホッパ 5 の外側空間 5d から抽水されたスラグ冷却水 W がスラグ分離装置 10 を介せずに、循環ポンプ 20 に供給される。循環ポンプ 20 から吐出されたスラグ冷却水 W（および／または外水）は、逆流ライン 7R 及びスラグ冷却水送水ライン 7A を介し、スラグ分離装置 10 に供給される。このように、分離装置洗浄モードでは、スラグ分離装置 10 を介せずに、スラグ S がほとんど含まれていないスラグ冷却水 W をスラグ分離装

置 10 に供給することができる。したがって、スラグ分離装置 10 の内部でスラグ S により閉塞が発生した場合に、分離装置洗浄モードを行えば、逆流ライン 7 R を流通するスラグ冷却水 W がスラグ分離装置 10 に供給され、スラグ分離装置 10 に供給されるスラグ冷却水 W（および／または外水）によって閉塞の要因となっているスラグ S がロックホッパ 13 に押し流され、スラグ分離装置 10 の内部の閉塞を解消することができる。分離装置洗浄モードは、スラグ分離装置 10 の内部でスラグ S による閉塞が生じたとき、または、閉塞の予兆があるときに行うのが好適であるが、所定時間ごとに行ってもよい。また、スラグ分離装置 10 の内部でスラグ S による閉塞が生じているか、または、閉塞の予兆があるかは、圧力計 16 によって計測された圧力値に基づいて判断してもよい。

[0127] なお、本実施形態では、逆流ライン 7 R からスラグ冷却水送水ライン 7 A に流入したスラグ冷却水 W が、スラグ吸出口 7 p に供給される（逆流運転モード）か、スラグ分離装置 10 に供給される（分離装置洗浄モード）かは、送水遮断弁 25 及び流入遮断弁 29 によって切換えられているが、逆流ライン 7 R とスラグ冷却水送水ライン 7 A との接続部分に三方弁を設けて、スラグ冷却水 W の供給先を切換えてもよい。

[0128] 以上に説明したように、上記第 1 ～第 4 実施形態に係るスラグ排出システム 1 A、1 B、1 C、1 D、およびこれを備えたガス化炉 2 によれば、簡素な構成により、ガス化炉 2 の底部からスラグ S を吸い出すスラグ吸出口 7 p、7 p a ～ 7 p d がスラグ S によって閉塞することを抑制または解消し、ガス化炉 2 の運転を順調に行うことができる。

なお、上記第 1 ～第 4 実施形態で用いられる制御部 35 A ～ 35 C 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。

[0129] なお、本発明は上記実施形態の構成のみに限定されるものではなく、適宜変更や改良を加えることができ、このように変更や改良を加えた実施形態も本発明の権利範囲に含まれるものとする。

[0130] 例えば、上記各実施形態における各構成部材の接続順序や設置位置等は適宜変更することが考えられる。また、上記実施形態において、選択供給部DA、DBは、それぞれ複数の遮断弁25、25a、25b、26、27、27a、27bから構成されているが、複数の遮断弁を三方弁や四方弁等の多方向弁によって纏める構成としてもよい。同様に、第2実施形態における2つの攪拌ライン弁30a、30bを1つの三方弁に置き換えるといった変更を加えてもよい。

符号の説明

[0131] 1A、1B、1C、1D スラグ排出システム

2 ガス化炉

5 スラグホッパ

5A、5B スラグポット

5a スラグホッパの底部

5c 内側空間

5d 外側空間

7A スラグ冷却水送水ライン

7Aa、7Ab 送水分岐ライン

7B スラグ冷却水循環ライン

7 R 逆流ライン
7 S 攪拌ライン
7 S a, 7 S b 攪拌分岐ライン
7 p, 7 p a ~ 7 p d スラグ吸出口
1 0 スラグ分離装置
1 6 圧力計
2 0 循環ポンプ
2 3, 2 3 a, 2 3 A, 2 3 B 水供給ライン
2 5, 2 5 a, 2 5 b 送水遮断弁
2 6 循環遮断弁
2 7, 2 7 a, 2 7 b 逆流遮断弁
2 8, 2 8 A, 2 8 B 水供給弁
3 0, 3 0 a, 3 0 b 攪拌ライン弁
3 5 A, 3 5 B, 3 5 C 制御部
D A, D B 選択供給部
S スラグ
S 1 圧力測定工程
S 2 閉塞判定工程
S 3 逆流工程
S 4 攪拌工程
W スラグ冷却水

請求の範囲

[請求項1]

炭素含有固体燃料をガス化するガス化炉の底部に設けられ、前記炭素含有固体燃料から生じたスラグを受容するとともに、該スラグを急冷するスラグ冷却水が貯留されたスラグホッパと、

前記スラグホッパの底部に堆積する前記スラグを前記スラグ冷却水と共に吸い出すスラグ吸出口と、

前記スラグ吸出口から吸い出された前記スラグと前記スラグ冷却水とを前記スラグホッパの外部に搬送するスラグ冷却水送水ラインと、

前記スラグ冷却水送水ラインに接続され、前記スラグ冷却水に含まれる前記スラグを分離するスラグ分離装置と、

前記スラグ分離装置から前記スラグホッパに前記スラグ冷却水を循環させるスラグ冷却水循環ラインと、

前記スラグ冷却水循環ラインに接続され、前記スラグ吸出口から前記スラグと前記スラグ冷却水とを吸い出す水流を形成する循環ポンプと、

一端が前記スラグ冷却水送水ラインに接続され、他端が前記スラグ冷却水循環ラインにおける前記循環ポンプの下流側との間に接続された逆流ラインと、

前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水を、前記スラグ冷却水循環ラインと前記逆流ラインとに選択的に供給可能にする選択供給部と、

前記スラグ冷却水送水ラインまたは前記スラグ冷却水循環ラインにおける、前記スラグ分離装置に隣接する区間に一端が接続された水供給ラインと、

前記水供給ラインに設けられた水供給弁と、
を備えているスラグ排出システム。

[請求項2]

前記水供給ラインは、その他端から前記スラグホッパに貯留された前記スラグ冷却水が供給される請求項1に記載のスラグ排出システム

。

- [請求項3] 前記水供給ラインは、その前記一端が前記スラグ分離装置の下流側に接続されている請求項2に記載のスラグ排出システム。
- [請求項4] 前記水供給ラインは、その前記一端が前記スラグ分離装置の上流側に接続されている請求項2に記載のスラグ排出システム。
- [請求項5] 前記水供給ラインは、その前記他端が前記スラグ冷却水循環ラインにおける前記スラグホッパへの接続部付近に合流するように接続されている請求項2に記載のスラグ排出システム。
- [請求項6] 前記ガス化炉は、前記炭素含有固体燃料を燃焼してガス化する燃焼部を有し、
前記スラグホッパは、前記燃焼部と連通する内側空間を内部に有する内側容器及び該内側容器を覆う外側容器を有し、
前記水供給ラインの前記他端は、前記内側容器と前記外側容器との間の外側空間に位置している請求項3に記載のスラグ排出システム。
- [請求項7] 前記選択供給部は、
前記スラグ冷却水送水ラインにおける前記逆流ラインの接続部よりも下流側に設けられた送水遮断弁と、
前記逆流ラインに設けられた逆流遮断弁と、
を備えて構成されている請求項1に記載のスラグ排出システム。
- [請求項8] 前記選択供給部は、
前記スラグ冷却水循環ラインにおける前記逆流ラインの接続部よりも下流側に設けられた循環遮断弁をさらに備えた請求項7に記載のスラグ排出システム。
- [請求項9] 前記スラグ冷却水送水ラインには、前記逆流ラインから流入する流体を前記スラグ吸出口側に送るか前記スラグ分離装置側に送るかを切換える切換え手段が設けられている請求項7に記載のスラグ排出システム。
- [請求項10] 前記選択供給部および前記水供給弁を制御する制御部をさらに備え

た請求項 1 に記載のスラグ排出システム。

[請求項11] 前記循環ポンプの吸い込み側の圧力を測定する圧力計をさらに備え、

前記制御部は、前記圧力計により測定された圧力データが所定の閾値を超えた時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水が前記逆流ラインを経て前記スラグホッパに流れるように前記選択供給部を制御する請求項 10 に記載のスラグ排出システム。

[請求項12] 前記スラグホッパは、その内部に複数のスラグポットが並設され、前記スラグ吸出口は複数の前記スラグポットに対応して複数設けられ、

前記スラグ冷却水送水ラインの上流側区間は複数の前記スラグ吸出口に各々接続される複数の送水分岐ラインに分岐され、

前記選択供給部は、前記逆流ラインから供給される前記スラグ冷却水を、複数の前記送水分岐ラインに選択的に供給可能である請求項 1 に記載のスラグ排出システム。

[請求項13] 前記スラグ吸出口は、単一の前記スラグホッパに対して複数設けられている請求項 1 に記載のスラグ排出システム。

[請求項14] 前記スラグ冷却水循環ラインから分岐して前記スラグホッパの底部に接続される攪拌ラインと、

前記攪拌ラインに接続された攪拌ライン弁と、
をさらに備えた請求項 1 に記載のスラグ排出システム。

[請求項15] 前記攪拌ラインは、前記スラグホッパの底部への接続部が複数設けられている請求項 14 に記載のスラグ排出システム。

[請求項16] 前記スラグホッパは、その内部に複数のスラグポットが並設され、前記攪拌ラインの下流側区間は複数の前記スラグポットに各々接続される複数の攪拌分岐ラインに分岐され、

前記攪拌ライン弁は、前記攪拌ラインから供給される前記スラグ冷却水を、複数の前記攪拌分岐ラインに選択的に供給可能である請求項

14に記載のスラグ排出システム。

[請求項17] 前記循環ポンプの吸い込み側の圧力を測定する圧力計と、
前記圧力計により測定された圧力データが所定の閾値を超えた時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水が前記攪拌ラインを経て前記スラグホッパに供給されるように、前記選択供給部と共に前記攪拌ライン弁を制御する制御部と、
をさらに備えた請求項14に記載のスラグ排出システム。

[請求項18] 請求項1から17のいずれかに記載のスラグ排出システムを備えたガス化炉。

[請求項19] 炭素含有固体燃料をガス化するガス化炉の底部のスラグホッパに受容されたスラグをスラグ冷却水と共に循環ポンプによりスラグ吸出口から吸い出してスラグ冷却水送水ラインを通してスラグ分離装置に送るスラグ排出システムの運転方法であって、

前記スラグ吸出口が前記スラグによって閉塞した時、または閉塞の予兆がある時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水を前記スラグ冷却水送水ラインに送り、前記スラグ吸出口から前記スラグホッパ内に逆流させる逆流工程を備えるスラグ排出システムの運転方法。

[請求項20] 前記スラグ吸出口が前記スラグによって閉塞した時、または閉塞の予兆がある時に、前記循環ポンプから吐出された前記スラグ冷却水を前記スラグホッパの底部から該スラグホッパ内に噴射させる攪拌工程をさらに備える請求項19に記載のスラグ排出システムの運転方法。

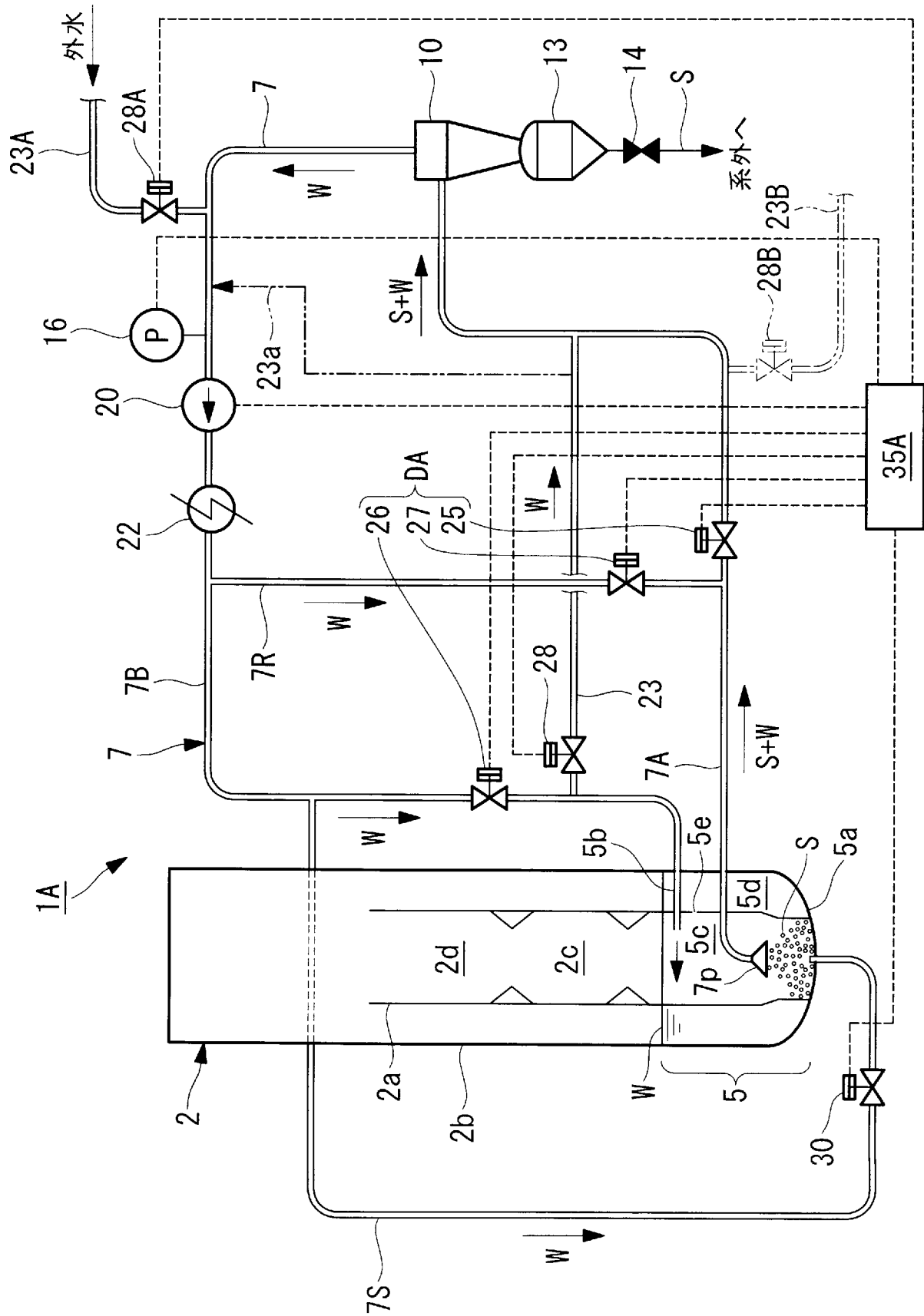
[請求項21] 前記循環ポンプの吸い込み側の圧力を測定する圧力測定工程と、
前記圧力測定工程により測定した圧力データに基づいて、前記スラグ吸出口の閉塞状態を判定する閉塞判定工程と、
をさらに有し、

前記閉塞判定工程では、前記圧力測定工程において測定された圧力データが所定の閾値を超えた時に、前記逆流工程または前記攪拌工程

を実行させる請求項 19 または 20 に記載のスラグ排出システムの運転方法。

[請求項22] 前記スラグ分離装置の内部で前記スラグによる閉塞が生じた時、または閉塞の予兆がある時に、前記循環ポンプから吐出された流体を前記スラグ冷却水送水ラインに送り、該スラグ冷却水送水ラインから前記スラグ分離装置に供給される分離装置洗浄工程を備える請求項 19 から請求項 21 のいずれかに記載のスラグ排出システムの運転方法。

[図1]



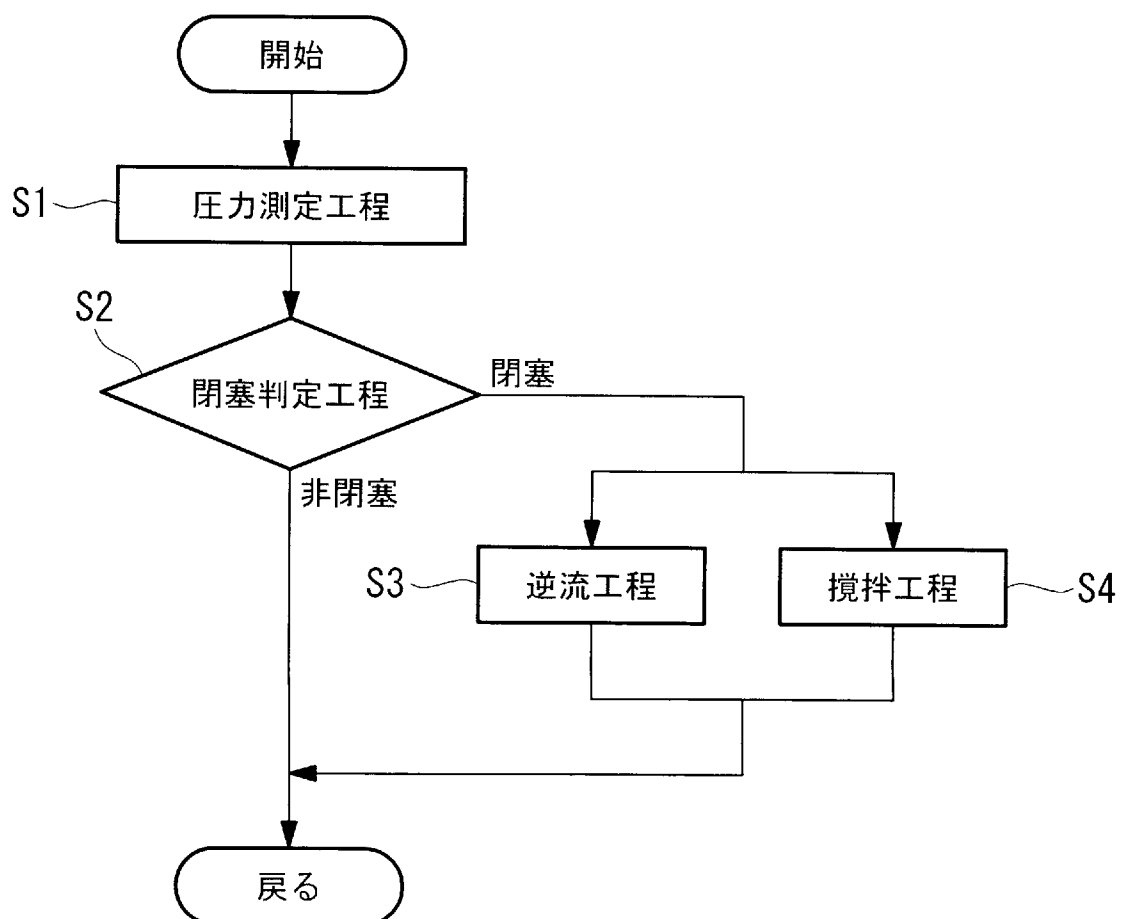
[図2]

弁の開閉状態

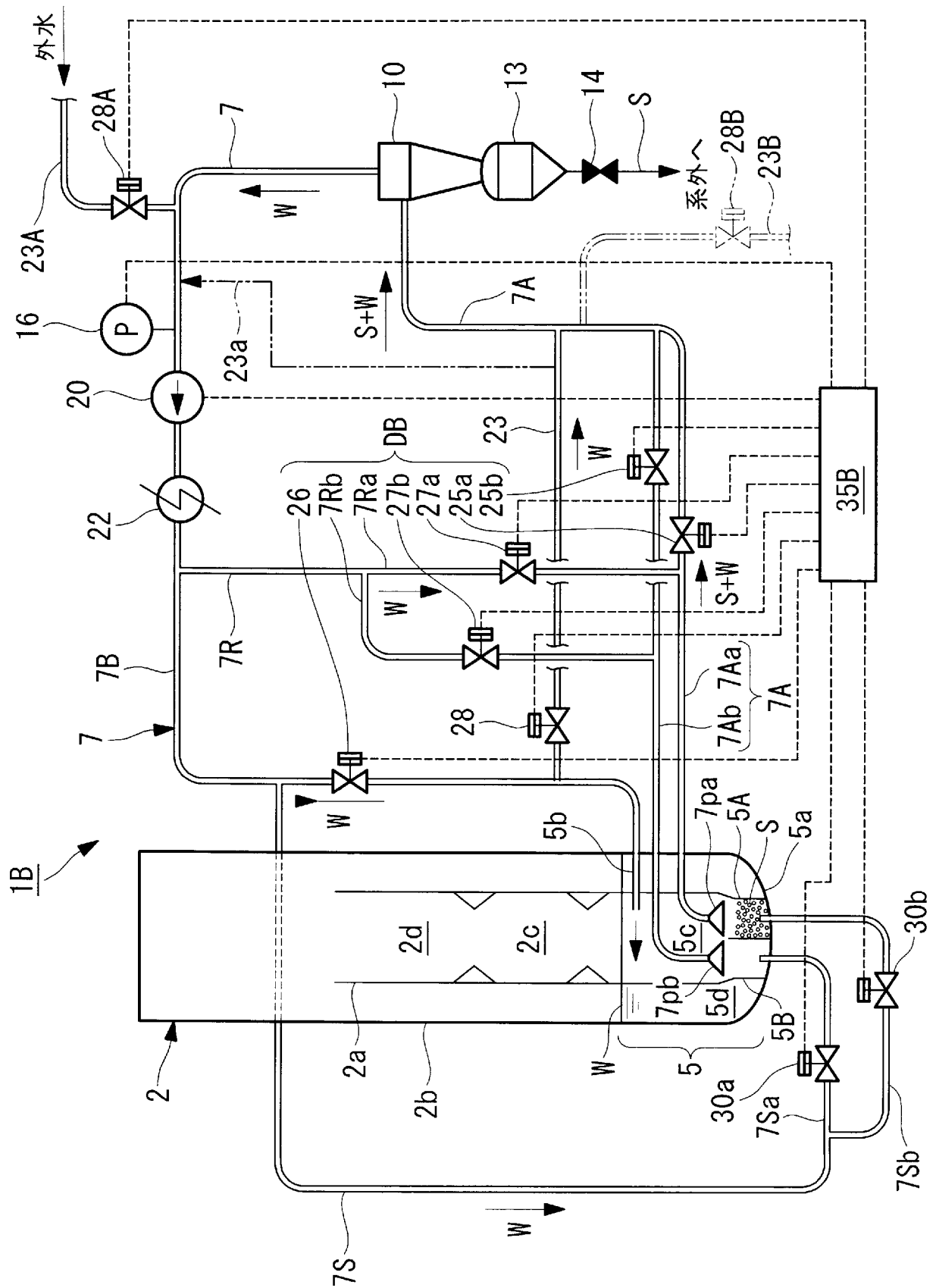
	通常運転モード	逆流運転モード	攪拌運転モード
送水遮断弁25	○	×	×
循環遮断弁26	○	×	×
逆流遮断弁27	×	○	×
水供給弁28	×	○	○
攪拌ライン弁30	×	×	○

(○→開、×→閉)

[図3]



[図4]



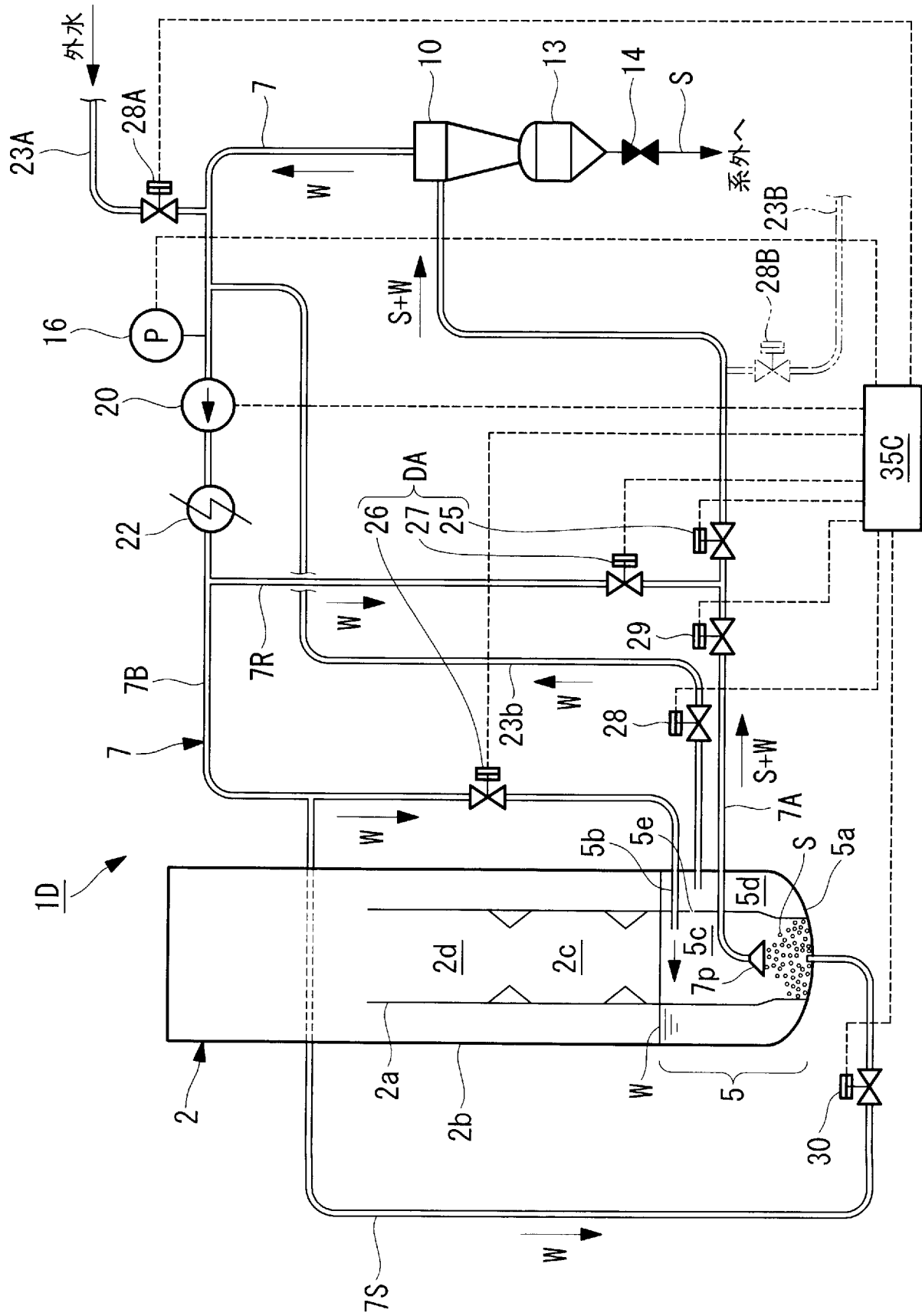
[図5]

弁の開閉状態

	通常運転モード	逆流運転モード	攪拌運転モード
送水遮断弁25a	○(×)	×	×
送水遮断弁25b	×(○)	×	×
循環遮断弁26	○	×	×
逆流遮断弁27a	×	○(×)	×
逆流遮断弁27b	×	×(○)	×
水供給弁28	×	○	○
攪拌ライン弁30a	×	×	○(×)
攪拌ライン弁30b	×	×	×(○)

(○→開、×→閉)

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/021551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10J3/52(2006.01)i, C10J3/46(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)

C10J3/52, C10J3/46

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 A	JP 2013-56972 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 March 2013 (28.03.2013), entire text & US 2014/0237986 A1 entire text & WO 2013/035766 A1 & CN 103764803 A	19-22 1-18
Y	JP 2002-80864 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 22 March 2002 (22.03.2002), 0020 to 0025 (Family: none)	19-22

☒ 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
22 June 2017 (22.06.17)

Date of mailing of the international search report
04 July 2017 (04.07.17)

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/JP2017/021551

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 2013-82830 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 May 2013 (09.05.2013), 0096 to 0098 (Family: none)	20-22
A	JP 7-109471 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 25 April 1995 (25.04.1995), (Family: none)	1-22
A	JP 9-125076 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 May 1997 (13.05.1997), (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10J3/52(2006.01)i, C10J3/46(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. C10J3/52, C10J3/46

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 A	JP 2013-56972 A（三菱重工業株式会社）2013.03.28, 全文 & US 2014/0237986 A1, 全文 & WO 2013/035766 A1 & CN 103764803 A	19-22 1-18
Y	JP 2002-80864 A（バブコック日立株式会社）2002.03.22, 0020-0025 （ファミリーなし）	19-22
Y	JP 2013-82830 A（三菱重工業株式会社）2013.05.09, 0096-0098 （ファミリーなし）	20-22

☒ 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

22.06.2017

国際調査報告の発送日

04.07.2017

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）

森 健一

4 V

9263

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

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	JP 7-109471 A (バブコック日立株式会社) 1995. 04. 25 (ファミリーなし)	1 - 2 2
A	JP 9-125076 A (三菱重工業株式会社) 1997. 05. 13 (ファミリーなし)	1 - 2 2