



(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, JP, KE, KG, 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))

明 細 書

発明の名称：配管閉塞防止方法、及び配管閉塞防止システム

技術分野

[0001] 本発明は、配管に付着した粘性体又は固化物を除去して配管の閉塞を確実に防止するための配管閉塞防止方法、及び配管閉塞防止システムに関する。

背景技術

[0002] 所定の原料を高温高压で処理してエネルギーを得るシステムが開発されている。例えば特許文献1には、非金属系触媒を含んだバイオマスのスラリー体を温度374℃以上、圧力22.1MPa以上の条件下で所定の反応器で水熱処理し、生成された生成ガスを利用して発電装置で発電し、発電装置からの排熱を利用してスラリー体を加熱するバイオマスガス化システムが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-246343号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このようなガス化システムにおいては熱交換器で高温高压の処理水をスラリー体と熱交換しているが、この熱交換器の配管においては、原料（上記ではバイオマス）に由来するタールやチャー等の粘性体ないし固化物が付着する。粘性体や固化物は、配管の直管部や曲部に付着する。特に曲部では、屈曲が始まる部分（上流側）における外周側内面や、屈曲が終了する部分（下流側）の内周側内面に粘性体や固化物が付着しやすいことが知られている。スラリー体が外周側内面に衝突して付着すること、また、曲管下流側の内周側内面においてはよどみが生じやすく流速が低下して滞留しやすくなることが付着の原因と考えられる。

[0005] このようにスラリー体が滞留する場所では、粘性体や固化物が蓄積し、配

管内のスラリ一体の流通が妨げられ、ガスの収率が低下するおそれがある。さらに粘性体や固化物が蓄積して配管が閉塞すると、ガス化設備の破損につながるおそれもある。

[0006] 本発明はこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、配管に付着した粘性体又は固化物を除去して配管の閉塞を確実に防止するための配管閉塞防止方法、及び配管閉塞防止システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 前述の目的を達成するための本発明の一つは、その内壁面における流れ方向の所定範囲に、加圧状態で流れる流体に由来する粘性体又は固化物が付着物として付着する配管において、前記所定範囲の上流側の圧力である第1圧力が所定の許容値以上となっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設されたバルブを開放することにより前記付着物を前記配管から排出することを特徴とする。

[0008] 配管の内壁面に、配管を流れる流体に由来する粘性体や固化物の付着物が付着している場合、その付着範囲の上流側の圧力は上昇していると考えられる。そこで本発明のように、付着物の付着範囲の上流側の圧力である第1圧力が所定の許容値以上となっている場合に、付着範囲の近傍に付設されたバルブを開放することで、付着物により配管が閉塞する前のタイミングで、付着物を効果的に配管から排出することができる。これにより、配管の閉塞を確実に防止することができる。

[0009] なお、本発明においては、前記バルブを開放し、一定時間経過後に前記バルブを閉止するようにしてもよい。また、前記バルブを開放した後、前記第1圧力が所定値より低くなった場合に前記バルブを閉止するようにしてもよい。これらより、配管を流れる流体の不要の流出を防ぐことができる。

[0010] また、本発明の他の一つは、その内壁面における流れ方向の所定範囲に、加圧状態で流れる流体に由来する粘性体又は固化物が付着物として付着する配管において、前記所定範囲の上流側の圧力である第1圧力が、前記所定範囲の下流側の圧力である第2圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場

合に、前記所定範囲の近傍に付設されたバルブを開放することにより前記付着物を前記配管から排出することを特徴とする。

[0011] 配管の内壁面に、当該配管を流れる流体に由来する粘性体や固化物の付着物が付着している場合、その付着範囲の上流側と下流側における流体の圧力の間には、付着物のために圧力差が生じている。そこで本発明のように、第1圧力が、付着範囲の下流側の圧力である第2圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、付着範囲の近傍に付設されたバルブを開放することで、付着物により配管が閉塞する前のタイミングで確実に、付着物を配管から排出することができる。これにより、配管の閉塞を確実に防止することができる。

[0012] また、上記発明においては、前記所定範囲において生じた前記流体の圧力損失を、前記流体の物性値に基づき算出し、前記第1圧力が、前記第2圧力よりも、前記算出した圧力損失に基づき設定した前記許容値以上高くなっている場合に、前記バルブを開放するようにしてもよい。例えば、前記所定範囲において生じた前記流体の圧力損失を、前記流体の流速及び密度に基づき算出する。このように、流体の流速及び密度といった物性値に基づき圧力損失を算出して第1圧力と第2圧力の差の許容値を設定することで、配管が閉塞する前の適切なタイミングでバルブを開放することができる。

[0013] また、上記発明においては、前記所定範囲を流れる流体の流体抵抗を、前記流体の流速に基づき算出し、前記第1圧力が、前記第2圧力よりも、前記算出した流体抵抗に基づき設定した前記許容値以上高くなっている場合に、前記バルブを開放するようにしてもよい。このように、付着物の付着範囲を流れる流体の流体抵抗を算出して第1圧力と第2圧力の差の許容値を設定することで、配管が閉塞する前の適切なタイミングでバルブを開放することができる。

[0014] また、上記発明においては、前記流体としてバイオマスのスラリー体が流れる前記配管を内管として備え、前記スラリー体と熱交換される高温流体が流れる配管を外管として備える熱交換器と、前記熱交換器から送られてきた

前記スラリー一体を加熱して前記スラリー一体をガス化すると共に、前記ガス化を行った後の前記スラリー一体を前記高温流体として前記外管に送出するガス化反応器とを備えるガス化システムにおいて、前記第 1 圧力が前記第 2 圧力よりも前記所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより、前記付着物を前記内管から排出するようにしてもよい。

[0015] 本発明のように、熱交換器によるガス化を行うガス化システムにおいて、熱交換器の内管の第 1 圧力が第 2 圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、付着物の付着範囲の近傍のバルブを開放することで、内管内の付着物を効果的に内管から排出することができる。これにより、熱交換器における内管の閉塞を防止することができる。

[0016] なお、上記発明においては、前記第 1 圧力が前記第 2 圧力よりも前記所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより前記付着物を前記内管から排出すると共に、前記外管を流れる前記高温流体を外部に排出するようにしてもよい。

[0017] 熱交換器の内管の付着物を排出するとスラリー一体も同時に排出されるため、スラリー一体が流れる内管が、外管を流れる高温流体の圧力を受け、その結果、熱交換器が破損する可能性がある。そこで、本発明のように、内管から付着物を排出すると共に、外管を流れる高温流体を外部に排出することにより、内管と外管の圧力差を小さくし、熱交換器の破損を防ぐことができる。

[0018] なお、上記発明においては、前記第 1 圧力が前記第 2 圧力よりも前記所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍の外管における前記高温流体の圧力差が所定値以上高くなっていれば、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより前記付着物を前記内管から排出すると共に、前記外管を流れる前記高温流体を外部に排出するようにしてもよい。

[0019] 本発明のように、外管における高温流体の圧力差が所定値以上である場合に内管のバルブを開放し、外管から高温流体を排出することで、内管の流体

と高温流体との圧力差が大きくなって熱交換器が破損することを防ぐと共に、保守員等の保守管理の負担も軽減される。

[0020] なお、上記の各発明において前記所定範囲は、例えば、前記所定範囲は、前記流体が流れる配管の曲部である。配管の曲部には付着物が付着しやすいので、本発明によれば、配管の閉塞をより効果的に防止することができる。

[0021] また、本発明の他の一つは、その内壁面における流れ方向の所定範囲に、加圧状態で流れるバイオマスのスラリー体に由来する粘性体又は固化物が付着物として付着する内管と、前記スラリー体と熱交換される高温流体が流れる配管である外管とを備える熱交換器と、前記熱交換器から送られてきた前記スラリー体を加熱して前記スラリー体をガス化すると共に、前記ガス化を行った後の前記スラリー体を前記高温流体として前記外管に送出するガス化反応器とを備えるガス化システムにおける配管閉塞防止システムであって、前記所定範囲の上流側の圧力である第1圧力が前記所定範囲の下流側の圧力である第2圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより、前記付着物を前記内管から排出すると共に、前記外管を流れる前記高温流体を外部に排出する機能を有する情報処理装置を備えることを特徴とすることを特徴とする。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、配管閉塞防止方法、及び配管閉塞防止システムにおいて、配管に付着した粘性体又は固化物を除去して配管の閉塞を確実に防止することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]第1実施形態に係るガス化システムの構成を説明する図である。

[図2]二重管34の構造を示す図である。

[図3]熱交換器31の詳細な構成を示す図である。

[図4]スラリー体送出管52及びその周辺の構造を模式的に表した図である。

[図5]スラリー体送出管52の内壁面に付着する付着物65（タールやチャー）の例である。

[図6]付着物 6 5 の除去方法について説明するフローチャートである。

[図7]第 1 バルブ 6 1 を開いた場合の第 1 バルブ 6 1 を開いた場合のスラリー一体送出管 5 2 及びその周辺の様子を示した図である。

[図8]熱交換器 3 1 の詳細な構成を示す図である。

[図9]スラリー一体送出管 5 2 及びその周辺の構造を模式的に表した図である。

[図10]付着物 6 5 の除去方法について説明するフローチャートである。

[図11]スラリー一体送出管 5 2 及びその周辺の構造を模式的に表した図である。

[図12]付着物 6 5 の除去方法について説明するフローチャートである。

[図13]熱交換器 3 1 の構成を模式的に示した図である。

[図14]付着物 6 5 の除去方法について説明するフローチャートである。

[図15]スラリー一体送出管 5 2 及びその周辺の構造を模式的に表した図である。

[図16]パラメータ A_c を説明するための、スラリー一体送出管 5 2 の曲部 6 4 を示した図である。

[図17] A_2 / A_1 、 C_c 、及び ζ の間の関係を示した図である。

[図18] ζ 、 C_c 、及び A_2 / A_1 の間の関係を示した図である。

[図19]熱交換器 3 1 における内管 3 5 及び外管 3 6 の構成を説明する図である。

[図20]熱交換器 3 1 の詳細な構成を示す図である。

[図21]圧力測定やバルブ開閉を自動化して行うように構成したガス化システム 1 0 を説明する図である。

[図22]圧力計とバルブの位置関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] <第 1 実施形態>

図 1 は、第 1 実施形態に係るガス化システム 1 0 の構成を説明する図である。このガス化システム 1 0 は、焼酎残渣、採卵鶏糞、污泥等のバイオマスからスラリー体を調製し、調製したスラリー体を加熱加圧することにより燃

焼ガスを生成するシステムである。

[0025] 同図に示すように、ガス化システム 10 は、原料調製部 20、熱処理部 30、及びガス処理部 40 を有し、これらの間は各種の配管によって接続されている。

[0026] このうち原料調製部 20 は、バイオマスからスラリー体を調製する部分である。原料調製部は、調製タンク 21、粉砕機 22、供給ポンプ 23、及び熱交換器導入ポンプ 24 を備える。

[0027] 調製タンク 21 は、バイオマスと、水と、触媒（本実施形態では活性炭とする）とを混合し、これにより混合液を調製するタンクである。活性炭は、例えば平均粒径 $200\ \mu\text{m}$ 以下の多孔質の粒子を用いる。なお、上記液分、水、及び活性炭の混合割合は、バイオマスの種類、量、含水率などに応じて調節される。

[0028] 粉砕機 22 は、調製タンク 21 で得られた混合液の固形分を破砕し、均一な大きさ（好ましくは平均粒径が $500\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは平均粒径が $300\ \mu\text{m}$ 以下）にするための装置である。この粉砕機 22 で処理されることにより、混合液はスラリー体となる。

[0029] 供給ポンプ 23 は、粉砕機 22 から排出されたスラリー体を熱交換器導入ポンプ 24 に供給する。また、熱交換器導入ポンプ 24 は、供給ポンプから送られてきたスラリー体を加圧し、スラリー体導入管 51 を通じて熱処理部 30 に供給する。

[0030] 熱処理部 30 は、原料調製部 20 から送られてきたスラリー体を加熱しガス化する部分である。熱処理部 30 は、熱交換器 31、加熱器 32、及びガス化反応器 33 を備える。このうち熱交換器 31 は二重管 34 を備え、スラリー体導入管 51 から送られてきたスラリー体を当該二重管 34 において加圧状態で加熱し、加熱したスラリー体をスラリー体送出管 52 に送出する。また、熱交換器 31 においては、スラリー体と熱交換される高温流体である処理後流体 38（後述）が処理後流体導入管 53 を通じて二重管 34 に流入してくる。二重管 34 においてスラリー体 37 と熱交換された処理後流体 3

8は、処理後流体排出管54に排出される。

[0031] 図2は二重管34の構造を示す図である。同図に示すように、二重管34は内管35、及び外管36を備える。内管35の厚みは約1mm程度、外管36の厚みは約1mm程度である。内管35には、スラリー体37が流通する。外管36には、ガス化反応器33から処理後流体導入管53を経由して超臨界状態で流入してきた処理後流体38が流通する。二重管34において、スラリー体37は処理後流体38と熱交換されることによって加熱される。加熱されたスラリー体37はスラリー体送出管52に送出され、一方、スラリー体37と熱交換された処理後流体38は、処理後流体排出管54に排出される。

[0032] なお、スラリー体37が熱交換器31に導入されるとき温度は、例えば約25℃である。また、スラリー体37が熱交換器31から送出されるとき温度は例えば約450℃である。一方、処理後流体38が熱交換器31に導入されるとき温度は例えば600℃程度であり、処理後流体38が熱交換器31から排出されるとき温度は例えば120℃程度である。

[0033] 図1に示すように、加熱器32は、熱交換器31から送られてきたスラリー体37を加熱する装置である。加熱器32は燃焼装置32aを備え、液化石油ガスLPG (Liquefied Petroleum Gas) や空気と共に、ガス処理部40から送られてくる燃焼ガス（後述）を当該燃焼装置32aにより燃焼させて、スラリー体37を加熱する。これにより、加熱器32に導入されたスラリー体37は例えば約600℃程度までに昇温される。昇温されたスラリー体37は、ガス化反応器33に送られる。

[0034] ガス化反応器33は、加熱器32から送られてきたスラリー体37を加熱し、スラリー体37に含まれる有機物を水熱処理してガス化する装置である。ガス化反応器33は燃焼装置33aを備えており、液化石油ガスLPGや空気等と共に、ガス処理部40から送られてくる燃焼ガスを燃焼装置33aにより燃焼させて、スラリー体37の水熱処理を行う。ガス化反応器33においてスラリー体37は、例えば600℃、25MPaの条件下で、1～2

分間にわたって保持される。水熱処理によりガス化された後のスラリー体 37 は高温流体となっており、前述した処理後流体 38 として、熱交換器 31 に送出される。

[0035] ガス処理部 40 は、減圧機構 41、気液分離器 42、及び触媒回収器 43、ガスタンク 44 を備える。

[0036] このうち減圧機構 41 は、処理後流体送出管 54 を介して熱交換器 31 から排出された処理後流体 38 を減圧する。気液分離器 42 は、減圧機構 41 から送られてきた処理後流体 38 を、液体（活性炭や灰分を含む液体）と、気体（水素やメタン等のガス）とに分離する。このうち液体は排液として処理され、触媒回収器 43 に送られ、一方、気体はガスタンク 44 に送られる。ガスタンク 44 は、気液分離器 42 から送られてきた気体を貯留する。ガスタンク 44 における気体の温度は 30℃ 程度である。ガスタンク 44 に貯留されたガスは、前述した燃料ガスとして、加熱器 32、及びガス化反応器 33 に供給される。

[0037] 次に、熱交換器 31 の詳細について説明する。

図 3 は、熱交換器 31 の詳細な構成を示す図である。同図に示すように、熱交換器 31 は、スラリー体導入管 51 が接続されている下方側から、スラリー体送出管 52 が接続されている上方側に向かって螺旋状に伸びる、二重管 34 を備える。なお、同図では、二重管 34 の螺旋が形成する各層の外周は長方形状となっているが、係る形状に限るものではない。

[0038] スラリー体導入管 51 は、分岐部材 55 を介して二重管 34 の内管 35 と接続され、両者が連通されている。また、この分岐部材 55 は、二重管 34 の外管 36 の下端と処理後流体送出管 54 とを接続して両者を連通させている。これにより、スラリー体導入管 51 からのスラリー体 37 は二重管 34 の内管 35 に送られ、また、二重管 34 の外管 36 から排出された処理後流体 38 は、処理後流体送出管 54 を介して減圧機構 41 に送られるようになっている。

[0039] 一方、スラリー体送出管 52 は、分岐部材 56 を介して二重管 34 の内管

３５と接続され、両者が連通されている。また、この分岐部材５６は、二重管３４の外管３６の上端と処理後流体導入管５３の一端とを接続して両者を連通させている。これにより、内管３５から排出されたスラリー体３７はスラリー体送出管５２を介して加熱器３２に送られ、また、処理後流体３８は、処理後流体導入管５３を介して二重管３４の外管３６に送られるようになっている。なお、スラリー体送出管５２の他端は接続部材６２を介して加熱器３２と接続しており、処理後流体導入管５３の他端は接続部材６３を介してガス化反応器３３と接続している（不図示）。

[0040] ここで、図３に示すように、スラリー体送出管５２には、上流側から順に、第１圧力計５８、及び第１バルブ６１が設けられている。

[0041] 図４は、スラリー体送出管５２及びその周辺の構造を模式的に表した図である。スラリー体送出管５２の内壁面の各所には、スラリー体送出管５２を流れるスラリー体３７に由来する粘性体や固化物（例えば、図５に示すようなタールやチャー等。以下、付着物という。）が付着する。特に、同図に示すように、スラリー体送出管５２の曲部６４の背側内壁面６４ａには、付着物６５が付着しやすい。同様に、曲部６４の下流側の腹側内壁面６４ｂにおいても付着物６５が付着しやすい。

[0042] ここで、スラリー体送出管５２の曲部６４の上流側には、第１圧力計５８が設けられている。また、スラリー体送出管５２における曲部６４の下流側には、分岐管（以下、付着物排出管６６という）が設けられている。付着物排出管６６の途中には、付着物６５を排出するための、開閉可能な第１バルブ６１が設けられている。第１バルブ６１は通常、閉じた状態（Ｃ）とされている。

[0043] 図６は、第１圧力計５８、及び第１バルブ６１を用いた付着物６５の除去方法を説明するフローチャートである。同図に示すように、ガス化システム１０の保守員等は、ガス化システム１０を起動した後（Ｓ０：ＹＥＳ）、所定の又は任意のタイミングで、第１圧力計５８の圧力（以下、第１圧力という。図面ではＰ１と表記。）を測定する（Ｓ１）。そして、測定した第１圧

力が所定の圧力 P_{max} 以上になっている場合には (S2: YES)、第1バルブ61を開く (S3)。

[0044] なお、 P_{max} は、例えば、曲部64が付着物65によって閉塞される直前の第1圧力 (又はそれよりもやや小さい圧力) であり、経験的に定められる。

[0045] 図7は第1バルブ61を開いた場合のスラリ一体送出管52及びその周辺の様子を示した図である。同図に示すように、第1バルブ61を開くと (図面では○と表記)、スラリ一体送出管52の曲部64の内壁に付着している付着物65が、曲部64の内圧と大気圧との差圧により内壁から剥がれ落ち、剥がれ落ちた付着物65が付着物排出管66から外部に排出される。

[0046] 第1バルブ61を開いて一定時間待機した後 (図6のS4)、第1バルブ61を閉じ (S45)、第1圧力計58により第1圧力を測定する (S5)。そして、測定した第1圧力が上記の圧力 P_{max} 以上になっている場合には (S6: YES)、第1バルブ61を開く作業 (S3) を繰り返す。一方、第1圧力が圧力 P_{max} 以上になっていない場合は (S6: NO)、第1圧力を測定する作業を繰り返す (S1)。このように、第1バルブ61を開放した後待機し、第1圧力が所定値より低くなった場合に第1バルブ61を閉止することにより、スラリ一体37の不要の流出を防ぐことができる。

[0047] このように、配管 (スラリ一体送出管52) の内壁面に、当該配管を流れる流体 (スラリ一体37) に由来する粘性体や固化物の付着物65が付着している場合、その付着範囲 (曲部64) の上流側の圧力は、付着物65のために上昇していると考えられる。そこで本実施形態のように、付着物65の付着範囲の上流側の圧力である第1圧力が所定の許容値 (P_{max}) 以上となっている場合に、付着範囲の近傍に付設されたバルブ (第1バルブ61) を開放することで、付着物65により配管が閉塞する前のタイミングで、付着物65を効果的に配管から排出することができる。これにより、配管の閉塞を確実に防止することができる。

[0048] また、第1バルブ61の開放により、スラリ一体37に含まれる無機成分

(カルシウム、ナトリウム、カリウム等)由来の無機塩類等も同時に除去できる。

[0049] なお、本実施形態では、第1バルブ61や第1圧力計58をスラリ一体送出管52の近傍に設けたが、付着物65が付着する可能性のある配管であればスラリ一体送出管52に限らず、例えばスラリ一体導入管51やそれ以外の各種配管に、第1バルブ61や第1圧力計58を設けてもよい。また、付着物65は、曲部64だけでなく配管の直管部にも付着する可能性があるため、直管部に第1バルブ61や第1圧力計58を付設してもよい。

[0050] <第2実施形態>

図8は、第2実施形態に係る、熱交換器31の詳細な構成を示す図である。同図に示すように、第2実施形態と第1実施形態との違いは、スラリ一体送出管52に第2圧力計59が付設されていることである。

[0051] 図9は、スラリ一体送出管52及びその周辺の構造を模式的に表した図である。同図に示すように、スラリ一体送出管52の曲部64の上流側には第1圧力計58が付設され、さらに、曲部64の下流側には第2圧力計59が付設されている。そして、第2圧力計59の下流側には、スラリ一体送出管52からの分岐管である付着物排出管66が設けられている。そして、付着物排出管66の途中には開閉可能な第1バルブ61が設けられている。第1バルブ61は通常、閉じた状態(C)とされている。

[0052] 図10は、第2実施形態に係る付着物65の除去方法について説明するフローチャートである。同図に示すように、ガス化システム10の保守員等は、ガス化システム10を起動した後(S10: YES)、所定の又は任意のタイミングで、第1圧力計58の圧力(第1圧力)と、第2圧力計59の圧力(第2圧力)とを測定する(S11)。そして、測定した第1圧力が第2圧力よりも所定の値 ΔP 以上高い値でない場合には(S12: NO)、第1圧力計58の圧力(第1圧力)及び第2圧力計59の圧力(第2圧力)を測定する作業を繰り返すが(S11)、測定した第1圧力が第2圧力よりも所定の値 ΔP 以上高くなっている場合には(S12: YES)、第1バルブ6

1を開く（S13）。第1バルブ61を開くと、第1実施形態と同様に、スラリ一体送出管52の曲部64の内壁に付着している付着物65が、曲部64の内圧と大気圧との差圧により内壁から剥がれ落ち、剥がれ落ちた付着物65が付着物排出管66から外部に排出される。

[0053] なお、 ΔP は、例えば、曲部64が付着物65によって閉塞される直前の第1圧力と第2圧力の差圧（又はそれよりもやや小さい圧力値）であり、経験的に定められる。

[0054] 第1バルブ61を開いたら、再び第1バルブ61を閉じる（S14）。そして、第1圧力計58、及び第2圧力計59により第1圧力、及び第2圧力をそれぞれ測定する（S15）。そして、測定した第1圧力が第2圧力よりも ΔP 以上高くなっている場合には（S16：YES）、第1バルブ61を開く作業（S13）を繰り返す。一方、第1圧力が、第2圧力より ΔP 以上高くなっていない場合は（S16：NO）、第1圧力及び第2圧力を測定する作業（S11）を繰り返す。

[0055] 本実施形態においては、配管（スラリ一体送出管52）の内壁面に当該配管を流れる流体（スラリ一体37）に由来する粘性体や固化物の付着物65が付着している場合、その付着範囲（曲部64）の上流側と下流側における流体の圧力の間には、付着物65のために圧力差が生じている。そこで、第1圧力が、付着範囲の下流側の圧力である第2圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、付着範囲の近傍に付設されたバルブ（第1バルブ61）を開放することで、付着物65により配管が閉塞する前のタイミングで確実に、付着物65を配管から排出することができる。これにより、配管の閉塞を確実に防止することができる。

[0056] なお、本実施形態では、第1バルブ61や第1圧力計58、第2圧力計59をスラリ一体送出管52の近傍に設けたが、付着物65が付着する可能性のある配管であればスラリ一体送出管52に限らず、スラリ一体導入管51やその他の各種配管に第1バルブ61、第1圧力計58、第2圧力計59を設けてもよい。また、付着物65は、本実施形態のように曲部64だけでな

く配管の直管部にも付着する可能性があるため、そのような直管部に第１バルブ６１、第１圧力計５８、第２圧力計５９を設けてもよい。

[0057] <第３実施形態>

図１１は、第３実施形態に係る、スラリー体送出管５２及びその周辺の構造を模式的に表した図である。同図に示すように、本実施形態では、処理後流体３８が流れる処理後流体導入管５３の途中位置に、処理後流体３８を排出するための分岐管（以下、処理後流体排出管６９という）が設けられている。処理後流体排出管６９の途中には第２バルブ６７が付設されている。第２バルブ６７は通常、閉じた状態（Ｃ）とされている。なお、第１バルブ６１、第１圧力計５８、及び第２圧力計５９は第２実施形態と同様である。

[0058] 図１２は、本実施形態に係る付着物６５の除去方法について説明するフローチャートである。同図に示すように、ガス化システム１０の保守員等は、ガス化システム１０を起動した後（Ｓ２０：ＹＥＳ）、所定の又は任意のタイミングで、第１圧力計５８の第１圧力と、第２圧力計５９の第２圧力とを測定する（Ｓ２１）。そして、測定した第１圧力が第２圧力よりも ΔP 以上高くなっていない場合には（Ｓ２２：ＮＯ）、第１圧力計５８の第１圧力及び第２圧力計５９の第２圧力を測定する作業（Ｓ２１）を繰り返すが、測定した第１圧力が第２圧力よりも ΔP 以上高くなっている場合には（Ｓ２２：ＹＥＳ）、第１バルブ６１を開放すると共に、第２バルブ６７も開く（Ｓ２３）。

[0059] 第１バルブ６１を開くと、スラリー体送出管５２の曲部６４の内壁に付着していた付着物６５と共に、スラリー体送出管５２を流れるスラリー体３７も排出されてしまう。すると、スラリー体送出管５２と連通している内管３５の圧力が低下することになる。これにより、内管３５が、外管３６の処理後流体３８の圧力を受けて破損する可能性がある。

[0060] しかし、本実施形態では処理後流体３８の第２バルブ６７も開いている。第２バルブ６７を開くと、処理後流体導入管５３内の処理後流体３８が処理後流体排出管６９から排出される。これに伴い、処理後流体導入管５３に連

通する、近傍の外管 36 の圧力も低下する。これにより、二重管 34 における内管 35 と外管 36 の圧力差が小さくなり、熱交換器 31 の破損を防ぐことができる。

[0061] 第 1 バルブ 61、及び第 2 バルブ 67 を開いた後、一定時間待機し (S 27)、再び第 1 バルブ、及び第 2 バルブを閉じる (S 24)。そして、第 1 圧力計 58、及び第 2 圧力計 59 により、再び第 1 圧力、及び第 2 圧力を測定する (S 25)。測定した第 1 圧力が第 2 圧力より ΔP 以上高くなっている場合には (S 26 : YES)、第 1 バルブ 61 及び第 2 バルブ 67 を開く作業 (S 23) を繰り返す。一方、第 1 圧力が第 2 圧力より ΔP 以上高くない場合は (S 26 : NO)、第 1 圧力計 58 の第 1 圧力及び第 2 圧力計 59 の第 2 圧力を測定する作業 (S 21) を繰り返す。

[0062] このように、付着物 65 の付着範囲の近傍に付設されたバルブ (第 1 バルブ 61) を開放して内管 35 から付着物 65 を排出すると共に、第 2 バルブ 67 を開放して高温流体 (処理後流体 38) を外管 36 から排出することにより、内管 35 と外管 36 の圧力差を小さくし、熱交換器 31 の破損を防ぐことができる。

[0063] <第 4 実施形態>

図 13 は、第 4 実施形態に係る熱交換器 31 の構成を模式的に示した図である。同図に示すように、本実施形態では、スラリー体送出管 52 に第 1 バルブ 61、第 1 圧力計 58、及び第 2 圧力計 59 が設けられている他、処理後流体導入管 53 に第 2 バルブ 67、及び第 3 圧力計 68 が設けられている。

[0064] 図 14 は、本実施形態に係る付着物 65 の除去方法について説明するフローチャートである。同図に示すように、保守員等は、ガス化システム 10 を起動後 (S 30 : YES)、所定のまたは任意のタイミングで、第 1 圧力計 58 の第 1 圧力と、第 2 圧力計 59 の第 2 圧力とを測定する (S 31)。そして、測定した第 1 圧力が第 2 圧力よりも ΔP 以上高くなっている場合には (S 32 : YES)、第 1 バルブ 61 を開放する (S 33)。これにより、

スラリー一体送出管 5 2 の曲部 6 4 の内壁に付着していた付着物 6 5 を外部に排出する。

[0065] 第 1 バルブ 6 1 を開放後 (S 3 3)、第 1 圧力計 5 8、及び第 3 圧力計 6 8 により第 1 圧力、及び第 3 圧力 (図面では P 3 と表記) をそれぞれ測定する (S 3 5)。そして、測定した第 3 圧力が第 1 圧力よりも所定値 α 以上高くなっている場合には (S 3 6 : YES)、第 2 バルブ 6 7 を開き (S 3 7)、一方、第 3 圧力が第 1 圧力より α 以上高くない場合には (S 3 6 : NO)、S 3 5 に戻る。

[0066] 第 2 バルブ 6 7 を開き (S 3 7)、しばらく待機した後は、再び第 1 圧力、及び第 3 圧力を測定する (S 3 8、S 3 9)。そして、測定した第 3 圧力が第 1 圧力よりも α 以上高くなっている場合には (S 4 0 : YES)、S 3 8 に戻り、一方、第 3 圧力が、第 1 圧力より α 以上高くない場合は (S 4 0 : NO)、第 2 バルブ 6 7 を閉じ (S 4 1)、後述する S 4 3 に進む。

[0067] なお、前述の定数 α は、例えば、二重管 3 4 を破損させない内管 3 5 と外管 3 6 の圧力差の上限値またはそれよりやや低い値であり、経験的に定められる。

[0068] S 4 3 では、第 1 圧力、及び第 2 圧力を測定する。そして、測定した第 1 圧力が、第 2 圧力より ΔP 以上高くなっている場合には (S 4 4 : YES)、第 1 圧力及び第 3 圧力をそれぞれ測定する作業を繰り返す (S 3 5)。一方、第 1 圧力が第 2 圧力より ΔP 以上高くない場合は (S 4 4 : NO)、第 1 バルブ 6 1 を閉じ (S 4 6)、第 1 圧力計 5 8 の第 1 圧力、及び第 2 圧力計 5 9 の第 2 圧力を測定する作業 (S 3 1) を繰り返す。

[0069] 以上のように、内管 3 5 における流体 (スラリー一体 3 7) と外管 3 6 における高温流体 (処理後流体 3 8) との圧力差が所定値以上である場合に、第 1 バルブ 6 1 及び第 2 バルブ 6 7 を開放することで、内管 3 5 の流体 (スラリー一体 3 7) と外管 3 6 の高温流体との圧力差が大きくなって熱交換器 3 1 が破損することを防ぐと共に、保守員等の保守管理の負担も軽減される。

[0070] <第5実施形態>

第2乃至第4実施形態では、第1バルブ61を開放するタイミングを決定するパラメータとして、第1圧力と第2圧力の差圧である ΔP を用いた。この ΔP は、前述のように経験的に定めることができる。しかしながら、 ΔP を経験的に定めることが困難な場合は、以下のようにして理論的に ΔP を求め、これを使用することができる。本実施形態では、この ΔP を求める方法を、第2実施形態のガス化システム10に基づき説明する。

[0071] 図15は、スラリー体送出管52及びその周辺の構造を模式的に表した図である。同図に示すように、まず、スラリー体送出管52の曲部64の長さ L 、及びその断面積 $A1$ を測定する。また、曲部64を流れるスラリー体37の流速 u 、及び密度 ρ を求める。なお、流速 u を求める方法としては、例えば、曲部64の下流側に流速計を設置する方法や、熱交換器導入ポンプ24の1ストロークの容積や動作時間等から推定する方法がある。また、密度 ρ は、例えば、熱交換器導入ポンプ24から送られてくるスラリー体37の体積とその重量から算出する。

[0072] 次に、付着物65を排出する必要があるときの曲部64の断面積 $A2$ が、付着物65がないときの断面積 $A1$ の $1/10$ であると仮定して、 $A2$ を求める（すなわち $A2 = A1 / 10$ ）。これらに基づき、 ΔP を、圧力損失と流体の関係を示す下記の式（1）（2）に基づき求める。

$$[0073] \Delta P = 4 f \times \left(\left(\rho \left(u^2 \right) \right) / 2 \right) \times (L / d) \quad \cdots (1)$$

$$[0074] f = 0.0791 Re^{(-1/4)} \quad \cdots (2)$$

[0075] ここで、式（2）の Re はレイノルズ数であり、例えば3000とする。上記で求めた L 、 u 、 ρ を式（1）に代入することで、 ΔP が求まる。

[0076] 以上とは別に、 ΔP は流体抵抗に関する以下の式（3）（4）に基づき求めることもできる。

$$[0077] \Delta P = \left(\left(u^2 \right) / 2 g \right) \times (1 - A2 / A1)^2 = \zeta \left(\left(u^2 \right) / 2 g \right) \quad \cdots (3)$$

$$[0078] \zeta = (A2 / A_c - 1)^2 = (1 / C_c - 1)^2 \quad \cdots (4)$$

[0079] ここで、 $A_2 / A_1 = 0.1$ とする。また、 g は重力加速度、 ζ は損失係数、 $C_c = A_c / A_2$ は収縮係数である。なお、 A_c は図16に示すように、スラリ一体送出管52の曲部64において付着物65による閉塞が始まった部分における極小の断面積である。また、 C_c と ζ の関係は、図17に示した A_2 / A_1 、 C_c 、及び ζ の間の関係を表した表や、 ζ 、 C_c 、及び A_2 / A_1 の間の関係図（図18）を用いて求めることができる。

[0080] なお、以上に説明では $A_2 / A_1 = 0.1$ としたが、 A_2 / A_1 を1未満の所定値に設定してもよい。

[0081] このように、圧力損失の所定値 ΔP を温度や圧力で変化する流体の物性値に基づき理論的に算出することで、第1バルブ61を、スラリ一体送出管52の曲部64が閉塞する前の適切なタイミングで開放することができる。なお、このようにしてバルブを開放するタイミングを決定する差圧を求める方法は、第1バルブ61だけでなく、第2バルブ67にも適用できる。

[0082] <第6実施形態>

以上の実施形態では、主に、熱交換器31の外部の配管における付着物の65の排出方法に係るものであったが、熱交換器31内部の配管（例えば二重管34）における付着物65の排出も同様に行うことができる。

[0083] 図19は、その一例として示す、熱交換器31の二重管34に係る、内管35及び外管36の構成を説明する図である。二重管34の一部（例えば、二重管34の長方形の各螺旋層における長手方向端部）は、同図に示すように、2つの二重管34a、34bに分断されており、このうち二重管34aの内管35aと、二重管34bの内管35bとは、分岐部材75aを介してエルボ管76（曲管）で接続されている。また、二重管34aの外管36aと、二重管34bの外管36bとは、分岐部材75bを介して直管77で接続されている。

[0084] 分岐部材75aは、二重管34aの内管35aをエルボ管76に、外管36aを直管77に分岐させている。また、分岐部材75bは、二重管34bの内管35bをエルボ管76に、外管36bを直管77に分岐させている。

これにより、内管 35 a をその上流から流れてきたスラリー体 37 はエルボ管 76 を通って内管 35 b に送出され、一方、外管 36 b をその上流から流れてきた処理後流体 38 は直管 77 を通って外管 36 a に送出される。

[0085] ここで、エルボ管 76 の曲部の上流側には、第 4 圧力計 78 が設けられ、エルボ管 76 の曲部の下流側には、第 5 圧力計 79 が設けられている。また、第 5 圧力計 79 の下流側には、エルボ管 76 の分岐管である付着物排出管 84 が設けられている。付着物排出管 84 の途中には、第 3 バルブ 81 が設けられている。第 3 バルブ 81 は通常、閉じた状態 (C) とされている。

[0086] 一方、直管 77 の上流側である二重管 34 b には、第 6 圧力計 85 が設けられている。また、直管 77 の途中には、第 7 圧力計 86 が設けられている。また、第 7 圧力計 86 の下流側には、直管 77 の分岐管である処理後流体排出管 87 が設けられている。処理後流体排出管 87 の途中には、第 4 バルブ 83 が設けられている。第 4 バルブ 83 は通常、閉じた状態 (C) とされている。

[0087] 以上の配管構成において、スラリー体 37 に由来するタールやチャー等の付着物 65 は、二重管 34 の内管 35 及び外管 36 の他、エルボ管 76 の内壁にも付着しやすくなっている。

[0088] そこで、スラリー体 37 の圧力を、上流側の第 4 圧力計 78 と下流側の第 5 圧力計 79 とで測定し、上流側の圧力 (第 4 圧力) が下流側の圧力 (第 5 圧力) よりも ΔP 以上高くなっている場合に、第 3 バルブ 81 を開放することにより付着物 65 を外部に排出するようにする。

[0089] さらに、処理後流体 38 の圧力を、上流側の第 6 圧力計 85 と下流側の第 7 圧力計 86 で測定し、上流側の圧力 (第 6 圧力) が下流側の圧力 (第 7 圧力) よりも所定値 β 以上高くなっている場合に、第 4 バルブ 83 を開放することにより処理後流体 38 を排出する。

[0090] このように、付着物 65 の付着範囲 (エルボ管 76) に付設されたバルブ (第 3 バルブ 81) を開放すると共に、外管 36 b に付設されたバルブ (第 4 バルブ 83) を開放して高温流体 (処理後流体 38) を外部に排出するこ

とにより、内管 3 5 と外管 3 6 の圧力差を小さくし、熱交換器 3 1 の破損を防ぐことができる。

[0091] また、高温流体（処理後流体 3 8）の上流側の圧力と下流側の圧力との差が所定値以上である場合にバルブのそれぞれ（第 3 バルブ 8 1、第 4 バルブ 8 3）を開放することで、内管 3 5 の流体（スラリー体 3 7）と高温流体（処理後流体 3 8）との圧力差が大きくなって熱交換器 3 1 が破損することを防ぐと共に、保守員等の保守管理の負担も軽減される。

[0092] <第 7 実施形態>

第 1 ～第 5 実施形態では熱交換器 3 1 の下流側に圧力計を配置し、第 6 実施形態では熱交換器 3 1 の内部に圧力計を配置したものであったが、熱交換器 3 1 を挟むようにして、上流側及び下流側のそれぞれに圧力計を配置するようにしてもよい。

[0093] 図 2 0 は、本実施形態に係る熱交換器 3 1 の詳細な構成を示す図である。同図に示すように、第 1 圧力計 5 8 が熱交換器 3 1 の外部の下方端、第 2 圧力計 5 9 が熱交換器 3 1 の外部の上方端に設けられている。具体的には、第 1 圧力計 5 8 が熱交換器 3 1 のスラリー体導入管 5 1 に設けられ、第 2 圧力計 5 9 がスラリー体送出管 5 2 に設けられている。

[0094] このような圧力計の配置において、第 1 圧力計 5 8 の圧力（第 1 圧力）と、第 2 圧力計 5 9 の圧力（第 2 圧力）を測定し、第 1 圧力が第 2 圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、第 1 バルブ 6 1 を開放する。このようにすれば、熱交換器 3 1 の二重管 3 4 全体の広い範囲を対象に、二重管 3 4 への付着物 6 5 の付着と二重管 3 4 の閉塞を防止することができる。

[0095] なお、この場合、付着物 6 5 の排出は、熱交換器 3 1 のスラリー体 3 7 の流れを逆流させることによっても行うことができる。

[0096] <第 8 実施形態>

以上に説明してきた実施形態では、圧力の測定、確認やバルブの開閉を保守員等の作業により行うことを前提として説明してきたが、情報処理装置（コンピュータ）を用いて自動化して行うようにしても良い。

[0097] 図 2 1 はその一例として示す、圧力測定やバルブ開閉を自動化して行うように構成したガス化システム 1 0 を説明する図である。同図に示すように、ガス化システム 1 0 には、第 4 実施形態と同様、第 1 圧力計 5 8、第 2 圧力計 5 9、第 3 圧力計 6 8、第 1 バルブ 6 1、及び第 2 バルブ 6 7 が設けられている。そして、この配管閉塞防止システムは、第 1 圧力計 5 8、第 2 圧力計 5 9、第 3 圧力計 6 8、第 1 バルブ 6 1、及び第 2 バルブ 6 7 のそれぞれと通信ネットワーク 9 1 を介して接続された情報処理装置 9 2 を備える。情報処理装置 9 2 は、第 1 圧力計 5 8、第 2 圧力計 5 9、及び第 3 圧力計 6 8 が出力する現在の圧力の測定値を受信することができる。また、情報処理装置 9 2 は、第 1 バルブ 6 1、及び第 2 バルブ 6 7 のそれぞれに対してバルブの開閉の指示信号を送信し、第 1 バルブ 6 1、及び第 2 バルブ 6 7 はこれらの指示信号を受信してバルブの開閉制御を行うことができる。

[0098] 例えば、情報処理装置 9 2 は、第 1 圧力計 5 8、第 2 圧力計 5 9 から現在の圧力値を受信し、受信した第 1 圧力が第 2 圧力よりも ΔP 以上高くなっている場合に、第 1 バルブ 6 1 に対してバルブ開放の指示信号を送信する。この指示信号を受信した第 1 バルブ 6 1 は、第 1 バルブ 6 1 の開放を行う。また、情報処理装置 9 2 は、第 1 圧力、及び第 3 圧力の圧力値を受信し、受信した第 3 圧力の値が第 1 圧力の値よりも α 以上高くなっている場合には、第 2 バルブ 6 7 に対して開放の指示信号を送信する。この指示信号を受信した第 2 バルブ 6 7 は、第 2 バルブ 6 7 の開放を行う。

[0099] このように、圧力値の取得やバルブの開閉をコンピュータやネットワークを用いて自動化して行うガス化システム 1 0 とすることで、保守員等の作業負担を軽減することができる。

[0100] 以上の実施形態の説明は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明はその趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に本発明にはその等価物が含まれる。

[0101] 例えば、上記の実施形態の説明では、付着物が主に配管の曲部に付着することを前提としたが、直管部であっても付着物は付着する。したがって、圧

力計やバルブを必ずしも配管の曲部又はその近傍に設ける必要はない。

[0102] また、上記の実施形態では、バイオマスのガス化システムにおける配管を前提として配管の閉塞方法を説明したが、配管内に付着物が付着する配管一般に適用できる。

[0103] また、上記の実施形態の説明では、圧力計とバルブの位置関係は、主に、図22の(a)に示すように、付着物が付着する範囲95を挟むようにしてその領域の上流側に圧力計96、下流側に圧力計97を設け、さらに、圧力計97のさらに下流側にバルブ98を設けるというものであったが、上流側の圧力計96、下流側の圧力計97、及びバルブ98の間の位置関係はこれに限らない。

[0104] 例えば、図22の(b)に示すように、上流側の圧力計96及び下流側の圧力計97の間にバルブ98を設けてもよいし、(c)に示すように、上流側の圧力計96よりもさらに上流側にバルブ98を設けてもよい。いずれの位置関係であっても、付着物を排出する効果に有意な差は無いと考えられる。

符号の説明

[0105] 10 ガス化システム、20 原料調製部、21 調製タンク、22 粉砕機、23 供給ポンプ、24 熱交換器導入ポンプ、30 熱処理部、31 熱交換器、32 加熱器、32a 燃焼装置、33 ガス化反応器、33a 燃焼装置、34 二重管、35 内管、36 外管、37 スラリー体、38 処理後流体、40 ガス処理部、41 減圧機構、42 気液分離器、43 触媒回収器、44 ガスタンク、51 スラリー体導入管、52 スラリー体送出管、53 処理後流体導入管、54 処理後流体送出管、55 分岐部材、56 分岐部材、58 第1圧力計、59 第2圧力計、61 第1バルブ、62 接続部材、63 接続部材、64 曲部、64a 背側内壁面、64b 腹側内壁面、65 付着物、66 付着物排出管、67 第2バルブ、68 第3圧力計、69 処理後流体排出管、75 分岐部材、76 エルボ管、76a エルボ管の一端、76b エルボ管の他

端、77 直管、77a 直管の一端、77b 直管の他端、78 第4圧力計、79 第5圧力計、81 第3バルブ、82 第6圧力計、83 第4バルブ、84 付着物排出管、85 第6圧力計、86 第7圧力計、87 処理後流体排出管、91 通信ネットワーク、92 情報処理装置、95 付着物が付着する範囲、96 圧力計、97 圧力計、98 バルブ

請求の範囲

- [請求項1] その内壁面における流れ方向の所定範囲に、加圧状態で流れる流体に由来する粘性体又は固化物が付着物として付着する配管において、
前記所定範囲の上流側の圧力である第1圧力が所定の許容値以上となっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設されたバルブを開放することにより前記付着物を前記配管から排出することを特徴とする配管閉塞防止方法。
- [請求項2] 前記バルブを開放し、一定時間経過後に前記バルブを閉止することを特徴とする、請求項1に記載の配管閉塞防止方法。
- [請求項3] 前記バルブを開放した後、前記第1圧力が所定値より低くなった場合に前記バルブを閉止することを特徴とする、請求項2に記載の配管閉塞防止方法。
- [請求項4] その内壁面における流れ方向の所定範囲に、加圧状態で流れる流体に由来する粘性体又は固化物が付着物として付着する配管において、
前記所定範囲の上流側の圧力である第1圧力が、前記所定範囲の下流側の圧力である第2圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設されたバルブを開放することにより前記付着物を前記配管から排出することを特徴とする配管閉塞防止方法。
- [請求項5] 前記所定範囲において生じた前記流体の圧力損失を、前記流体の物性値に基づき算出し、
前記第1圧力が、前記第2圧力よりも、前記算出した圧力損失に基づき設定した前記許容値以上高くなっている場合に、前記バルブを開放することを特徴とする、請求項4に記載の配管閉塞防止方法。
- [請求項6] 前記所定範囲において生じた前記流体の圧力損失を、前記流体の流速及び密度に基づき算出することを特徴とする、請求項5に記載の配管閉塞防止方法。
- [請求項7] 前記所定範囲を流れる流体の流体抵抗を、前記流体の流速に基づき

算出し、

前記第 1 圧力が、前記第 2 圧力よりも、前記算出した流体抵抗に基づき設定した前記許容値以上高くなっている場合に、前記バルブを開放することを特徴とする、請求項 4 に記載の配管閉塞防止方法。

[請求項 8] 前記流体としてバイオマスのスラリー体が流れる前記配管を内管として備え、前記スラリー体と熱交換される高温流体が流れる配管を外管として備える熱交換器と、

前記熱交換器から送られてきた前記スラリー体を加熱して前記スラリー体をガス化すると共に、前記ガス化を行った後の前記スラリー体を前記高温流体として前記外管に送出するガス化反応器とを備えるガス化システムにおいて、

前記第 1 圧力が前記第 2 圧力よりも前記所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより、前記付着物を前記内管から排出することを特徴とする、請求項 4 乃至 7 のいずれか一項に記載の配管閉塞防止方法。

[請求項 9] 前記第 1 圧力が前記第 2 圧力よりも前記所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより前記付着物を前記内管から排出すると共に、前記外管を流れる前記高温流体を外部に排出する

ことを特徴とする、請求項 8 に記載の配管閉塞防止方法。

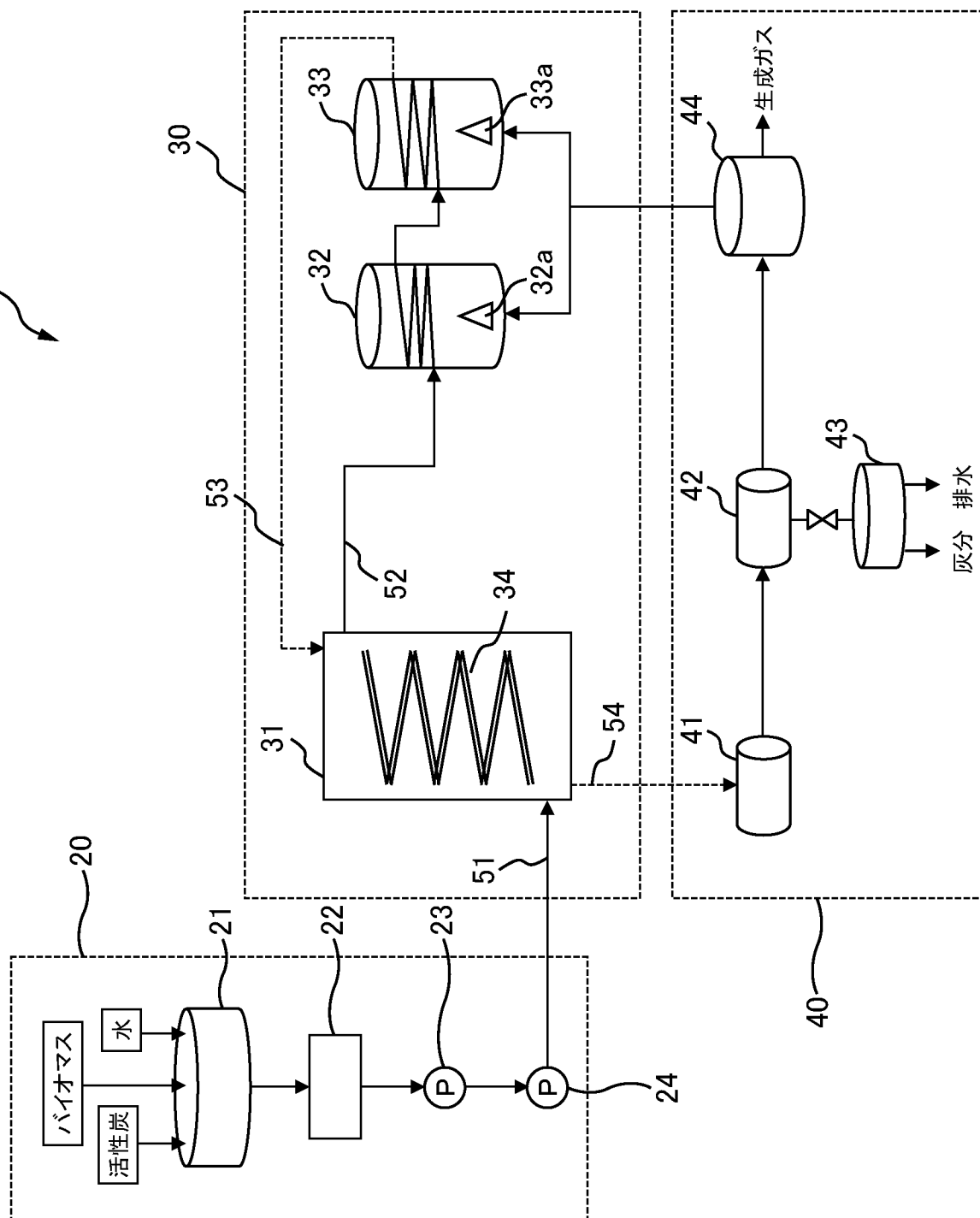
[請求項 10] 前記第 1 圧力が前記第 2 圧力よりも前記所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍の外管における前記高温流体の圧力差が所定値以上高くなっていれば、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより前記付着物を前記内管から排出すると共に、前記外管を流れる前記高温流体を外部に排出する

ことを特徴とする、請求項 9 に記載の配管閉塞防止方法。

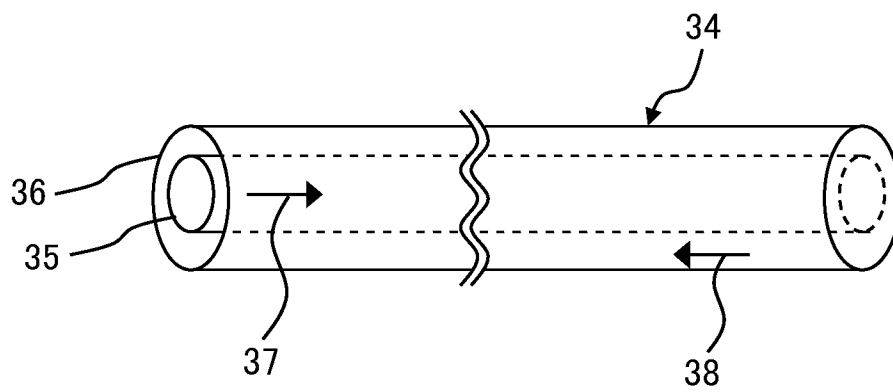
[請求項 11] 前記所定範囲は、前記流体が流れる配管の曲部であることを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の配管閉塞防止方法。

- [請求項12] その内壁面における流れ方向の所定範囲に、加圧状態で流れるバイオマスのスラリー一体に由来する粘性体又は固化物が付着物として付着する内管と、前記スラリー一体と熱交換される高温流体が流れる配管である外管とを備える熱交換器と、
- 前記熱交換器から送られてきた前記スラリー一体を加熱して前記スラリー一体をガス化すると共に、前記ガス化を行った後の前記スラリー一体を前記高温流体として前記外管に送出するガス化反応器とを備えるガス化システムにおける配管閉塞防止システムであって、
- 前記所定範囲の上流側の圧力である第1圧力が前記所定範囲の下流側の圧力である第2圧力よりも所定の許容値以上高くなっている場合に、前記所定範囲の近傍に付設された前記バルブを開放することにより、前記付着物を前記内管から排出すると共に、前記外管を流れる前記高温流体を外部に排出する機能を有する情報処理装置を備える
- ことを特徴とする配管閉塞防止システム。

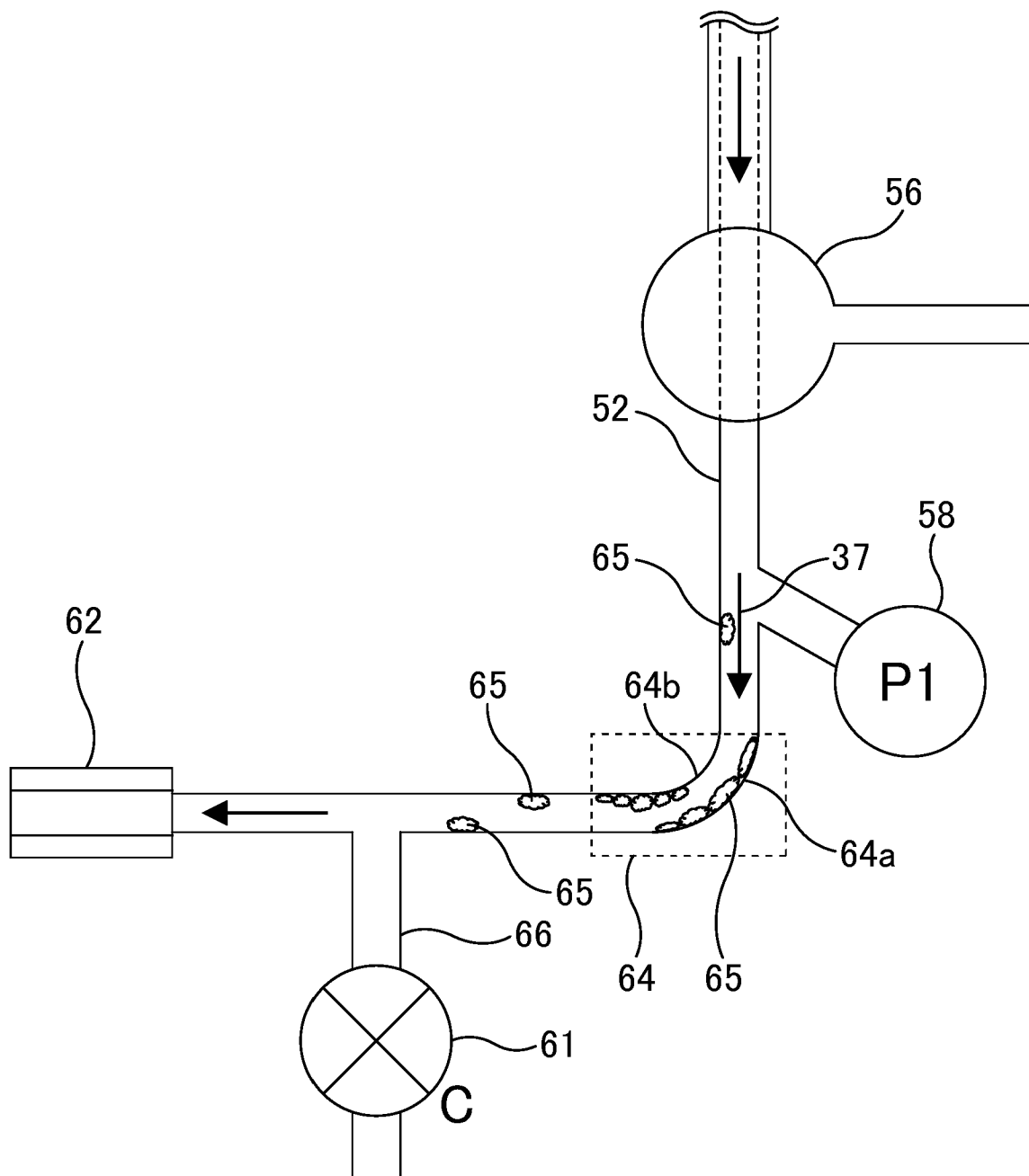
10



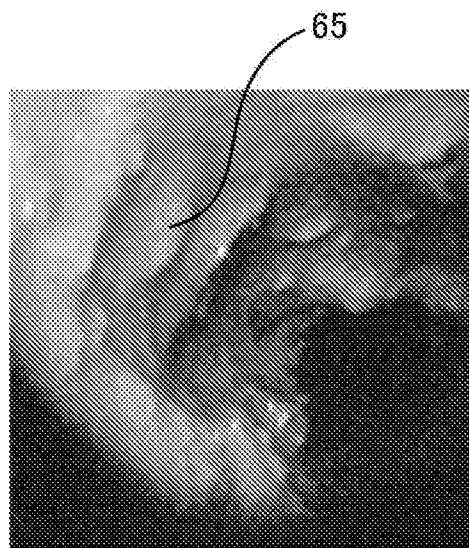
[図2]



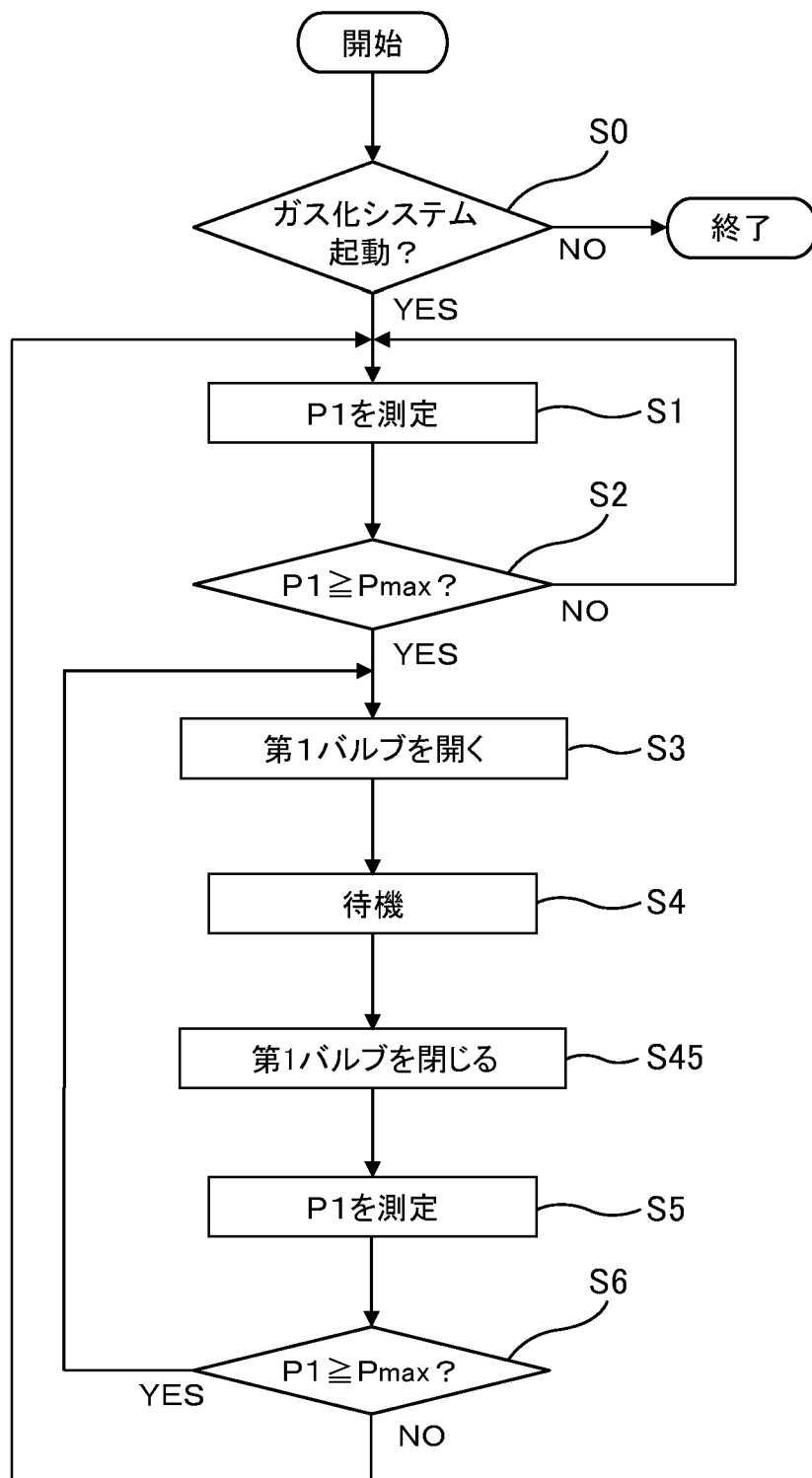
[図4]



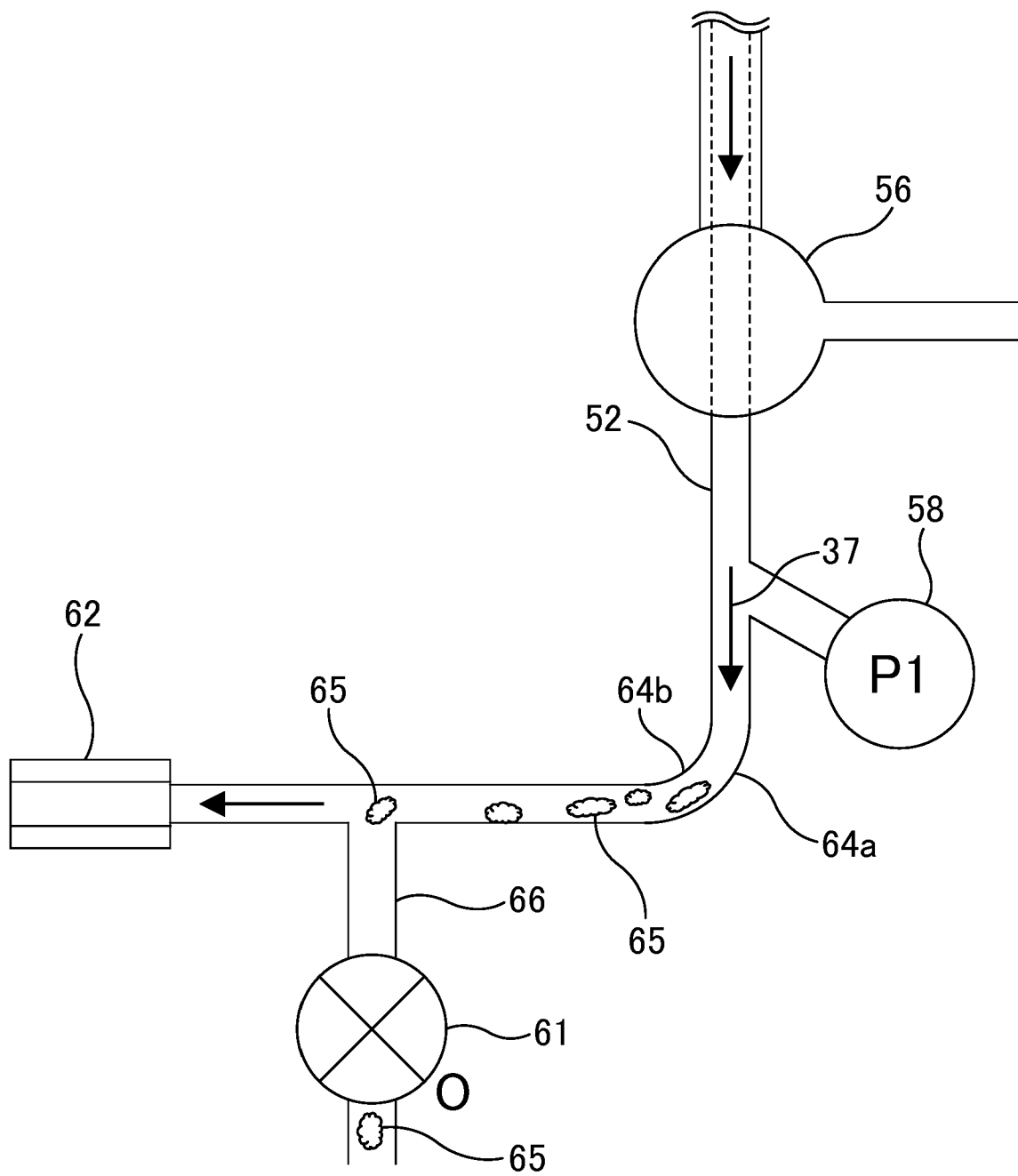
[図5]



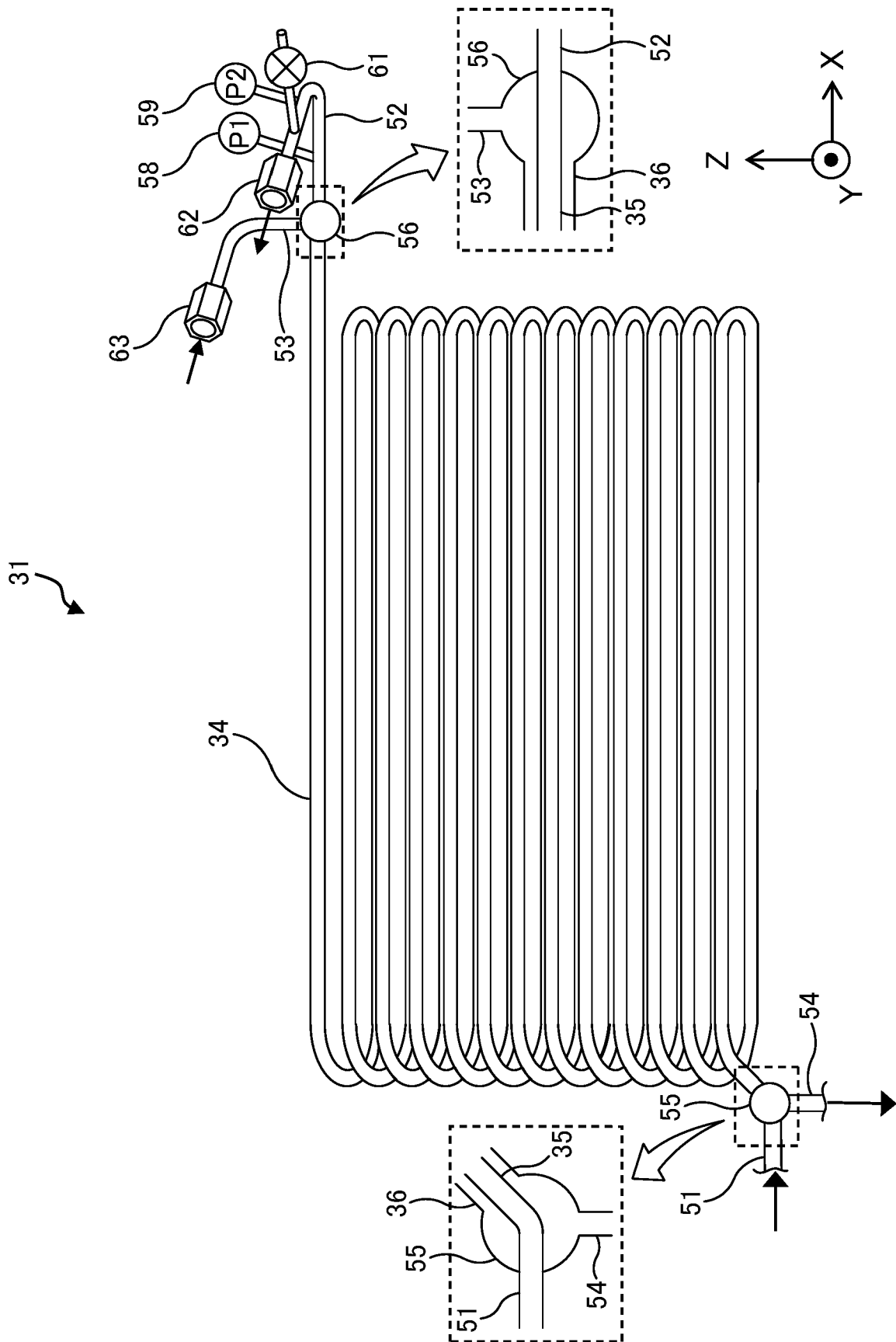
[図6]



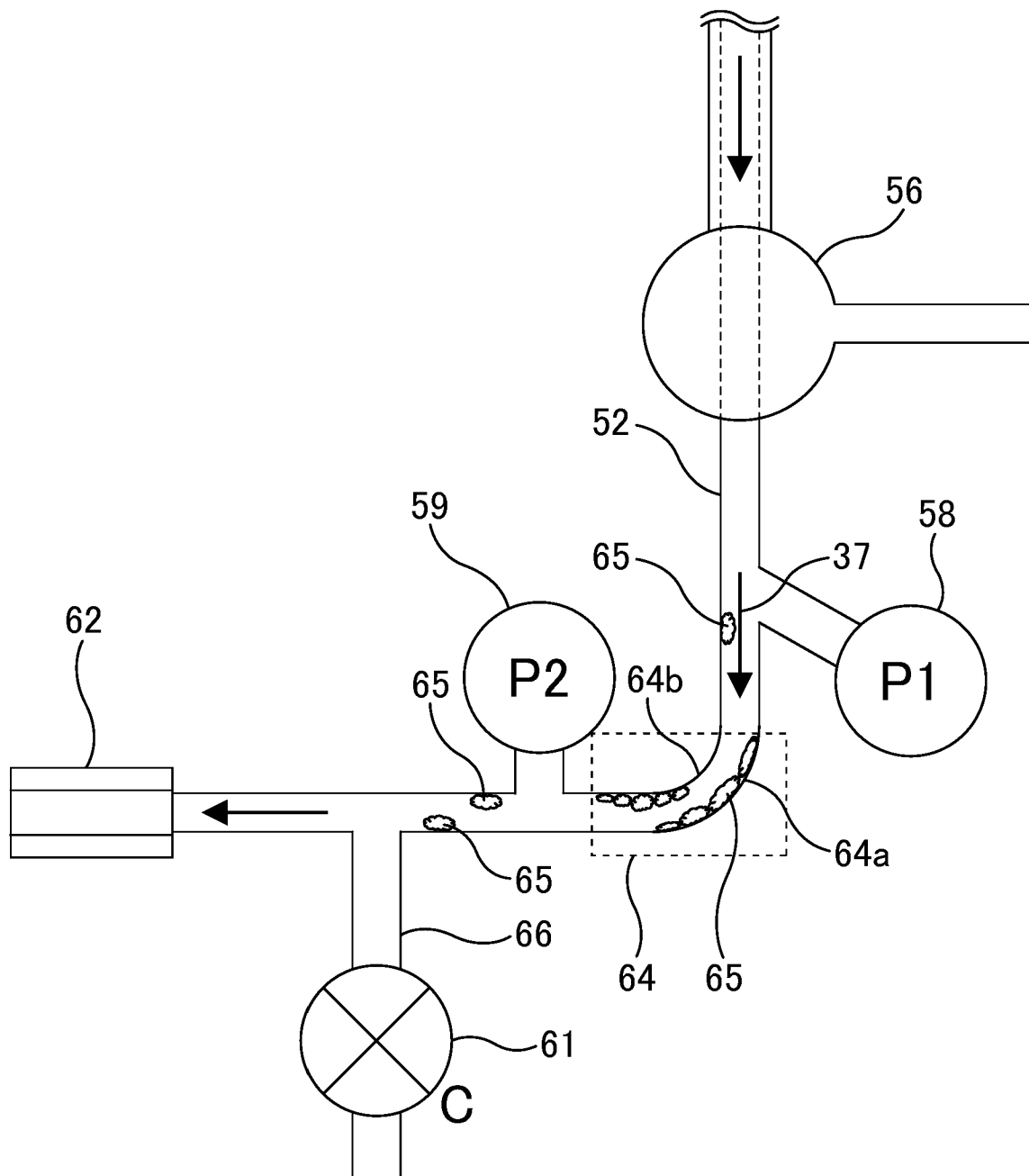
[図7]



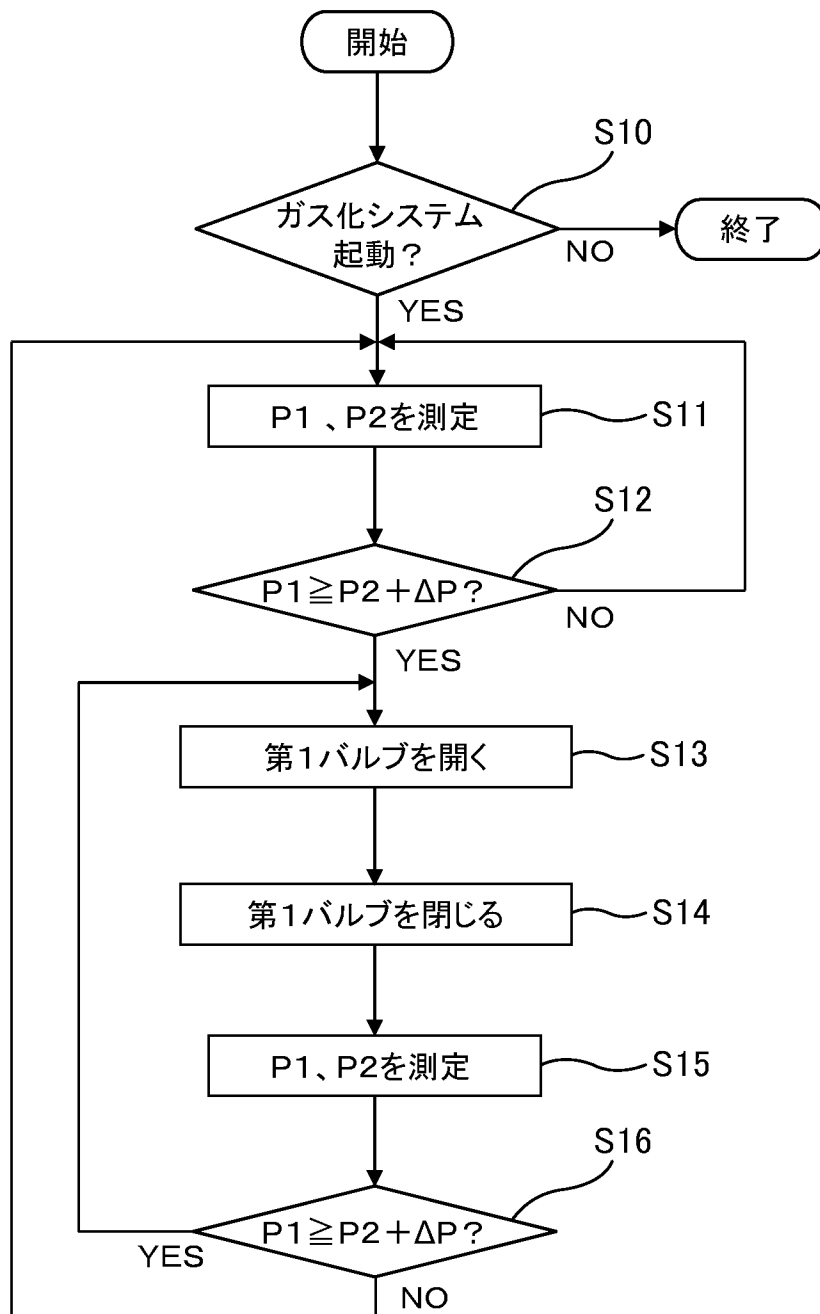
[図8]



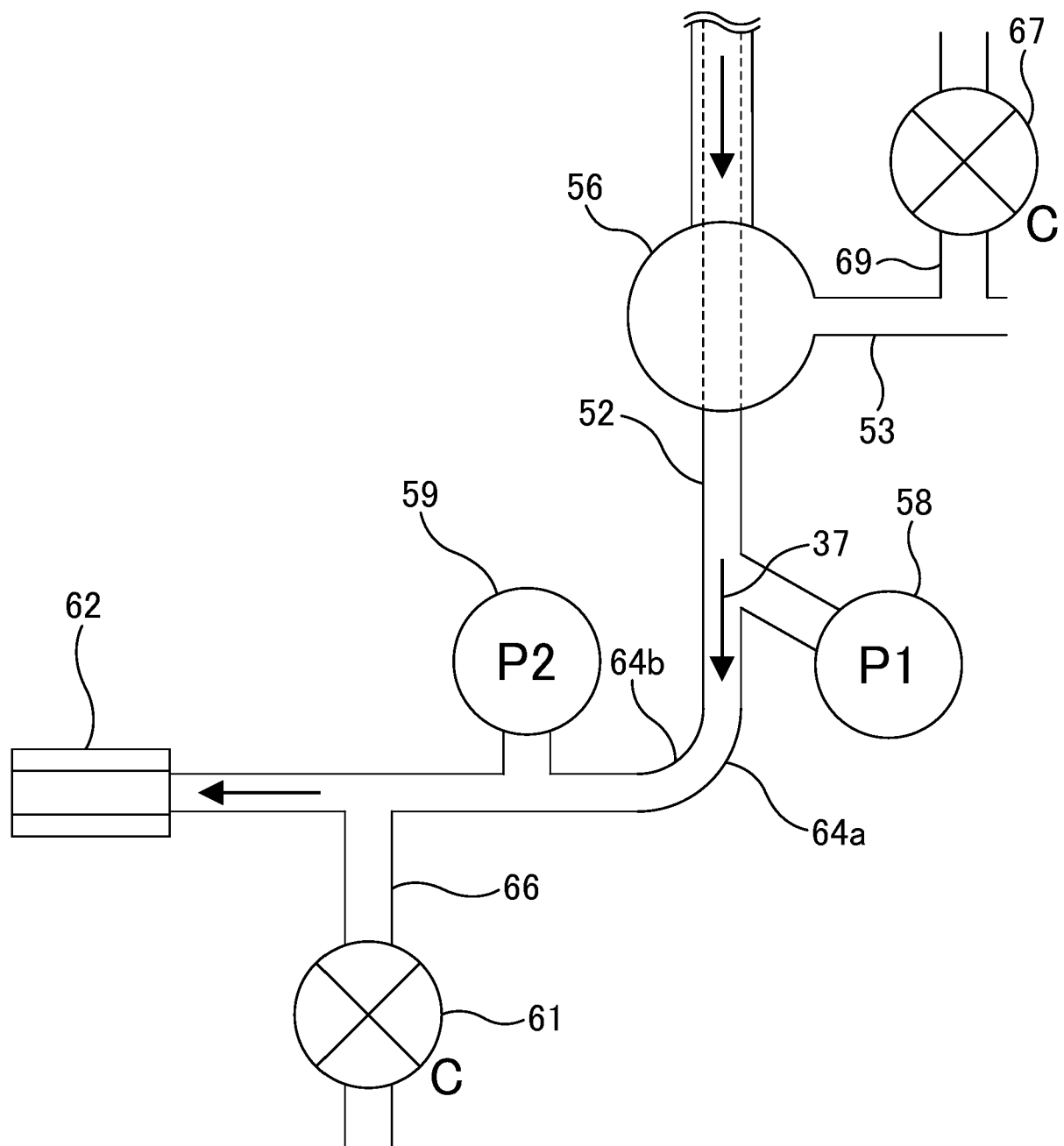
[図9]



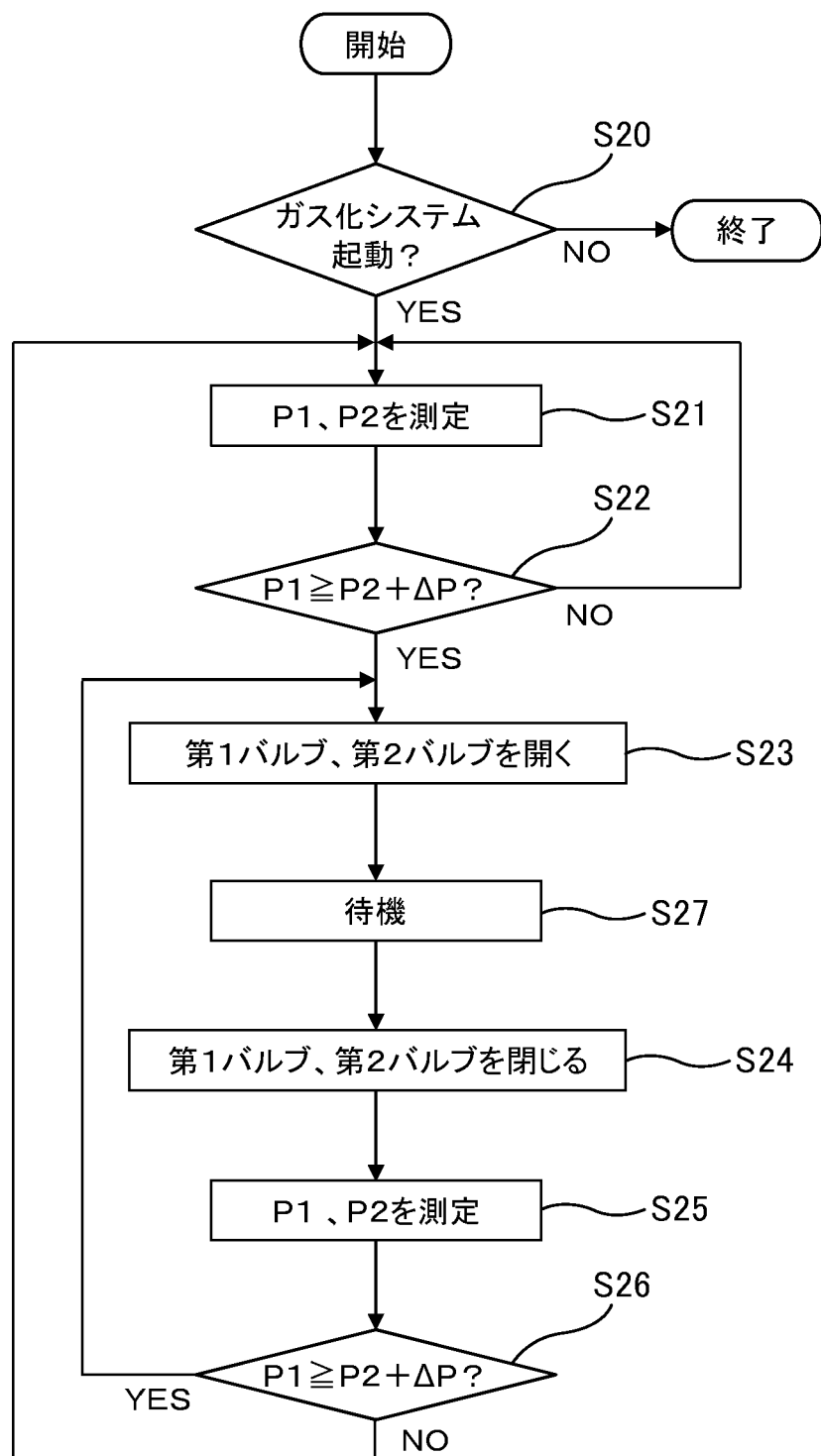
[図10]



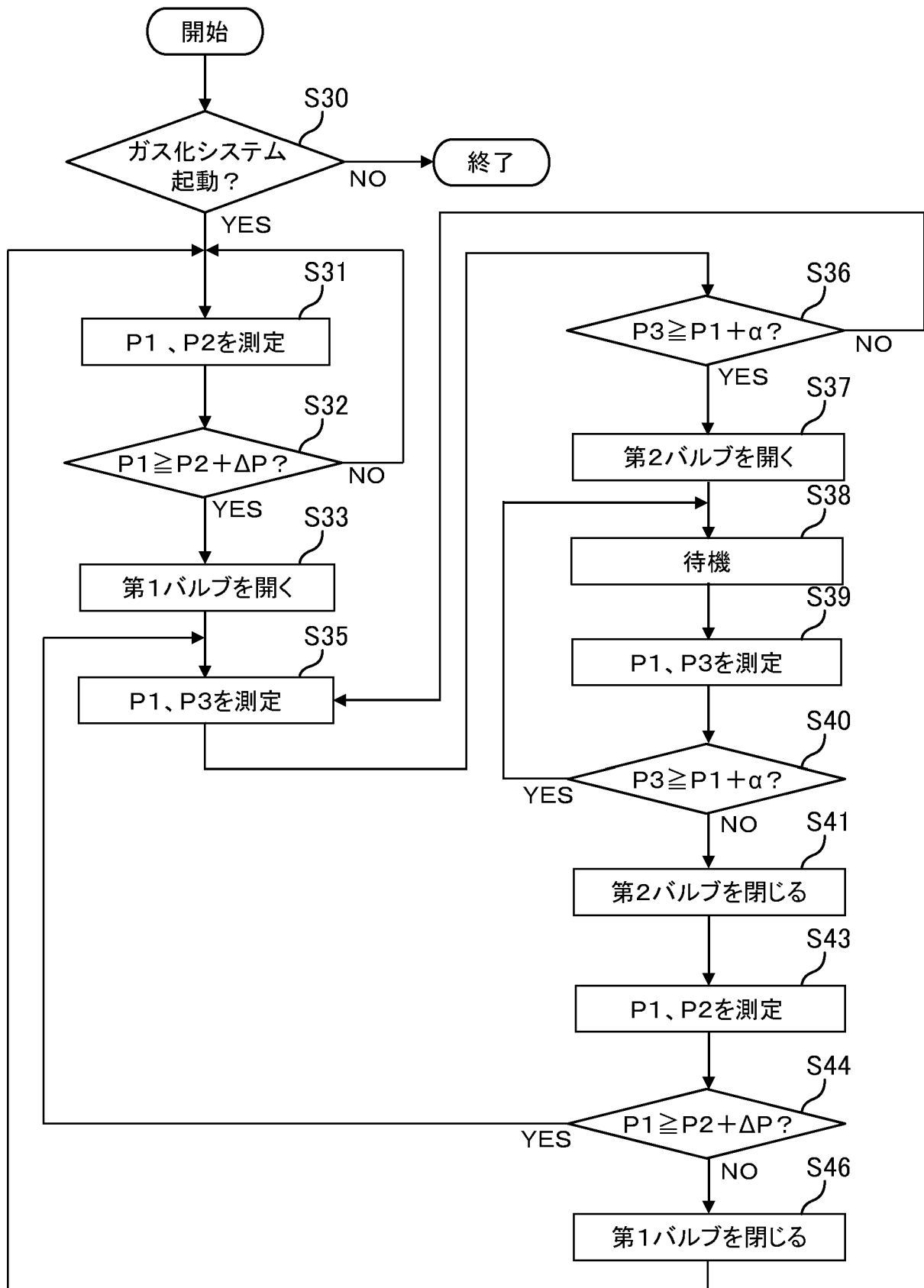
[図11]



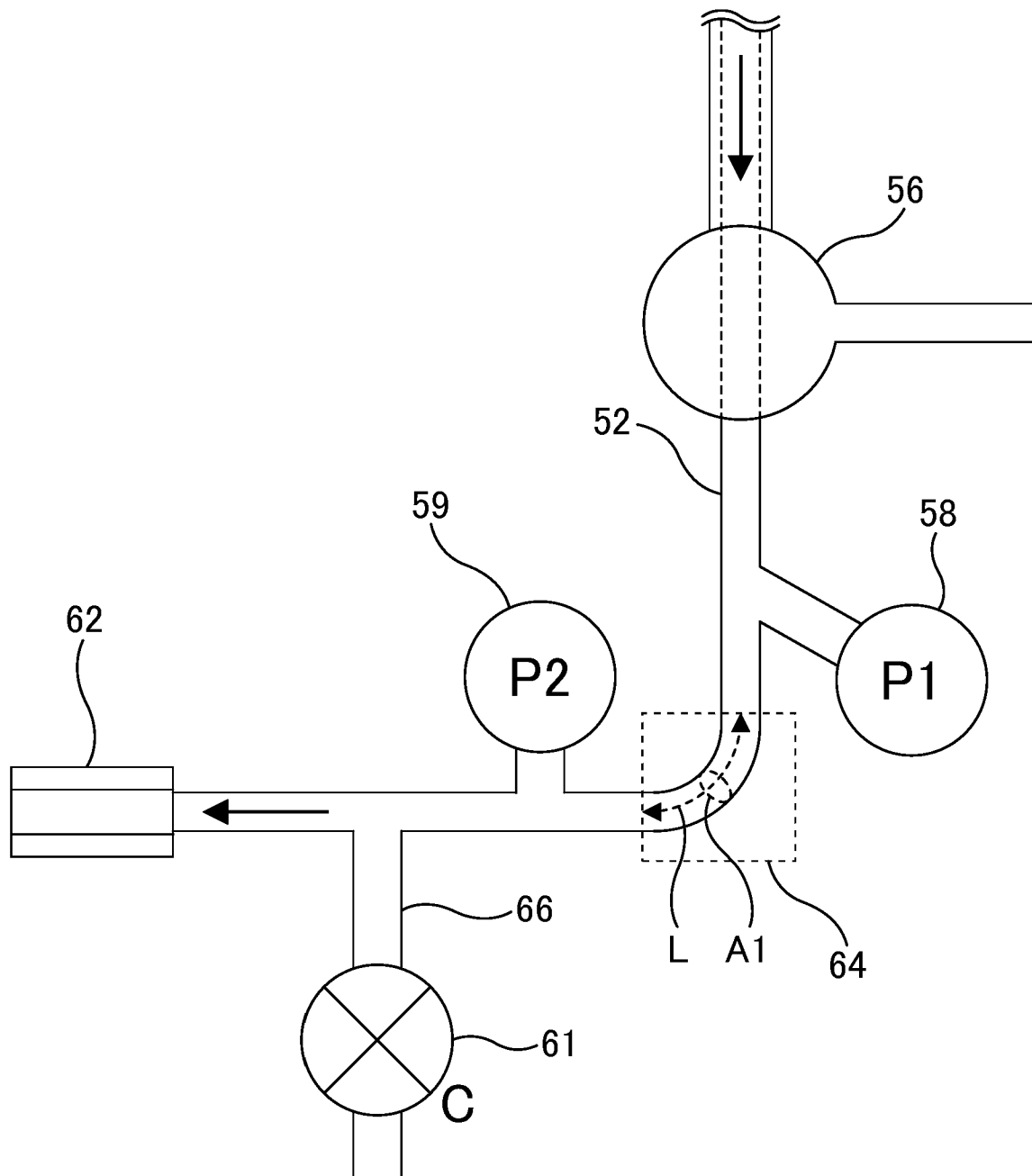
[図12]



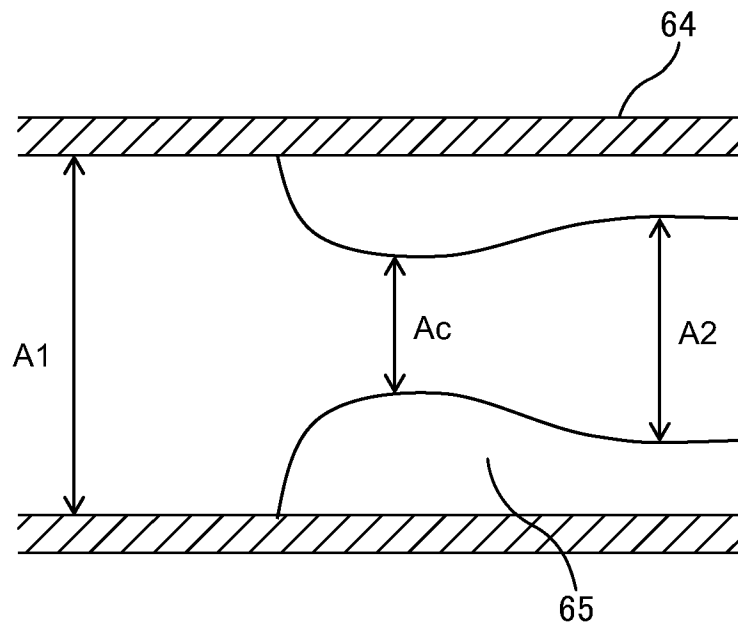
[図14]



[図15]



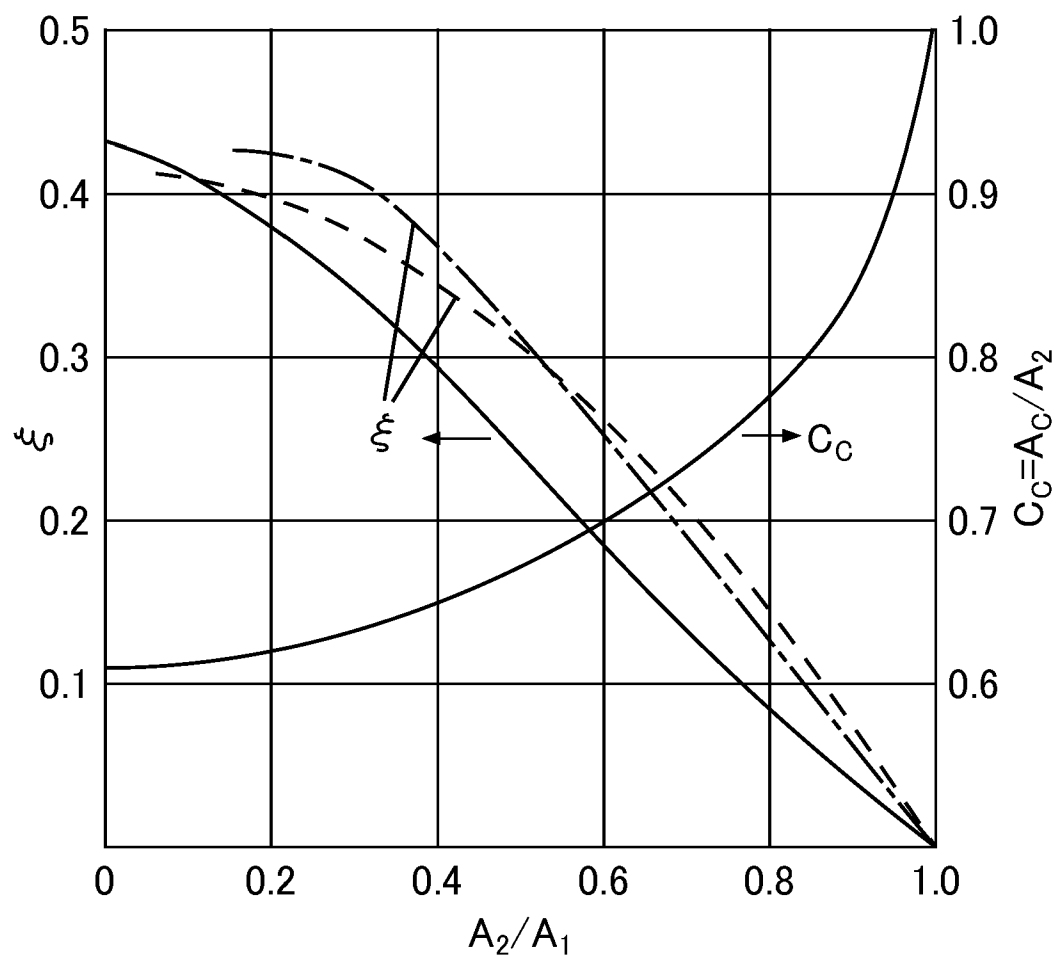
[図16]



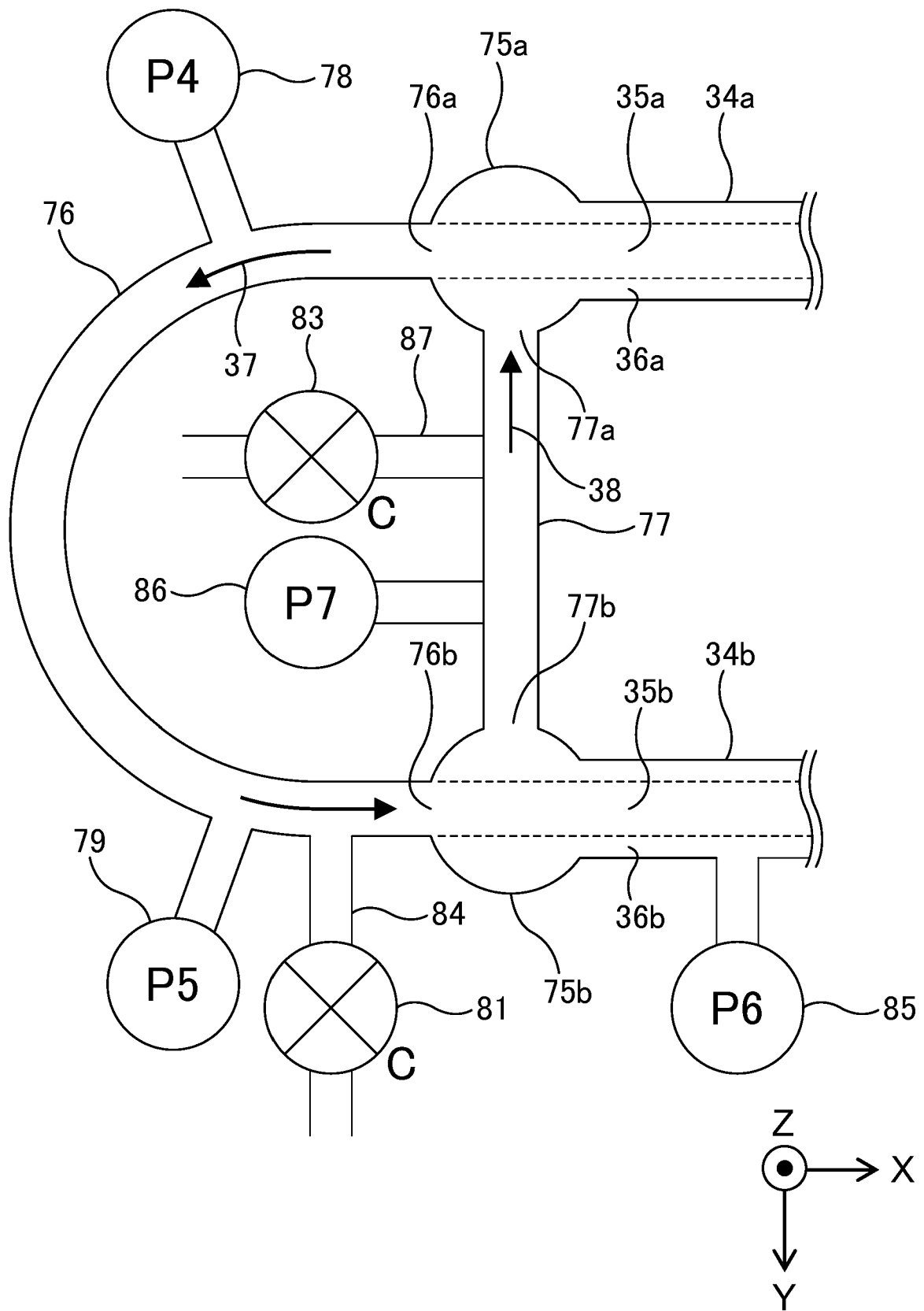
[図17]

A_2/A_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
C_c	0.61	0.62	0.63	0.65	0.67	0.70	0.73	0.77	0.84	1.00
ξ	0.41	0.38	0.34	0.29	0.24	0.18	0.14	0.089	0.036	0

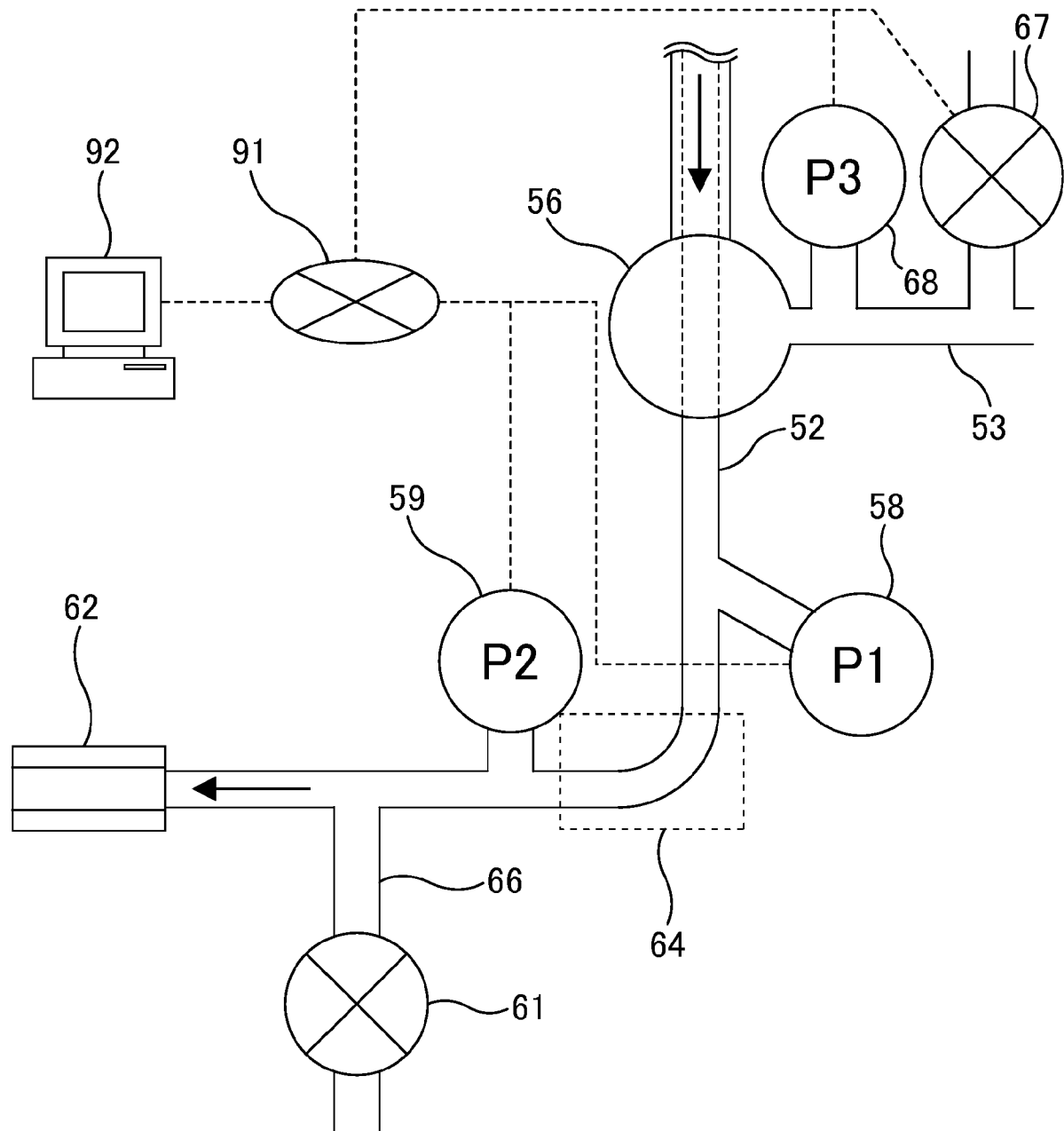
[図18]



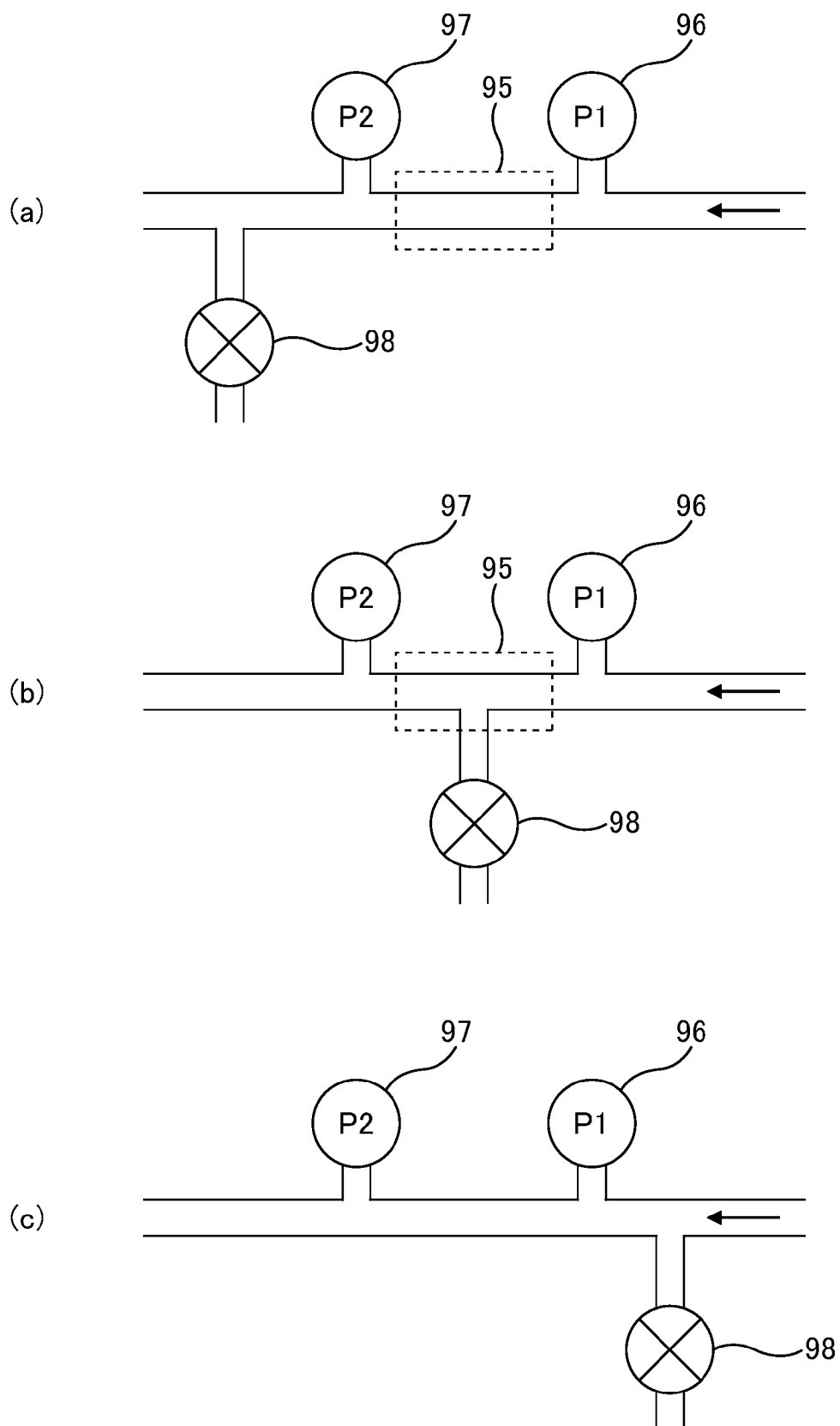
[図19]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B08B9/032(2006.01)i, F28G1/16(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)

B08B9/032, F28G1/16

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 2014-190753 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 06 October 2014 (06.10.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2014-24059 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 06 February 2014 (06.02.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2008-246343 A (Hiroshima University), 16 October 2008 (16.10.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ 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
19 December 2016 (19.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

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/JP2016/082936

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-164300 A (Hitachi, Ltd.), 29 June 1993 (29.06.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 9-229591 A (NKK Corp.), 05 September 1997 (05.09.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2001-311199 A (Suga Co., Ltd.), 09 November 2001 (09.11.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 52-133158 A (Showa Aluminum Corp.), 08 November 1977 (08.11.1977), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B08B9/032(2006.01)i, F28G1/16(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（I P C））

Int.Cl. B08B9/032, F28G1/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
A	JP 2014-190753 A（中国電力株式会社）2014. 10. 06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2014-24059 A（中国電力株式会社）2014. 02. 06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2008-246343 A（国立大学法人広島大学）2008. 10. 16, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 2

☒ 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

1 9 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 7 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

伊藤 秀行

3 K

4 4 2 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 2

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 5-164300 A (株式会社日立製作所) 1993. 06. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	JP 9-229591 A (日本鋼管株式会社) 1997. 09. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	JP 2001-311199 A (須賀工業株式会社) 2001. 11. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	JP 52-133158 A (昭和アルミニウム株式会社) 1977. 11. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 2