

(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
2016 年 9 月 9 日(09.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/139712 A1

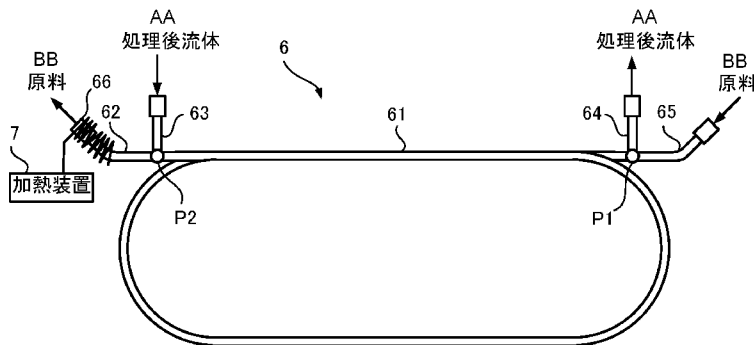
- (51) 国際特許分類:
F28G 13/00 (2006.01) *F28D 7/10* (2006.01)
C10J 3/72 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056061
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 2 日(02.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 中国電力株式会社 (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) [JP/JP]; 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 Hiroshima (JP). 国立大学法人広島大学 (HIROSHIMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7398511 広島県東広島市鏡山 1 丁目 3 番 2 号 Hiroshima (JP). 中電プラント株式会社 (CHUDEN PLANT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7340001 広島県広島市南区出汐 2 丁目 3 番 1 8 号 Hiroshima (JP). 株式会社東洋高圧 (TOYO KOATSU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7330002 広島県広島市西区楠木町 2 丁目 1 番 2 2 号 Hiroshima (JP).

- (72) 発明者: 和田 泰孝 (WADA, Yasutaka); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 松村 幸彦 (MATSUMURA, Yukihiko); 〒7398511 広島県東広島市鏡山 1 丁目 3 番 2 号 国立大学法人広島大学内 Hiroshima (JP). 川井 良文 (KAWAI, Yoshifumi); 〒7340001 広島県広島市南区出汐 2 丁目 3 番 1 8 号 中電プラント株式会社内 Hiroshima (JP). 野口 琢史 (NOGUCHI, Takashi); 〒7330002 広島県広島市西区楠木町 2 丁目 1 番 2 2 号 株式会社東洋高圧内 Hiroshima (JP).
- (74) 代理人: 一色国際特許業務法人 (ISSHIKI & CO.); 〒1050004 東京都港区新橋 2 丁目 1 2 番 7 号 労金新橋ビル Tokyo (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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: HEAT EXCHANGE DEVICE AND FUEL GAS GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 熱交換装置、燃料ガス生成装置



7 Heating device
AA Starting material
BB Processed fluid

(57) Abstract: The present invention is provided with the following: a first piping inside of which a slurry moves so as to perform heat exchange with an external first fluid; a second piping that is connected to the first piping at the downstream side of the first piping so that the slurry supplied from the first piping moves inside the second piping; and a heating device that heats the second piping so that the amount of the slurry adhered to the inner wall of the second piping becomes less than a prescribed amount.

(57) 要約: 外部の第 1 流体との間で熱交換が行われるようにスラリーが内部を移動する第 1 配管と、前記第 1 配管から供給される前記スラリーが内部を移動するように、前記第 1 配管における下流側において前記第 1 配管と結合されている第 2 配管と、前記第 2 配管の内壁に付着する前記スラリーの量が所定量よりも少なくなるように前記第 2 配管を加熱する加熱装置と、を備える。

WO 2016/139712 A1



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.

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).

- (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,

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：熱交換装置、燃料ガス生成装置

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換装置、燃料ガス生成装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、外部の流体との間で熱交換が行われるようにスラリー一体が内部を移動する配管を有する熱交換装置が知られている（例えば特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００７－２６９９４５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、特許文献１の熱交換装置では、配管の内壁に付着するスラリー一体の量が増大した場合、配管が閉塞して、スラリー一体と外部の流体との間での熱交換が行われ難くなる虞がある。

課題を解決するための手段

[0005] 前述した課題を解決する主たる本発明は、外部の第１流体との間で熱交換が行われるようにスラリー一体が内部を移動する第１配管と、前記第１配管から供給される前記スラリー一体が内部を移動するように、前記第１配管における下流側において前記第１配管と結合されている第２配管と、前記第２配管の内壁に付着する前記スラリー一体の量が所定量よりも少なくなるように前記第２配管を加熱する加熱装置と、を備えたことを特徴とする熱交換装置である。

[0006] 本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、熱交換装置出口配管における閉塞トラブルを防止するとともに、熱交換装置による熱通過率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の第1及び第2実施形態における超臨界ガス化装置を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1実施形態における熱交換器を示す斜視図である。

[図3]本発明の第1実施形態における熱交換器を示す平面図である。

[図4]本発明の第1実施形態における二重管を示す断面斜視図である。

[図5]本発明の第1実施形態における生成物が付着した状態の配管を示す側面図である。

[図6]本発明の第1実施形態における生成物が剥離した状態の配管を示す側面図である。

[図7]本発明の第2実施形態における熱交換器を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[第1実施形態]

===超臨界ガス化装置===

以下、図1を参照して、本実施形態における超臨界ガス化装置について説明する。図1は、本実施形態における超臨界ガス化装置を示すブロック図である。

[0010] 超臨界ガス化装置100（燃料ガス生成装置）は、ガス化原料等から燃料ガスを生成する装置である。超臨界ガス化装置100は、原料調整部10、原料供給部20、熱交換部30、ガス化处理部40、及び、燃料生成部50を有している。

[0011] 原料調整部10は、ガス化原料等から原料スラリー（「スラリー体」又は「原料」とも称する）を調整する部分であり、調整タンク11と破砕機12とを有している。

- [0012] 調整タンク 11 は、ガス化原料、活性炭、水などを混合して懸濁液を作製する容器であり、図示しない攪拌翼が設けられている。ガス化原料としては、例えば、焼酎残渣、採卵鶏糞、汚泥を用いることができる。活性炭は、非金属系触媒として機能するものであり、平均粒径 $200\ \mu\text{m}$ 以下の多孔質の粒子を用いることができる。
- [0013] 破砕機 12 は、調整タンク 11 で混合された懸濁液に含まれる固形分（主にガス化原料）を破砕し、均一な大きさにするための装置である。本実施形態では、固形分の平均粒径が $500\ \mu\text{m}$ 以下になるように破砕を行っている。破砕機 12 による破砕により、懸濁液は原料スラリーになる。
- [0014] 原料供給部 20 は、原料スラリーを高圧で送出する部分であり、供給ポンプ 21 と高圧ポンプ 22 とを有している。供給ポンプ 21 は、破砕機 12 から送出された原料スラリーを、高圧ポンプ 22 に向けて供給するための装置である。高圧ポンプ 22 は、原料スラリーを高圧で送出するための装置である。この高圧ポンプ 22 により、原料スラリーは $0.1\sim 4\ \text{MPa}$ 程度まで加圧される。
- [0015] 熱交換部 30 は、原料供給部 20 から供給された原料スラリーと、ガス化処理部 40 で分解処理された後の処理後流体との間で熱交換を行わせることで、原料スラリーを加熱するとともに処理後流体を冷却する部分である。この熱交換部 30 は、熱交換器 6（熱交換装置）と、クーラー 32 とを有している。
- [0016] 熱交換器 6 は、原料スラリーと処理後流体との間で熱交換を行わせる装置であり、二重管式のものが用いられている。そして、内側流路を原料スラリーが流れる低温側流路として用い、外側流路を処理後流体が流れる高温側流路として用いている。本実施形態において、処理後流体の導入温度は $600\ ^\circ\text{C}$ 程度とされ、排出温度が $120\ ^\circ\text{C}$ 程度とされている。一方、原料スラリーの導入温度は常温とされ、排出温度が約 $450\ ^\circ\text{C}$ とされている。なお、熱交換器 6 については後で説明する。クーラー 33 は、熱交換器 6 から排出された処理後流体を冷却する装置である。

[0017] ガス化処理部40は、熱交換器6で加熱された原料スラリーを超臨界状態まで加熱し、原料スラリーに含まれる有機物を分解する部分であり、予熱器41とガス化反応器42を有している。予熱器41は、熱交換器6から排出された原料スラリーを予熱する装置であり、本実施形態では約450℃で導入された原料スラリーを約600℃まで加熱している。ガス化反応器42は、原料スラリーを超臨界状態に維持して原料スラリーに含まれる有機物を分解する装置である。本実施形態では温度を600℃、圧力を25MPaに定め、1～2分間に亘って原料スラリーの分解処理を行っている。

[0018] 燃料生成部50は、処理後流体から燃料ガスを生成する。この燃料生成部50は、減圧器51、気液分離器51、触媒回収器、ガスタンク54を有している。

[0019] 減圧器51は、クーラー32で冷却された処理後流体を減圧する。気液分離器52は、減圧器51で減圧された処理後流体を、気体（燃料ガス）と液体（排水、活性炭、灰分）とに分離する。そして、分離後の液体は触媒回収器53を介して排出される。一方、分離後の気体は、ガスタンク54内に貯蔵される。

===熱交換器===

以下、図2乃至図4を参照して、本実施形態における熱交換器について説明する。図2は、本実施形態における熱交換器を示す斜視図である。図3は、本実施形態における熱交換器を示す平面図である。図4は、本実施形態における二重管を示す断面斜視図である。尚、図4は、二重管61の長手方向に対して略直交する断面から見た状態の二重管61を示している。内管612の一部は、説明の便宜上、破線で示されている。

[0020] 熱交換器6は、スラリー体と処理後流体との間で熱交換を行わせる装置である。尚、処理後流体は、ガス化処理部40で処理されたスラリー体である。

[0021] 熱交換器6は、二重管61、配管62乃至65、加熱装置7を有している。

[0022] 二重管 6 1 は、外管 6 1 1、内管 6 1 2 を有している。内管 6 1 2 は、内部をスラリー一体が移動する例えば金属製の配管である。内管 6 1 2 は、外管 6 1 1 との間に処理後流体を移動させるための隙間が形成されるように、外管 6 1 1 内に挿通されている。尚、内管 6 1 2 の内側が、内側流路に対応し、内管 6 1 2 と外管 6 1 1 との間の隙間が外側流路に対応している。外管 6 1 1 は、内管 6 1 2 が内部に挿通される例えば金属製の配管である。

[0023] 二重管 6 1 は、比較的狭い空間において二重管 6 1 の長さを比較的長くすることができるように、垂直方向（Z 軸）に沿っている巻回軸（不図示）を中心に、螺旋状に巻回されている。つまり、外管 6 1 1 及び内管 6 1 2 は、共に螺旋状に巻回されている。

[0024] 配管 6 2、6 3 は、結合部 P 1 よりも上側（+Z）に設けられている結合部 P 2 を介して二重管 6 1 の一端に結合されている。配管 6 2 は、内側流路と連通するように結合されている。配管 6 3 は、外側流路と連通するように結合されている。

[0025] 配管 6 4、6 5 は、結合部 P 2 よりも下側（-Z）に設けられている結合部 P 1 を介して二重管 6 1 の他端に結合されている。配管 6 5 は、内側流路と連通するように結合されている。配管 6 4 は、外側流路と連通するように結合されている。

[0026] 配管 6 5 には、原料供給部 2 0 からスラリー一体が供給される。このスラリー一体は、二重管 6 1 の内側流路、配管 6 2 を介してガス化処理部 4 0 に供給される。又、配管 6 3 には、ガス化処理部 4 0 から処理後流体が供給される。この処理後流体は、二重管 6 1 の外側流路、配管 6 4 を介してクーラー 3 2 に供給される。つまり、二重管 6 1 においては、スラリー一体の流向と処理後流体の流向とが互いに対向することになる。

[0027] 加熱装置 7 は、配管 6 2 の内壁に付着する生成物 T 1 の量が所定量よりも少なくなるように、配管 6 2 を加熱する装置である。

=== 生成物、加熱装置 ===

以下、図 5 及び図 6 を参照して、本実施形態における生成物について説明

する。図5は、本実施形態における生成物が付着した状態の配管を示す側面図である。図6は、本実施形態における生成物が剥離した状態の配管を示す側面図である。

＝生成物＝

例えば、配管62は予熱器41と接続するため機器の配置によっては曲げ部62Aを持つことがある。例えば、配管62の曲げ部62A及び曲げ部62Aよりも下流側における曲げ部62Aの近傍の内壁には、生成物T1（スラリー体）が付着することがある。これは、例えば、曲げ部62Aにおいてスラリー体の移動速度や移動方向が変化することに基づくものである。例えば、スラリー体の移動方向が急変する位置においてスラリー体が配管の内壁に接触するが、その位置は移動速度が低減する位置でもあるため、生成物T1が付着し積層しやすくなる。尚、生成物T1は、スラリー体を加熱した際に生成される例えばタール及びチャーである。

[0028] 配管62の内壁に付着する生成物T1の量が増大した場合、例えば、スラリー体の移動が付着したスラリー体によって妨げられることがある。この場合、熱交換器6においてもスラリー体の移動が妨げられるため、スラリー体の移動速度が低下して熱交換器6の内壁へスラリー体が付着し、熱交換器6におけるスラリー体と処理後流体との間の熱通過率が低減することがある。配管62の内壁に付着する生成物T1の量が、更に増大した場合、例えば、配管62が閉塞することがある。この場合、他の熱交換器を有する他の超臨界ガス化装置が、燃料ガスを生成するのが困難となる虞がある。

[0029] 従って、熱交換器6においては、配管62の内壁に付着する生成物T1の量を、所定量よりも少なくする必要がある。尚、所定量は、例えば、配管62を閉塞しない程度の量であることとしてもよいし、配管62から排出されたスラリー体の温度が約450℃とできる程度の熱通過率を熱交換器6において維持できるか否かの、実験又はシミュレーションに基づいて定められる量であることとしてもよい。

＝加熱装置＝

加熱装置 7 は、配管 6 2 における曲げ部及び下流側を加熱するヒーターである。加熱装置 7 は、配管 6 2 の温度が配管 6 2 の内部を移動するスラリ体の温度よりも高くなるように、配管 6 2 に熱を付与する。これは、温度が上昇するにつれて生成物 T 1 の粘度が低下するという、生成物 T 1 の粘度と温度との関係に基づいて、配管 6 2 の内壁に付着した生成物 T 1 を剥離したり、配管 6 2 の内壁に生成物 T 1 が付着し難くしたりするための構成である。

[0030] 例えば、生成物 T 1 が配管 6 2 の内壁に付着し積層し配管 6 2 内の流路が狭まった場合は閉塞部で流体の平均速度が増大するため、式 (1) に表す通り、配管 6 2 の内壁の付着物に作用する剪断応力が増大し、内壁に付着した生成物 T 1 を内壁から剥離させる現象が期待できる。

[0031] [数1]

$$\tau_w = f \frac{1}{2} \rho u^2 \quad \dots (1)$$

(但し、 τ_w : 配管内壁の付着物に作用する剪断応力、 f : 摩擦係数、 ρ : 流体の密度、 u : 流体の平均速度)

加熱装置 7 から配管 6 2 に対して熱を付与した場合は、配管 6 2 の温度が上昇し、生成物 T 1 における配管 6 2 に付着している部分の粘度が低下するため、配管 6 2 の内壁に付着していた生成物 T 1 が、前記剪断応力の増大によって、配管 6 2 の内壁との接触部から剥離する。更に、この後、配管 6 2 の温度が配管 6 2 内のスラリ体の温度よりも高くなっているために、配管 6 2 の内壁に生成物 T 1 が付着し難くなる。これに比べて、加熱装置が設置されていない場合は、外気によって冷却されるため配管 6 2 の温度が低下し、それにつれて生成物 T 1 における配管 6 2 に付着している部分の粘度が増大する。よって配管 6 2 の内壁に付着した生成物 T 1 は、配管 6 2 の内壁から剥離しづらいため、前記剪断応力の増大によっても配管 6 2 の閉塞を回避できない。

[0032] 従って、加熱装置 7 によって配管 6 2 を加熱することにより、配管 6 2 の

内壁に付着する生成物 T 1 の量を、所定量よりも少なくすることが可能となる。尚、加熱装置 7 によって上昇する配管 6 2 の温度及び加熱装置 7 から配管 6 2 に付与される熱量は、配管 6 2 の内壁に付着する生成物 T 1 の量が所定量よりも少なるか否かを確認する、例えば確認実験又はシミュレーション等に基づいて定められることとしてもよい。

[0033] 尚、本実施形態では、配管 6 2 の曲げ部及び下流側へ加熱装置を設置することについて説明しているが、これに限定されるものではない。スラリー体の付着が多い曲げ部のみを加熱しても良い。また、伝熱によって曲げ部の加熱が期待できる下流側のみを加熱しても良い。

=== 熱交換器の動作 ===

以下、図 1、図 3 及び図 6 を参照して、本実施形態における熱交換器の動作について説明する。

[0034] 原料調整部 1 0 は、ガス化原料等からスラリー体を調整（生成）する。原料供給部 2 0 は、原料調整部 1 0 で調整されたスラリー体を加圧して、熱交換器 6 における配管 6 5 に供給する。原料供給部 2 0 から配管 6 5 に供給されたスラリー体は、内側流路、配管 6 2 を介してガス化処理部 4 0 に供給される。この際、加熱装置 7 が配管 6 2 を加熱しているために、例えば生成物 T 1 が配管 6 2 の内壁から剥離して下流側に流れるので、配管 6 2 の流れが阻害されることが無い。したがって、配管 6 2 の上流に位置する熱交換器 6 の流れも阻害されることが無く、熱交換器 6 の伝熱面に付着する生成物 T 1 の量が所定量よりも少なくなる。従って、熱交換器 6 におけるスラリー体と処理後流体との間の熱通過率を向上させることができる。

[0035] ガス化処理部 4 0 は、熱交換器 6 で加熱されてガス化処理部 4 0 に供給されたスラリー体を加熱して、処理後流体を生成する。ガス化処理部 4 0 で生成された処理後流体は、熱交換器 6 における配管 6 3 に供給する。ガス化処理部 4 0 から配管 6 3 に供給された処理後流体は、外側流路、配管 6 4、クーラー 3 2 を介して燃料生成部 5 0 に供給される。この後、燃料生成部 5 0 は、供給された処理後流体から燃料ガスを生成する。

[0036] 前述したように、熱交換器 6 は、二重管 6 1、配管 6 2、加熱装置 7 を有する。二重管 6 1 の内管 6 1 2 は、外部の処理後流体との間で熱交換が行われるようにスラリー体が内部を移動する。配管 6 2 は、内管 6 1 2 から供給されるスラリー体が内部を移動するように内管 6 1 2 の下流側において内管 6 1 2 から曲げられた状態で結合されている。加熱装置 7 は、配管 6 2 の内壁に付着するスラリー体の量が所定量よりも少なくなるように配管 6 2 を加熱する。従って、熱交換器 6 の熱通過率を向上させることができる。又、生成物 T 1 によって配管 6 2 が閉塞するのを防止して、熱交換器 6 からガス化処理部 4 0 に対して確実にスラリー体を供給することができる。つまり、超臨界ガス化装置 1 0 0 において確実に燃料ガスを生成することができる。

[0037] 又、加熱装置 7 は、配管 6 2 の温度が配管 6 2 の内部におけるスラリー体の温度よりも高くなるように加熱する。従って、配管 6 2 の内壁に付着する生成物 T 1 を確実に剥離させることができる。

[0038] 又、加熱装置 7 は、配管 6 2 における下流側に熱を付与するヒーターである。従って、生成物 T 1 の濃度が高くなりやすい位置において、配管 6 2 の温度を比較的高温として内壁に付着する生成物 T 1 を確実に剥離させることができる。

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態の超臨界ガス化装置 1 0 0 B (図 1) は、第 1 実施形態の超臨界ガス化装置 1 0 0 における熱交換器 6 を熱交換器 7 0 0 に変更したものである。超臨界ガス化装置 1 0 0 B における熱交換器 7 0 0 以外の構成は、超臨界ガス化装置 1 0 0 の構成と同様である。

=== 超臨界ガス化装置、熱交換器 ===

以下、図 1 及び図 7 を参照して、本実施形態における超臨界ガス化装置及び熱交換器について説明する。図 7 は、本実施形態における熱交換器を示す平面図である。尚、図 3 が示す構成と同様な構成には同様な符号を付し、その説明については省略する。

[0039] 超臨界ガス化装置 1 0 0 B は、熱交換器 7 0 0 を有している。

- [0040] 熱交換器 6 は、二重管 7 1、配管 7 2、7 3 を有している。
- [0041] 二重管 7 1 における結合部 P 4 側（+ X）の一端は、曲げ部 7 1 A において曲げられた形状を呈している。尚、二重管 7 1 における一端の構成以外の構成は、二重管 6 1 の構成と同様である。
- [0042] 配管 7 2、7 3 は、結合部 P 4 を介して二重管 7 1 の一端に結合されている。配管 7 2 は、二重管 7 1 の内側流路と連通するように結合されている。配管 7 3 は、二重管 7 1 の外側流路と連通するように結合されている。
- [0043] 二重管 7 1 の一端における内管は、配管 7 3 に供給される処理後流体により加熱される。つまり、配管 7 3 に供給される処理後流体及び二重管 7 1 の一端における外管が、加熱装置としての機能を発揮する。
- [0044] ここで、配管 7 3 に供給される処理後流体の温度は、スラリー体の温度よりも高くなっている。このために、二重管 7 1 の内管の温度が二重管 7 1 の内管を移動するスラリー体の温度より高くなるように、二重管 7 1 の内管が加熱される。従って、二重管 7 1 の内管における内壁に付着していた生成物が、内管から剥離する。よって、熱交換器 7 0 0 の熱通過率を向上させることができる。又、超臨界ガス化装置 1 0 0 B において確実に燃料ガスを生成することができる。
- [0045] 尚、上記第 1 及び第 2 実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。
- [0046] 第 1 実施形態では、配管 6 2 が曲げられた形状を呈していることについて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、配管 6 2 が真っ直ぐな形状を呈していることとしてもよい。つまり、配管 6 2 が直管であることとしてもよい。この場合、配管 6 2 に曲げ部が設けられないこととなり、配管 6 2 の内部のスラリー体の移動方向及び移動速度が配管 6 2 の断面における各位置において略同様となる。このために、配管 6 2 の内壁に付着する生成物 T 1 の量が所定量よりも少なくなる。

[0047] 又、第1実施形態では、二重管61の外側流路に処理後流体が供給されることについて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、二重管61の外側流路に処理後流体以外の他の流体が供給されることとしてもよい。尚、他の流体の温度は、内管612に供給されるスラリー体の温度よりも高くなるように設定されることとする。

[0048] 又、第1実施形態では、内管612が外管611に挿通されていることについて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、内管612が貯留槽内に設けられていることとしてもよい。尚、貯留槽内には、内管612に供給されるスラリー体の温度よりも高い温度の流体が貯留されていることとする。この場合、内管612内のスラリー体においては、貯留槽に貯留されている流体との間で熱交換が行われる。

[0049] 又、第1実施形態では、配管65に原料供給部20からスラリー体が供給され、配管63にガス化処理部40から処理後流体が供給されることについて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、配管62に原料供給部20からスラリー体が供給され、配管64にガス化処理部40から処理後流体が供給されることとしてもよい。又、例えば、配管65に原料供給部20からスラリー体が供給され、配管64にガス化処理部40から処理後流体が供給されることとしてもよいし、例えば、配管62に原料供給部20からスラリー体が供給され、配管63にガス化処理部40から処理後流体が供給されることとしてもよい。この場合、二重管61においては、スラリー体の流向と処理後流体の流向とが同じ方向になる。

[0050] 又、第1実施形態では、配管62、65が内側流路と連通し、配管63、64が外側流路と連通することについて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、配管62、65が外側流路と連通し、配管63、64が内側流路と連通することとしてもよい。この場合、内側流路を処理後流体が移動し、外側流路をスラリー体が移動することになる。

[0051] 又、第2実施形態の二重管71における曲げ部71Aを含む一部（「第1部分」とも称する）の外側流路と、二重管71における第1部分以外の一部

（「第２部分」とも称する）の外側流路とを連通させずに、外側流路夫々に対して異なる流体が供給されることとしてもよい。尚、第１及び第２部分の内管は連通していることとする。又、外側流路夫々に対して供給される異なる流体の温度は、第１及び第２部分の外管の温度が第１及び第２部分の内管を移動するスラリー体の温度よりも高くなるように設定されていることとする。

[0052] 尚、第１実施形態及び第２実施形態はともに、配管６２が直管であっても、内壁の付着物によって流れが乱され、曲げ部が存在するがごとく配管６２の内壁へのスラリー体の付着が増加し積層して、配管６２が閉塞することがある。このため、予熱器４１と接続される直前である配管６６や配管７４まで、加熱装置７で加温することが望ましい。

符号の説明

[0053] ６、７００	熱交換器
３０	熱交換部
６１、７１	二重管
６２、６３、６４、６５、７２、７３	配管
１００、１００Ｂ	超臨界ガス化装置
６１１	外管
６１２	内管

請求の範囲

- [請求項1] 外部の第1流体との間で熱交換が行われるようにスラリー一体が内部を移動する第1配管と、
- 前記第1配管から供給される前記スラリー一体が内部を移動するように、前記第1配管における下流側において前記第1配管と結合されている第2配管と、
- 前記第2配管の内壁に付着する前記スラリー一体の量が所定量よりも少なくなるように前記第2配管を加熱する加熱装置と、
- を備えたことを特徴とする熱交換装置。
- [請求項2] 前記加熱装置は、前記第2配管の温度が前記第2配管の内部における前記スラリー一体の温度よりも高くなるように加熱することを特徴とする請求項1に記載の熱交換装置。
- [請求項3] 前記加熱装置は、前記第2配管との間の隙間を前記スラリー一体の温度よりも高い温度の第2流体が移動するように、前記第2配管が挿通される第3配管、を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の熱交換装置。
- [請求項4] 前記加熱装置は、前記スラリー一体の温度よりも高い温度の第2流体が移動する第3配管を、前記第2配管に挿通することを特徴とする請求項1又は2に記載の熱交換装置。
- [請求項5] 前記第1配管との間の隙間を前記第1流体が移動するように、前記第1配管が挿通される第3配管、を更に備え、
- 前記加熱装置は、前記第2配管との間の隙間を前記スラリー一体の温度よりも高い温度の前記第1流体が移動するように、前記第3配管と結合される第4配管、を有することを特徴とする請求項2に記載の熱交換装置。
- [請求項6] 前記第1配管との間の隙間を前記第1流体が移動するように、前記第1配管に挿通する第3配管、を更に備え、
- 前記加熱装置は、前記スラリー一体の温度よりも高い温度の前記第1

流体が移動する第4配管を、前記第3配管と結合することを特徴とする請求項2に記載の熱交換装置。

[請求項7] 外部の第1流体との間で、ガス化原料としてのスラリー体を加熱するための熱交換が行われるように前記スラリー体が内部を移動する第1配管と、前記第1配管から供給される前記スラリー体が内部を移動するように、前記第1配管における下流側において前記第1配管と結合されている第2配管と、前記第2配管の内壁に付着する前記スラリー体の量が所定量よりも少なくなるように前記第2配管を加熱する加熱装置と、を有する熱交換装置と、

前記第1及び第2配管を介して供給される前記スラリー体から燃料ガスを生成する生成装置と、

を備えたことを特徴とする燃料ガス生成装置。

[請求項8] 前記加熱装置は、前記第2配管の温度が前記第2配管の内部における前記スラリー体の温度よりも高くなるように加熱する

ことを特徴とする請求項7に記載の燃料ガス生成装置。

[請求項9] 前記加熱装置は、前記第2配管との間の隙間を前記スラリー体の温度よりも高い温度の第2流体が移動するように、前記第2配管が挿通される第3配管、を有する

ことを特徴とする請求項7又は8に記載の燃料ガス生成装置。

[請求項10] 前記加熱装置は、前記スラリー体の温度よりも高い温度の第2流体が移動する第3配管を、前記第2配管に挿通する

ことを特徴とする請求項7又は8に記載の燃料ガス生成装置。

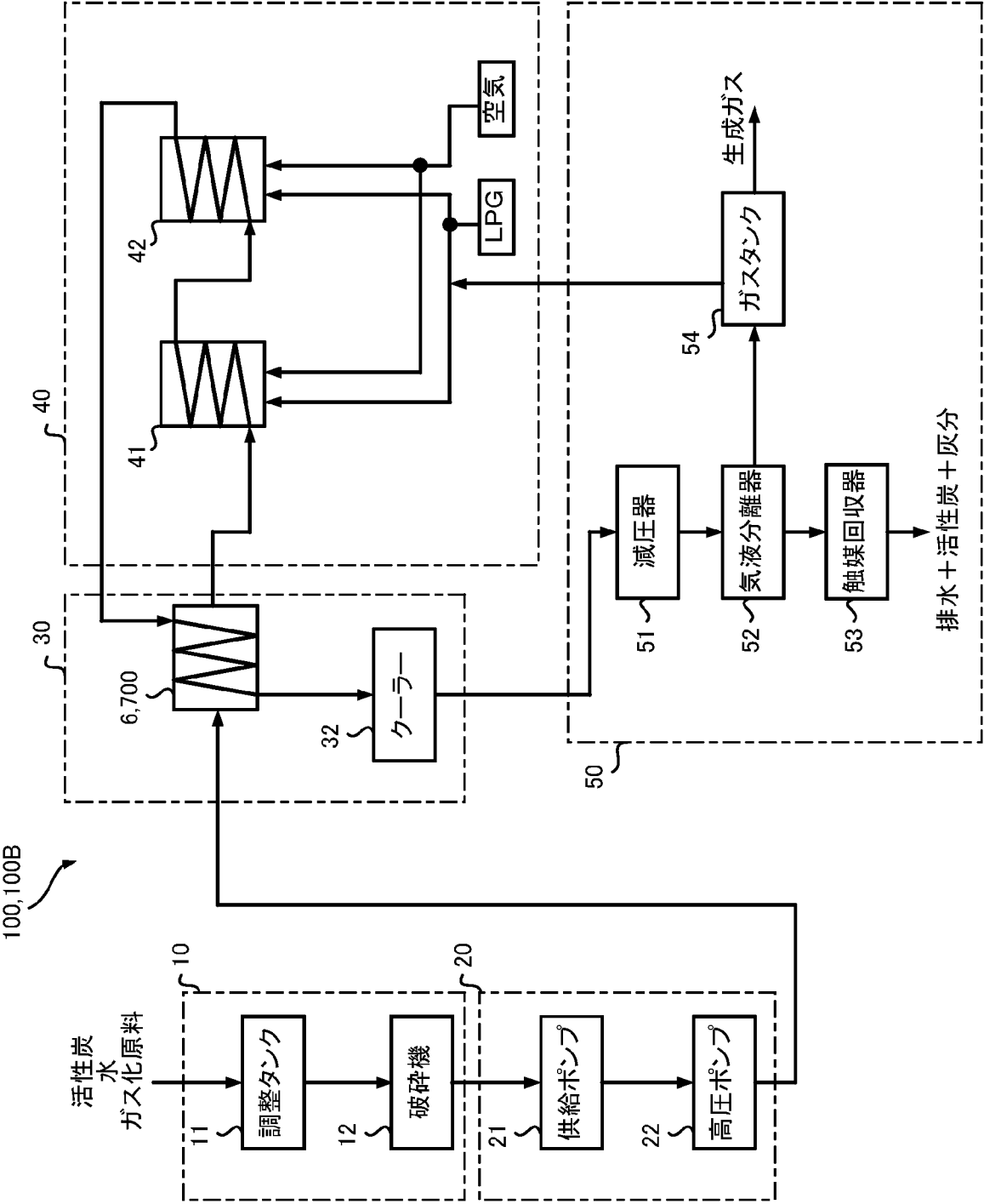
[請求項11] 前記第1配管との間の隙間を前記第1流体が移動するように、前記第1配管が挿通される第3配管、を更に備え、

前記加熱装置は、前記第2配管との間の隙間を前記スラリー体の温度よりも高い温度の前記第1流体が移動するように、前記第3配管と結合される第4配管、を有する

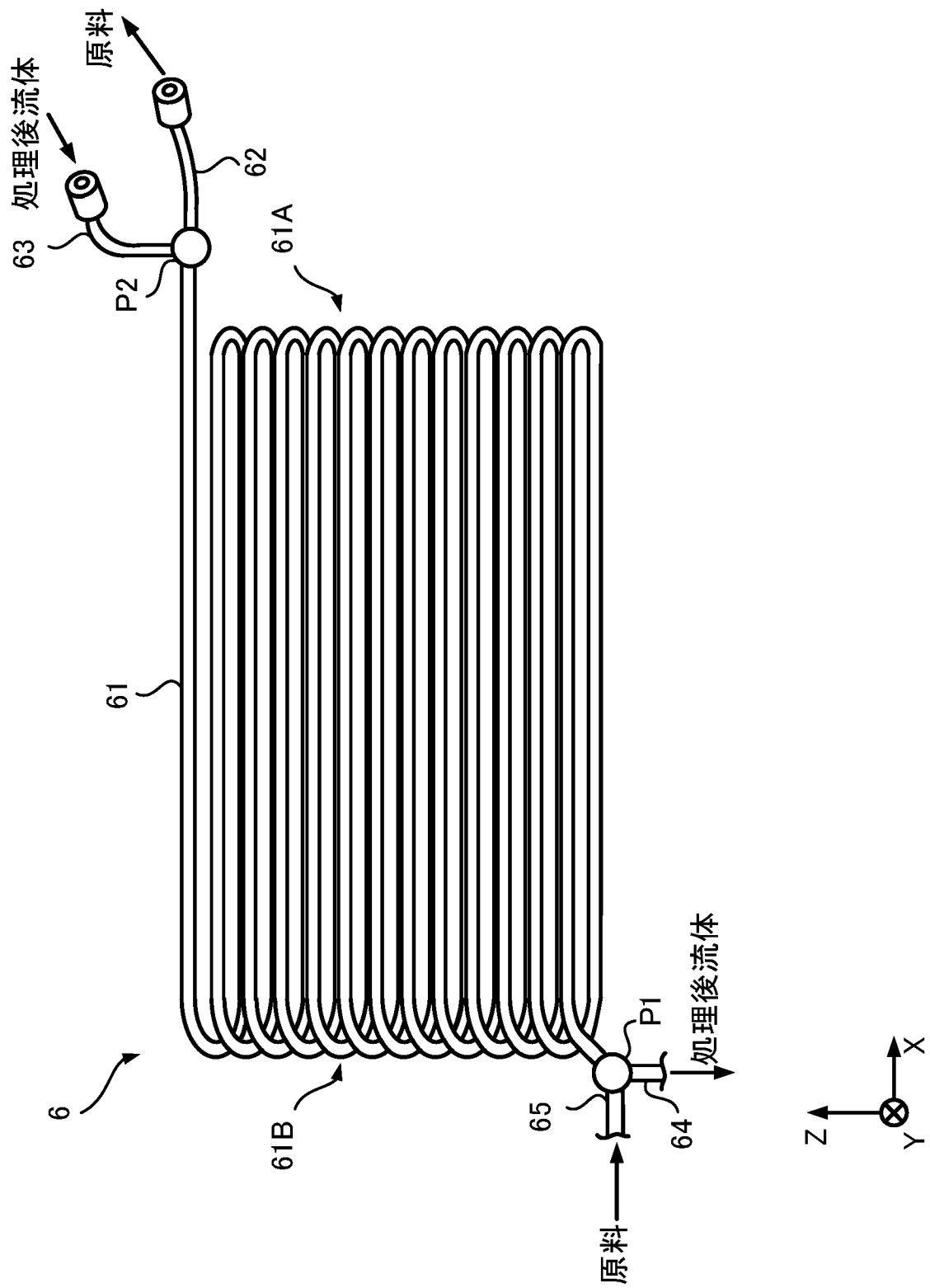
ことを特徴とする請求項8に記載の燃料ガス生成装置。

- [請求項12] 前記第1配管との間の隙間を前記第1流体が移動するように、前記第1配管に挿通する第3配管、を更に備え、
前記加熱装置は、前記スラリー体の温度よりも高い温度の前記第1流体が移動する第4配管を、前記第3配管と結合することを特徴とする請求項8に記載の燃料ガス生成装置。
- [請求項13] 前記第2配管は、前記第1配管における下流側において前記第1配管から曲げられた状態で結合されている
ことを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の熱交換装置。
- [請求項14] 前記第2配管は、前記第1配管における下流側において前記第1配管から曲げられた状態で結合されている
ことを特徴とする請求項7～12の何れかに記載の燃料ガス生成装置。
- [請求項15] 前記加熱装置は、前記第2配管における曲げ部に熱を付与するヒーター、を有する
ことを特徴とする請求項13に記載の熱交換装置。
- [請求項16] 前記加熱装置は、前記第2配管における曲げ部に熱を付与するヒーター、を有する
ことを特徴とする請求項14に記載の燃料ガス生成装置。
- [請求項17] 前記加熱装置は、前記第2配管における曲げ部及び下流側に熱を付与するヒーター、を有する
ことを特徴とする請求項15に記載の熱交換装置。
- [請求項18] 前記加熱装置は、前記第2配管における曲げ部及び下流側に熱を付与するヒーター、を有する
ことを特徴とする請求項16に記載の燃料ガス生成装置。

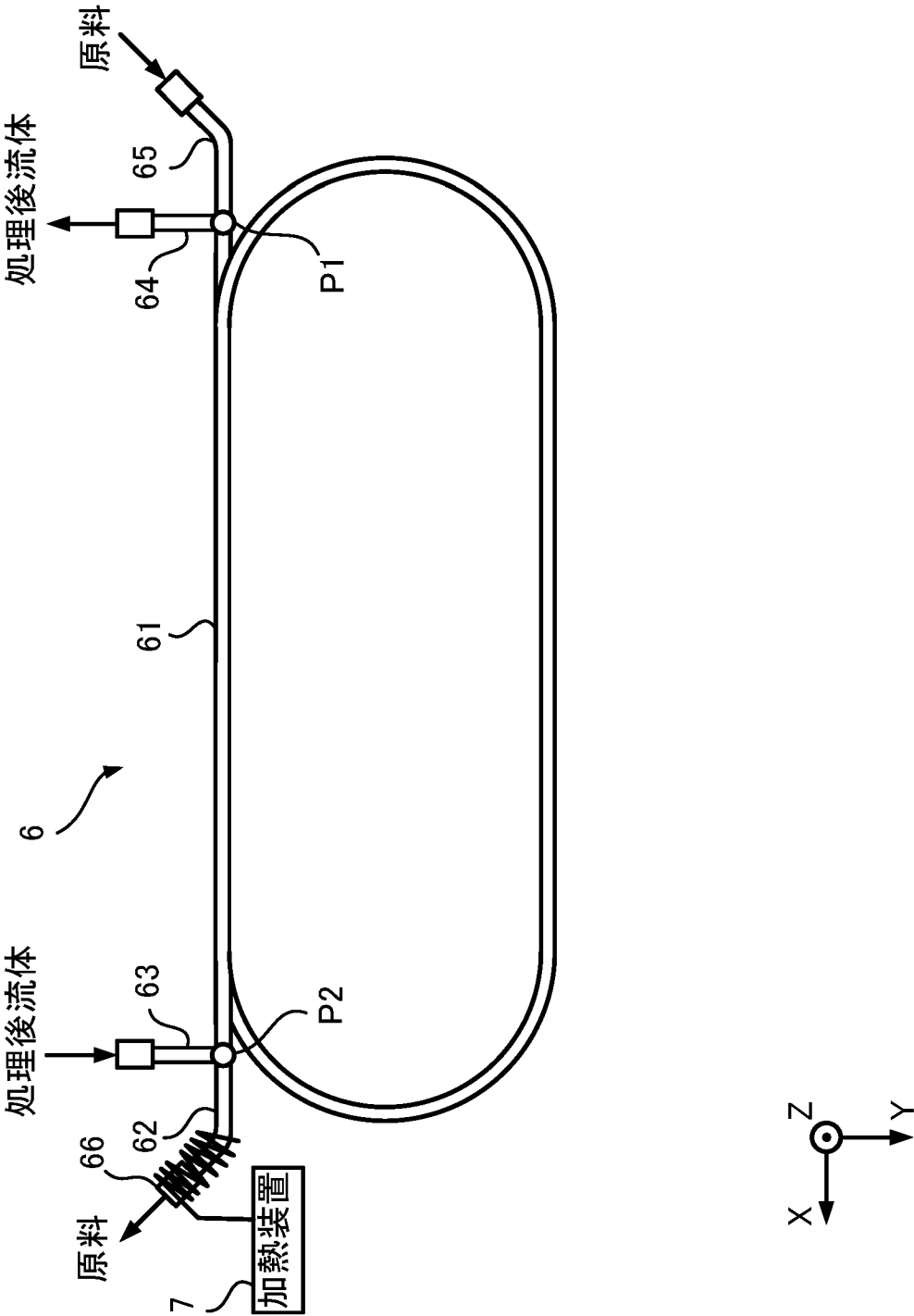
[図1]



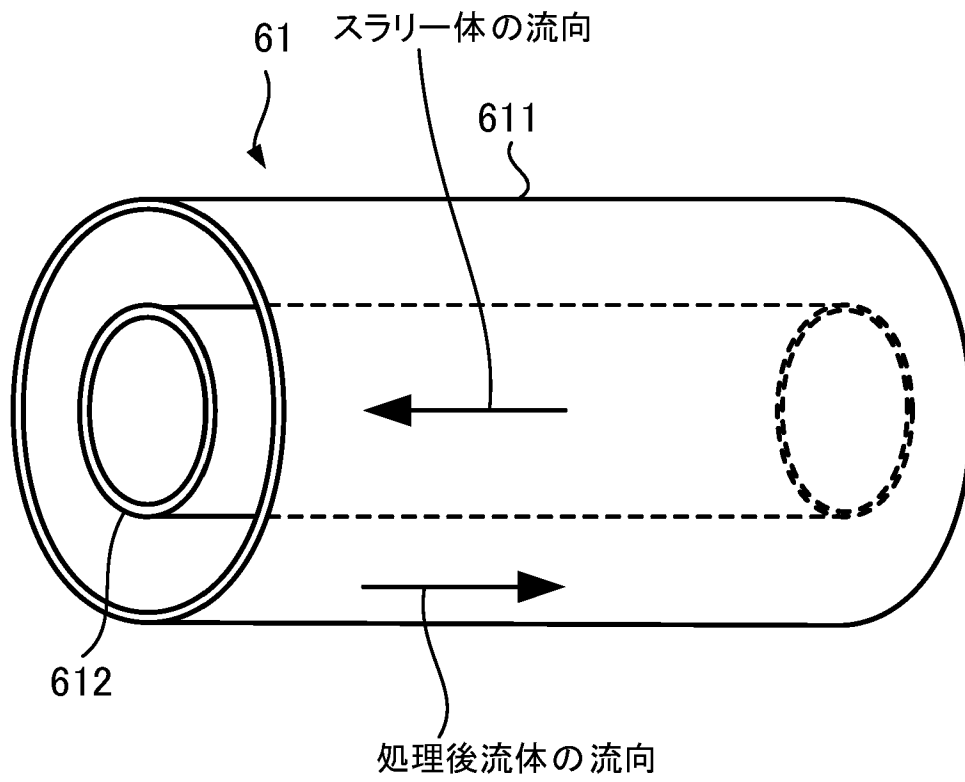
[図2]



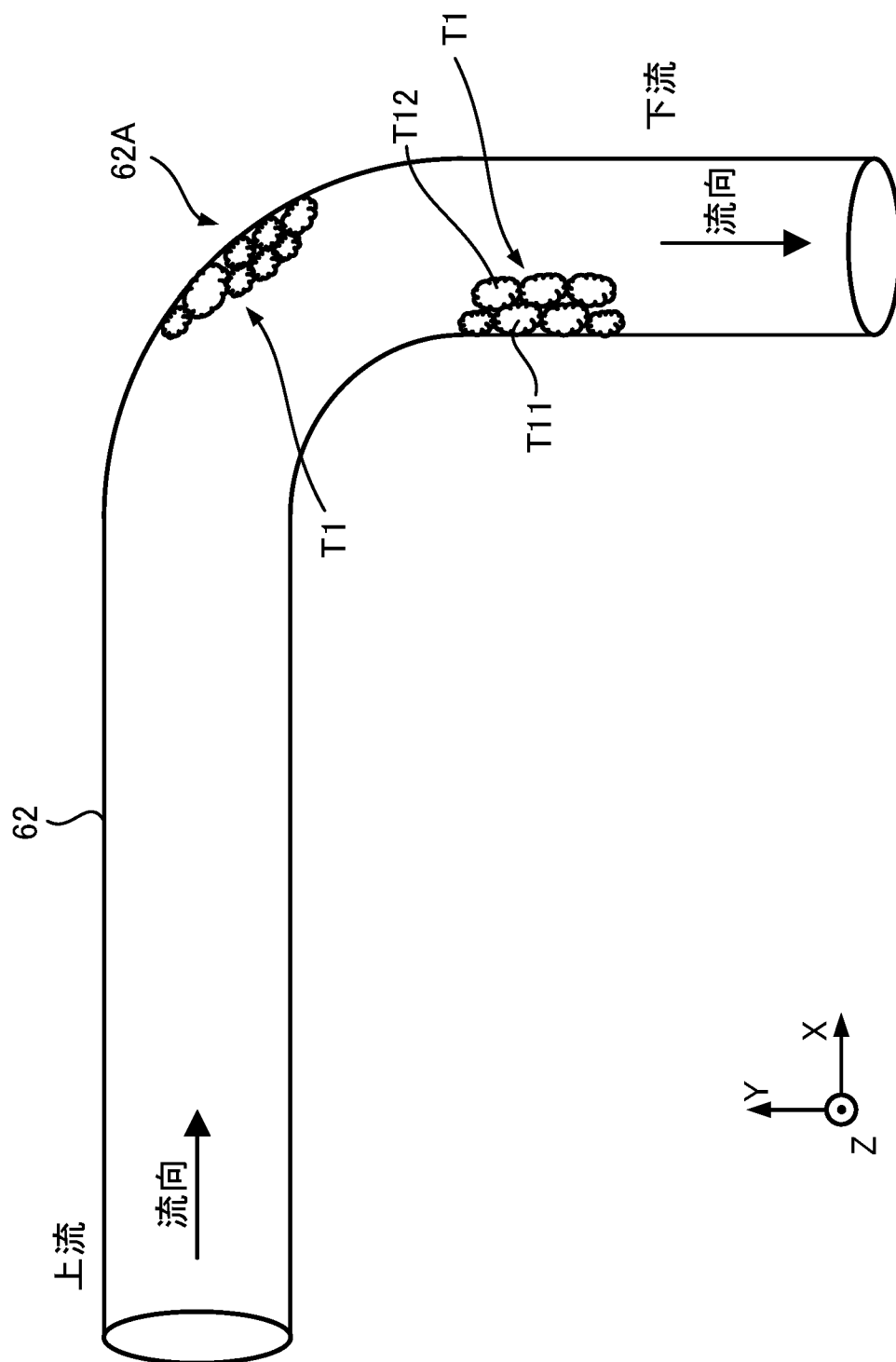
[圖3]



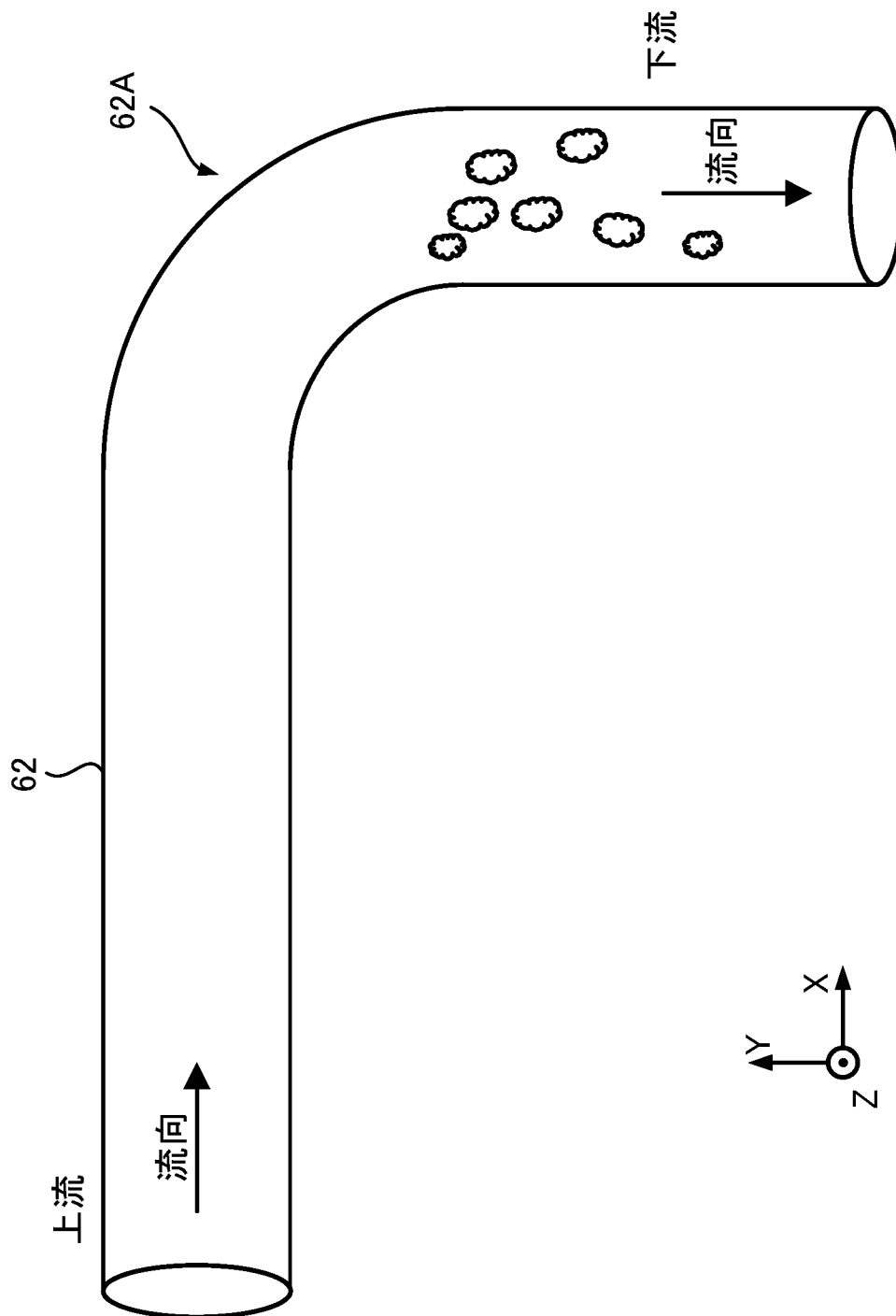
[図4]



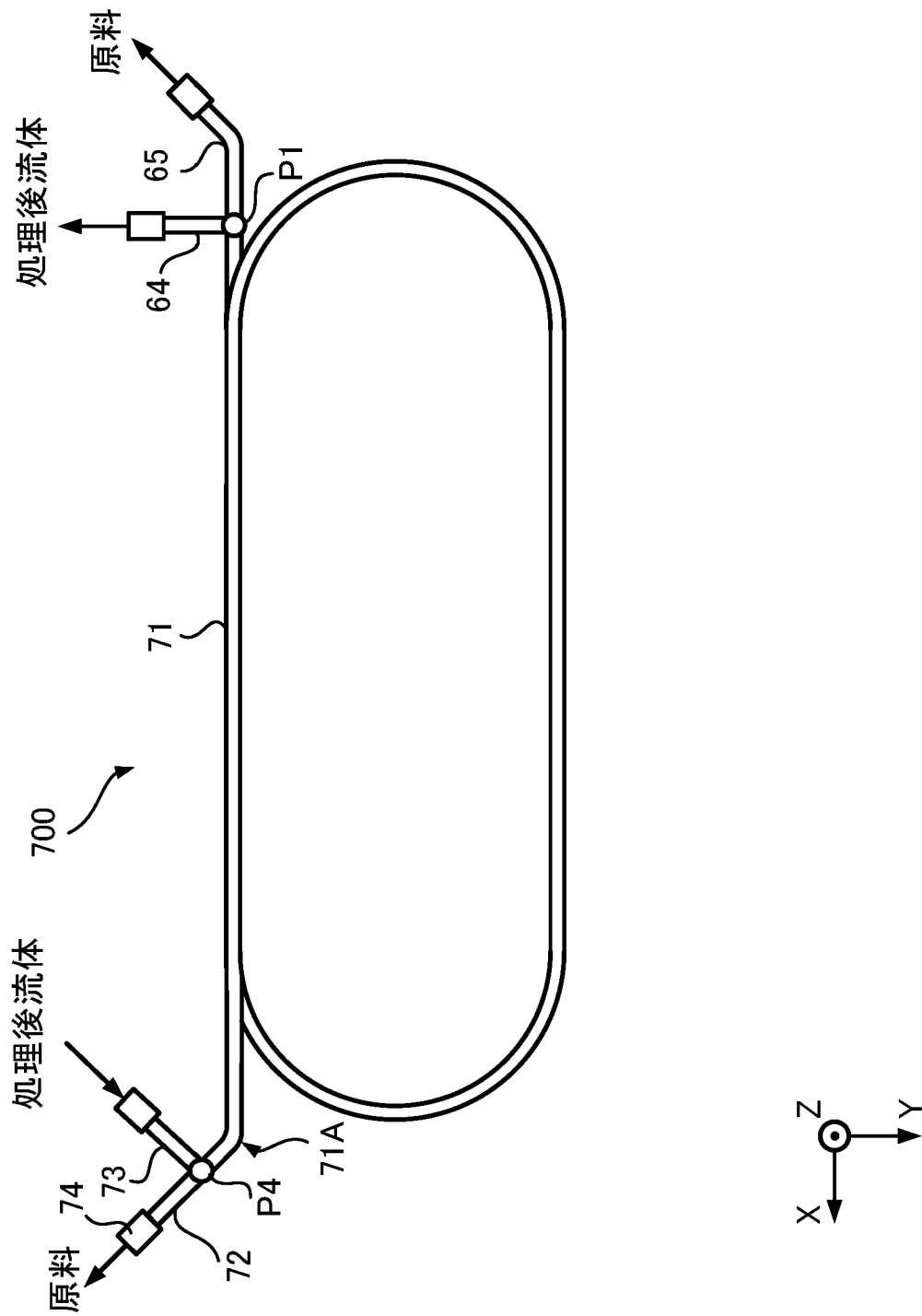
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28G13/00(2006.01)i, C10J3/72(2006.01)i, F28D7/10(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)

F28G13/00, C10J3/72, F28D7/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 08-313177 A (Nihon Pipe System Co., Ltd.), 29 November 1996 (29.11.1996), paragraphs [0012] to [0021]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-18
Y	JP 10-306982 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 17 November 1998 (17.11.1998), paragraph [0025] (Family: none)	1-18
Y	JP 2009-242696 A (Hiroshima University), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0064] to [0065]; fig. 1, 6 (Family: none)	3,5-18

☐ 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
12 May 2015 (12.05.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F28G13/00(2006.01)i, C10J3/72(2006.01)i, F28D7/10(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. F28G13/00, C10J3/72, F28D7/10

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 08-313177 A（日本パイプシステム株式会社）1996.11.29, 段落 [0012] - [0021], [図1] - [図5]（ファミリーなし）	1-18
Y	JP 10-306982 A（株式会社村田製作所）1998.11.17, 段落 [002 5]（ファミリーなし）	1-18
Y	JP 2009-242696 A（国立大学法人広島大学）2009.10.22, 段落 [0 064] - [0065], [図1], [図6]（ファミリーなし）	3, 5-18

☐ 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 2 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

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）

安島 智也

3 M

9 7 4 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3377