

(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
2015年9月11日(11.09.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/132919 A1

- (51) 国際特許分類:
C10J 3/78 (2006.01) B09B 3/00 (2006.01)
B01J 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055692
- (22) 国際出願日: 2014年3月5日(05.03.2014)
- (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33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一丁目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二丁目3番18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1-22 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33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 久保田 晴仁 (KUBOTA,

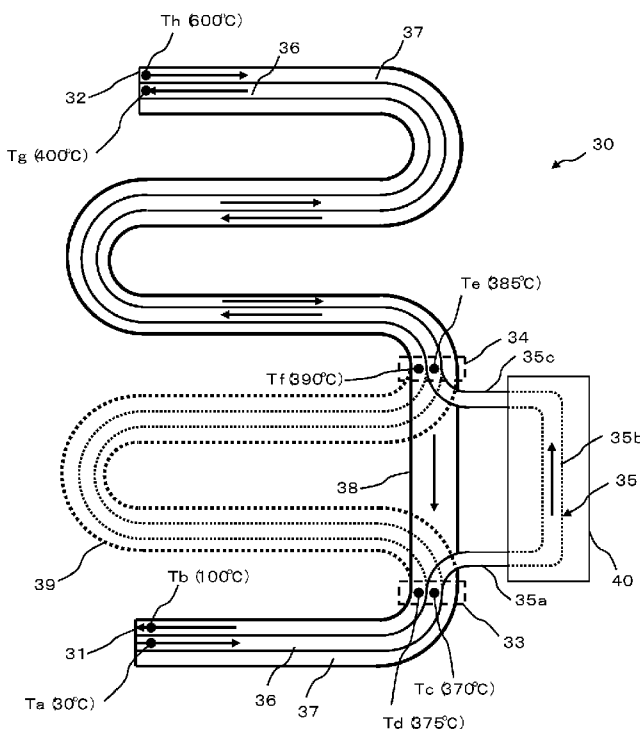
Haruhito); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 山村 幸政 (YAMAMURA, Yukimasa); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 内山 一郎 (UCHIYAMA, Ichiro); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 尾山 圭二 (OYAMA, Keiji); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 山▲崎▼ 寿樹 (YAMASAKI, Toshiki); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33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一丁目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二丁目3番18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1-22 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12番7号 芳金新橋ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: GASIFICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: ガス化システム



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to enhance the heat exchange efficiency of a heat exchanger and thus efficiently gasify a raw material for gasification. This gasification system (100) is configured so as to include: a counter flow heat exchanger (30) that is provided with both a low-temperature side flow channel (36) through which a raw material for gasification flows and a high-temperature side flow channel (37) into which a supercritical gasification product stream is introduced and by which the temperature of the raw material is raised; a gasification reactor (50) for heating and pressurizing the raw material heated in the counter flow heat exchanger (30), gasifying the raw material in a supercritical state, and discharging a supercritical product stream which is to be introduced into the high-temperature side flow channel (37); and a product stream flow channel (55) for leading the product stream discharged from the gasification reactor (50) to the counter flow heat exchanger (30). The gasification system (100) is further provided with an external heating means (35) for introducing the raw material into the low-temperature side flow channel (36), taking out the introduced raw material at a position along the low-temperature flow channel (36), heating the raw material taken out, and returning the heated raw material to the low-temperature flow channel (36) at a position on the raw-material-wise-downstream side of the position at which the raw material has been taken out.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/132919 A1



(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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明の目的は、熱交換器における熱交換効率を向上させ、ガス化原料を効率よくガス化することである。ガス化原料が流れる低温側流路 36、及びガス化原料を昇温する、超臨界状態の処理水が導入される高温側流路 37 を備える対向流式熱交換器 30 と、対向流式熱交換器 30 で昇温されたガス化原料を、加熱及び加圧することにより超臨界状態にしてガス化し、超臨界状態の処理水として排出するガス化反応器 50 と、ガス化反応器 50 から排出された処理水を対向流式熱交換器 30 に導く処理水流路 55 とを含んで構成されるガス化システム 100 であって、ガス化原料を低温側流路 36 に導入し、導入されたガス化原料を低温側流路 36 の途中から取り出し、取り出したガス化原料を加熱し、加熱したガス化原料を、取り出した位置よりも原料下流側の途中位置に戻す外部加熱手段 35 を備える。

明 細 書

発明の名称：ガス化システム

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器を用いてバイオマス等のガス化原料をガス化するガス化システムに関する。

背景技術

[0002] 熱交換器を用いてバイオマス（焼酎残渣、採卵鶏糞等）等の原料をガス化するシステムとして、特許文献1、2には、二重管式熱交換器において含水性のバイオマスを超臨界水と熱交換させることにより昇温し、さらに所定の反応器やバーナーでバイオマスを加熱することによりバイオマスのガス化を行う技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許公報第4719864号
特許文献2：特許公報第4997546号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1、2の熱交換器においては、バイオマスを含む懸濁液を、常温から例えば約400℃の高温に昇温させる。また、このときの熱交換器の内部圧力は高く、例えば25MPaである。

[0005] ところが、このような高温高圧下では水（懸濁液）の定圧比熱が大きくなるため、熱交換器における熱交換効率が低下し、これによりガス化の効率が低下してしまう場合があった。

[0006] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、熱交換器における熱交換効率を向上させ、これによりガス化原料を効率よくガス化するガス化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] 前記目的を達成するため、本発明は、ガス化原料が流れる低温側流路、及び前記ガス化原料と熱交換することにより前記ガス化原料を昇温する、超臨界状態の処理水が導入される高温側流路を備える対向流式熱交換器と、前記対向流式熱交換器で昇温された前記ガス化原料を、加熱及び加圧することにより超臨界状態にしてガス化し、前記超臨界状態の処理水として排出するガス化反応器と、前記ガス化反応器から排出された処理水を前記対向流式熱交換器に導く処理水流路とを含んで構成されるガス化システムであって、前記ガス化原料を前記低温側流路に導入する原料導入手段と、前記原料導入手段により導入された前記ガス化原料を前記低温側流路の途中から取り出し、取り出した前記ガス化原料を加熱し、加熱した前記ガス化原料を、取り出した位置よりも原料下流側の途中位置に戻す外部加熱手段と、を備えることを特徴とする。

[0008] 本発明によれば、熱交換器に導入されたガス化原料を低温側流路の途中に取り出し、取り出したガス化原料を加熱して、低温側流路の原料下流側に戻すことにより、例えば熱交換効率が低下する箇所をガス化原料が流通しないようにすることができ、これにより熱交換器における熱交換効率を向上させることができる。また、ガス化原料を熱交換器外の外部加熱手段で加熱することによりガス化原料を効率よくガス化することができる。

[0009] 本発明の他の一つは、前記ガス化原料の定圧比熱の値に基づき前記取り出しを行う位置を決定し、決定した前記位置から前記ガス化原料を取り出すことを特徴とする。

[0010] 本発明によれば、定圧比熱に基づき取り出しを行う位置を決定するので、例えば、定圧比熱の値が低い熱交換器の位置からガス化原料を取り出すことで、熱交換効率を確実に向上させることができる。

[0011] 本発明の他の一つは、前記低温側流路は、前記ガス化原料導入手段により導入された前記ガス化原料の温度が上昇していく低温区域と、前記低温区域を通過した前記ガス化原料の温度が再び上昇する高温区域とを含んで構成され、前記外部加熱手段は、前記低温区域の高温端から前記ガス化原料を取り

出し、また、前記ガス化原料を前記高温区域の低温端に戻すことを特徴とする。

[0012] 本発明のように、低温区域の高温端からガス化原料を取り出し、これを高温区域の低温端に戻すことで、熱交換効率が低い温度域を流通させずにガス化原料の昇温を確実に行うことができ、これによりガス化を効率よく行うことができる。

[0013] なお、前記取り出しを行う位置における前記ガス化原料の定圧比熱は、例えば $10 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$ 以上とする。

[0014] 本発明の他の一つは、前記外部加熱手段における加熱は、前記対向流式熱交換器で昇温された前記ガス化原料を予熱する予熱器において行われることを特徴とする。

[0015] 本発明によれば、対向流式熱交換器から取り出されたガス化原料の加熱を予熱器で行うことにより、ガス化システムで発生するエネルギーを効率よく使用することができる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、熱交換器における熱交換効率を向上させ、これによりガス化原料を効率よくガス化するガス化システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1A]超臨界水によるバイオマスのガス化システム100の概略構成を示す図である。

[図1B]熱交換器30における二重管の構成の一例を説明する図である。

[図2]ガス化原料の導入口31から排出口32までの二重管の長さを100とした場合の熱交換器30を示した図である。

[図3]低温側流路36を流れるガス化原料の温度（「チューブ温度」）の変化と、高温側流路37を流れる処理水の温度（「ジャケット温度」）の変化の一例を示した図である。

[図4]温度、圧力、及び定圧比熱の関係を示した図である。

[図5]中温区域72が存在しないように構成した熱交換器30の一例である。

[図6]取り出し位置33や返流位置34として適切な熱交換器30の位置を説明する図を説明する図である。

[図7]温度、圧力、及び定圧比熱の関係を示した図である。

発明を実施するための形態

[0018] 図1Aは、本発明の一実施形態として説明する、超臨界水によるバイオマスのガス化システム100の概略構成を示す図である。図1Aに示すように、ガス化システム100は、調整タンク1、破砕機2、供給ポンプ3、熱交換器30、予熱器40、ガス化反応器50、冷却器51、減圧器52、気液分離器60、ガスタンク61等を備えている。熱交換器30とガス化反応器とは、配管55により接続されている。

[0019] 調整タンク1は、バイオマスの種類、量、含水率などに応じて水、及び活性炭の混合量を調整しながら、バイオマス、水、活性炭を混合するタンクである。調整タンク1では、バイオマス、活性炭、及び水が混合されることにより、ガス化原料（懸濁液）が調製される。なお、上記バイオマスは、例えば、焼酎残渣、採卵鶏糞等の含水性バイオマスである。また、活性炭の代わりに他の非金属系触媒を混合してもよく、例えばゼオライトを用いてもよいし、これらの混合物などを用いてもよい。なお、非金属系触媒としては平均粒径200 μm 以下の粉末を用いることが好ましく、多孔質であることがより好ましい。

[0020] 破砕機2は、調整タンク1で調製した懸濁液中のバイオマスを破砕して、バイオマスをあらかじめ均一な大きさ（好ましくは平均粒径が500 μm 以下、より好ましくは平均粒径が300 μm 以下）にし、供給ポンプ3に移送する装置である。

[0021] 供給ポンプ3は、破砕機2から供給されてくる懸濁液を交換器30に供給する装置である。供給ポンプ3は、例えば、高圧ポンプやモノポンプなどである。

[0022] 熱交換器30は対向流式の熱交換器であり、ガス化反応器50から排出される排出物（ガス化反応器50から排出される生成ガス及び灰分、ならびに

、非金属系触媒及び水（超臨界水）等の熱を利用して、供給ポンプ3から供給されるガス化原料（懸濁液）を昇温する装置である。すなわち、この熱交換器30は、供給ポンプ3から供給されるガス化原料が流れる低温側流路36と、高温側流路37とを備え、高温側流路37には、低温側流路36を流れるガス化原料と熱交換することによりガス化原料を昇温する処理水が流れる。

[0023] 高温側流路37には、配管55を通じて上記排出物（処理水）が導入される。一方、導入口31から導入された懸濁液は、低温側流路36を流通しながら昇温され、排出口32から排出される。なお、熱交換器30の内部圧力は約25MPaに設定されている。

[0024] 熱交換器30は、例えば二重管式熱交換器である。図1Bは、熱交換器30における二重管の構成の一例を説明する図である。同図に示すように、低温側流路36は二重管の内管として設けられ、高温側流路37は二重管の外管として設けられる。

[0025] 図1Aに戻り、予熱器40は、ガスタンク61に貯えられた生成ガス、燃料ガス（例えばLPG）、酸素ガスなどを燃焼することにより、懸濁液を所定の温度に加熱する装置である。

[0026] ガス化反応器50は、例えば、管状反応器、流動層反応器などであり、懸濁液中のバイオマスを超臨界水でガス化する装置である。このガス化は、前記非金属系触媒を利用して、反応効率を高めることができる温度及び圧力下（例えば、600℃以上、25～35MPaの範囲内）で行う。このようにバイオマスを超臨界水で処理することにより、バイオマスを分解し、水素ガス、メタン、エタン、エチレン等のガスを生成することができる。

[0027] 冷却器51は、ガス化反応器50から排出される排出物を冷却するための装置である。

[0028] 減圧器52は、ガス化反応器50から排出される排出物の生成ガス等の圧力を減圧する装置である。

[0029] 気液分離器60は、ガス化反応器50から排出される排出物を、気体成分

(生成ガス)と、液体成分(灰分、活性炭、及び水を含む混合液)とに分離する装置である。

[0030] ガスタンク61は、気液分離器60によって分離された気体成分(生成ガス)を貯える容器(好ましくは耐圧容器)である。

[0031] ガス化反応器50に設けられた加熱器62は、ガスタンク61に貯えられた生成ガスの一部あるいは燃料ガス(例えばLPGなど)を、酸素を含むガス中で燃焼してガス化反応器50を加熱し、懸濁液を所定の温度に加熱する装置である。また、予熱器40に設けられた加熱器63は、ガスタンク61に貯えられた生成ガスの一部あるいは燃料ガス(例えばLPGなど)を、酸素を含むガス中で燃焼して予熱器40を加熱し、懸濁液を所定の温度に加熱する装置である。加熱器62、63は、例えば、バーナーなどの、燃料ガスを燃焼して加熱する既存の装置である。

[0032] ところで、このようなガス化システム100において、熱交換器30の高温側流路37を流れる水は前述のように、ガス化反応器50から排出される超臨界状態の処理水であり、その温度はたとえば約600℃と高温である。また、熱交換器30の内部圧力も25MPaと高圧である。このような高温高圧の条件下では、熱交換器30内においてガス化原料の昇温が充分に行われない場合がある。

[0033] 図3は、導入口31から排出口32までの二重管の全長を100とした場合の熱交換器30(図2参照)を使用した場合における、低温側流路36を流れるガス化原料の温度(「チューブ温度」)の変化、及び高温側流路37を流れる処理水の温度(「ジャケット温度」)の変化の一例を示した図である。同図に示すように、熱交換器30に約600℃の処理水が導入された場合、この熱交換器30には、ガス化原料が流通する順に(導入口31に近い順に)、低温区域71、中温区域72、及び高温区域73の3つの区域が形成される。すなわち、低温区域71では、導入口31から導入されたガス化原料の温度が約25℃から約380℃まで急速に上昇するが、中温区域72では、ガス化原料の温度が所定範囲内に収まり殆ど上昇しなくなる(約38

0℃のままである)。そして、高温区域73では、ガス化原料の温度は再び上昇し、急速に約400℃に達する。

[0034] このように、低温区域71及び高温区域73ではガス化原料の温度は急速に上昇するが、中温区域72においてはガス化原料の温度は殆ど上昇せず、熱交換器30における熱交換処理は全体として非効率となっている。中温区域72の長さは熱交換器30の二重管の全長の50%を超える場合もあるので、その場合は特に熱交換器30の熱交換効率が低下してしまう結果となる。

[0035] 中温区域72が存在する理由は以下の通りである。図4は、水の温度、圧力、及び定圧比熱の関係を示した図である。同図に示すように、熱交換器30の内部圧力が25MPaの場合、定圧比熱は380℃前後において特異的に高い値をとる（ピークとなる）ため、このような温度のガス化原料は昇温されにくくなっている。また、ガス化原料と熱交換される処理水についても、ガス化原料の場合と同様に、定圧比熱が約380℃でピークとなる（正確には、二重管における圧力損失のためガス化原料よりも少し低い温度でピークとなる）。

[0036] そこで本発明者らは、熱交換器30においてガス化原料の温度が上昇しにくい区域（上記の例ではガス化原料の温度が約380℃となっている区域）が存在しないように、つまり中温区域72が存在しないように熱交換器30を構成すれば、熱交換器30における熱交換効率を向上させることができることを着想した。

[0037] そのような構成とした熱交換器30の一例を図5に示した。同図に示すように、この熱交換器30の外部には、ガス化原料の加熱を行うための外部加熱手段35が設けられている。すなわち、符号35aに示すように、低温側流路36の所定位置33（以下、取り出し位置33と称する。）からガス化原料を取り出し、符号35bに示すように、取り出したガス化原料を予熱器40の熱で加熱し、符号35cで示すように、加熱したガス化原料を、取り出し位置33より原料下流側である、低温流路36の所定位置34（以下、

返流位置 34 と称する。) に戻す、という流路の変更が行われている。この流路変更は、例えば、取り出し位置 33 と予熱器 40 との間を配管で接続してガス化原料を流通させ、予熱器 40 と返流位置 34 との間を配管で接続してガス化原料を流通させることにより行う。

[0038] 以上の取り出し位置 33 及び返流位置 34 は、具体的には次のような位置である。すなわち、図 5 に示すように、取り出し位置 33 は、ガス化原料の温度 T_c が 370°C となり、処理水の温度 T_d が 375°C となる位置（すなわち低温領域 71 の高温端、中温領域 72 との境界部）である。また、返流位置 34 は、ガス化原料の温度 T_e が 385°C となり、処理水の温度 T_f が 390°C となる位置（すなわち高温領域 73 の低温端、中温領域 72 との境界部）である。

[0039] なお、このような低温側流路 36 の流路変更に応じて、高温側流路 37 の流路の変更も行っている。すなわち、図 5 に示すように、取り出し位置 33 と返流位置 34 の間をバイパス配管 38 で接続し、返流位置 34 から取り出し位置 33 へと直接処理水が流れるように構成している。また、以上の流路変更により、配管の余剰部分 39 は切除されている。

[0040] 以上に説明したように、取り出し位置 33 が低温領域 71 と中温領域 72 の境界部に定められ、返流位置 34 が中温領域 72 と高温領域 73 の境界部に定められていることで、熱交換器 30 における熱交換効率を向上させ、ガス化原料を確実に昇温させることができる。

[0041] また、このようにすることで、熱交換器 30 において、流体の熱交換率が低くなる温度である約 380°C になる領域が存在しなくなる。このような温度では、二重管内にタールが生成し、内管（低温側流路 36）や外管（高温側流路 37）が閉塞しやすくなるので、これを避けるべく、上記のように取り出し位置 33 や返流位置 34 を設けることで、タールの生成を抑制して配管の閉塞を防ぐことができ、ガス化システム 100 の信頼性を向上させることができる。

[0042] また、熱交換器 30 には一般に、高温高圧の条件に耐えるために高価な厚

肉配管が使用されているので、上記のように中温区域 7 2 を省くような流路変更を行うことで、配管の整備等に係る諸費用を抑えることができる。

[0043] また、熱交換器 3 0 から取り出されたガス化原料の加熱を予熱器 4 0 で行っているため、ガス化システム 1 0 0 におけるエネルギー効率を向上させることができる。また、加熱設備の新規導入も不要であり、コストを増加させないようにすることができる。

[0044] ところで、上記の例では、ガス化原料の温度が約 3 7 0 °C となる位置を取り出し位置 3 3 とし、ガス化原料が約 3 8 5 °C となる位置を返流位置 3 4 としたが、取り出し位置 3 3 や返流位置 3 4 はこれらの位置に限られない。すなわち、取り出し位置 3 3 は、低温区域 7 1 と中温区域 7 2 の境界部であればよく、また、返流位置 3 4 は中温区域 7 2 と高温区域 7 3 の境界部であればよい。

[0045] 図 6 は、取り出し位置 3 3 や返流位置 3 4 として適切な熱交換器 3 0 の位置を説明する図である。同図に示すように、取り出し位置 3 3 は、導入口 3 1 に近い側でガス化原料の定圧比熱がピーク値をとる箇所（ガス化原料の温度が約 3 8 0 °C となる箇所）の近傍で、比較的定圧比熱が高い位置（例えば符号 3 3 a から符号 3 3 b で示した範囲）のどこかであればよい。例えば、定圧比熱が 1 0 k J / k g · K 以上となるような位置である。

[0046] 一方、返流位置 3 4 は、排出口 3 2 に近い側でガス化原料の定圧比熱がピーク値となる箇所（ガス化原料の温度が約 3 8 0 °C となる位置）の近傍で、比較的定圧比熱が高い位置（例えば符号 3 4 a から符号 3 4 b で示した範囲）のどこかであればよい。例えば、定圧比熱が 1 0 k J / k g · K 以上となるような位置である。

[0047] なお、以上の説明では、熱交換器 3 0 の内部圧力が 2 5 M P a であることを前提としたが、熱交換器 3 0 の内部圧力は変化することがある。内部圧力が変化すれば定圧比熱のピークの温度も変化するため（図 4 参照）、熱交換器 3 0 の内部圧力が変化した場合は、それに応じて取り出し位置 3 3 を調節することが好ましい。

- [0048] そこで次に、熱交換器 30 の内部圧力が変化した場合の、取り出し位置 33 の決定方法について説明する。
- [0049] 図 7 は、取り出し位置 33 を決定するために用いる、水の温度、圧力、及び定圧比熱の関係を示した図である。同図に示すように、曲面 74 は、定圧比熱が所定値を超える温度・圧力のプロットの集合を表している。曲面 74 から、現在の熱交換器 30 の圧力に対応する温度を読み取ることで、適切な取り出し位置 33 を決定することができる。
- [0050] 以上のように、熱交換器 30 の内部圧力が変動する場合であっても、定圧比熱の値に基づき取り出し位置 33 や返流位置 34 を決定することにより、熱交換器 30 における熱交換効率を向上させることができる。
- [0051] 以上に説明したように、本実施形態のガス化システム 100 によれば、熱交換器 30 に導入されたガス化原料を低温側流路 36 の途中で取り出し、取り出したガス化原料を加熱して低温側流路 36 の途中に戻すことにより、例えば熱交換効率が低下する箇所をガス化原料が流通しないようにすることができ、これにより熱交換器 30 における熱交換効率を向上させることができる。また、ガス化原料を熱交換器 30 外の外部加熱手段（予熱器 40）で加熱することによりガス化原料を効率よくガス化することができる。また、加熱設備の新規導入が不要となり、コストを増加させないようにすることができる。
- [0052] また、定圧比熱に基づき取り出しを行う位置（取り出し位置 33）を決定するので、例えば、定圧比熱が低い熱交換器 30 の位置からガス化原料を取り出すことで、熱交換効率を確実に向上させることができる。
- [0053] また、低温区域 71 と中温区域 72 の境界部からガス化原料を取り出し、これを中温区域 72 と高温区域 73 の境界部に戻しているので、熱交換効率が低い中温区域 72 を流通させずにガス化原料を確実に昇温させることができ、これによりガス化を効率よく行うことができる。
- [0054] 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。

[0055] 例えば、本実施形態では、熱交換器 30 として二重管式熱交換器を取り上げたが、対向流方式の熱交換器であれば他の種類の熱交換器であってもよい。

[0056] また、本実施形態では、取り出し位置 33 から取り出したガス化原料を加熱する手段として、既存設備である予熱器 40 を利用する方法を説明したが、新たに外部加熱手段（ヒーター等）を設けて加熱するようにしてもよい。

符号の説明

[0057] 1 調整タンク、2 破砕機、3 供給ポンプ、30 熱交換器、31 導入口、32 排出口、33 取り出し位置、34 返流位置、35 外部加熱手段、36 低温側流路、37 高温側流路、38 バイパス配管、39 余剰部分、40 予熱器、50 ガス化反応器、51 冷却器、52 減圧器、55 配管、60 気液分離器、61 ガスタンク、62 加熱器、63 加熱器、71 低温区域、72 中温区域、73 高温区域、74 曲面、100 ガス化システム

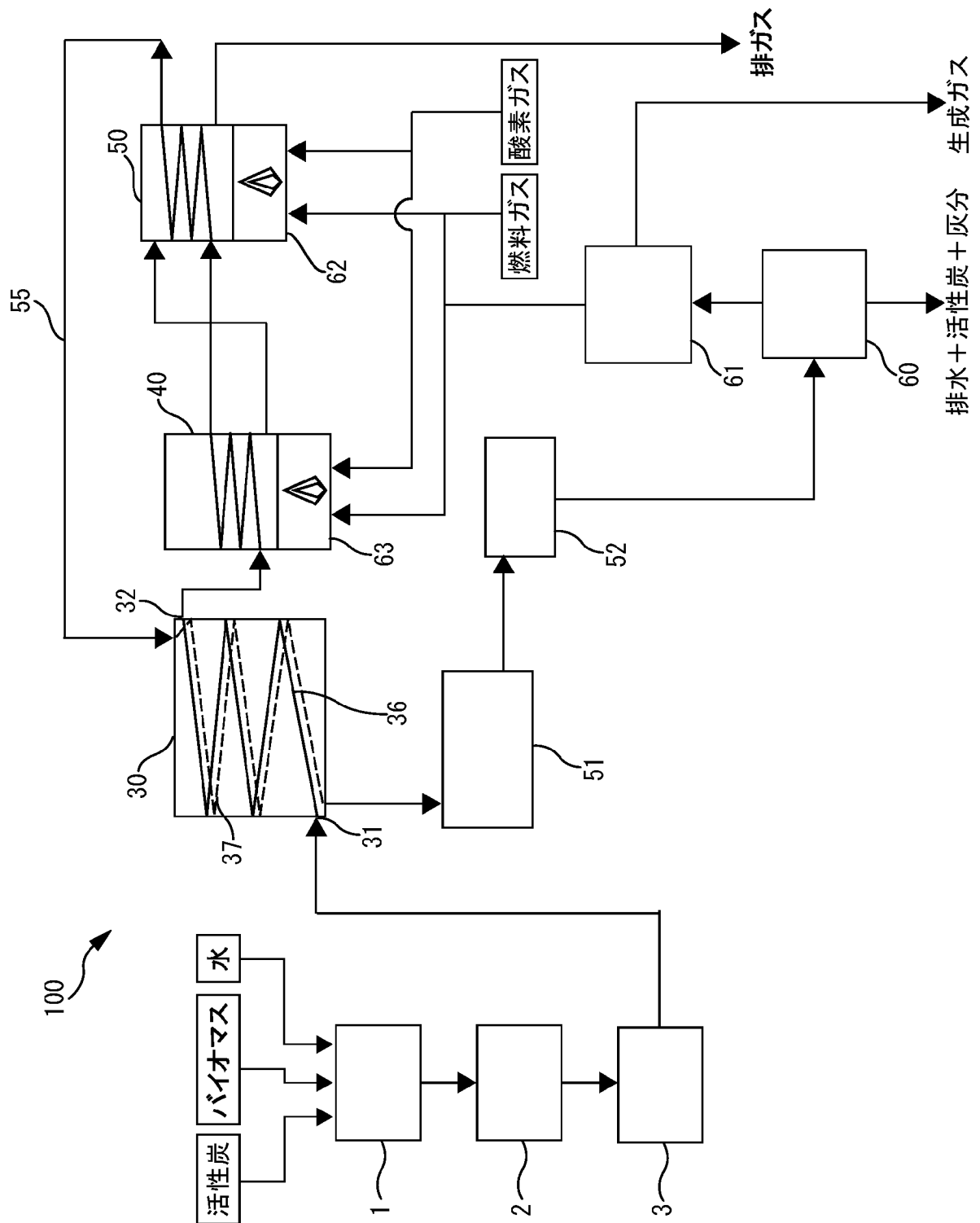
請求の範囲

- [請求項1] ガス化原料が流れる低温側流路、及び前記ガス化原料と熱交換することにより前記ガス化原料を昇温する、超臨界状態の処理水が導入される高温側流路を備える対向流式熱交換器と、
- 前記対向流式熱交換器で昇温された前記ガス化原料を、加熱及び加圧することにより超臨界状態にしてガス化し、前記超臨界状態の処理水として排出するガス化反応器と、
- 前記ガス化反応器から排出された処理水を前記対向流式熱交換器に導く処理水流路と
- を含んで構成されるガス化システムであって、
- 前記ガス化原料を前記低温側流路に導入する原料導入手段と、
- 前記原料導入手段により導入された前記ガス化原料を前記低温側流路の途中から取り出し、取り出した前記ガス化原料を加熱し、加熱した前記ガス化原料を、取り出した位置よりも原料下流側の途中位置に戻す外部加熱手段と、
- を備えることを特徴とするガス化システム。
- [請求項2] 前記ガス化原料の定圧比熱の値に基づき前記取り出しを行う位置を決定し、決定した前記位置から前記ガス化原料を取り出すことを特徴とする請求項1に記載のガス化システム。
- [請求項3] 前記取り出しを行う位置における前記水の定圧比熱が $10 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$ 以上であることを特徴とする請求項1又は2のいずれか一項に記載のガス化システム。
- [請求項4] 前記低温側流路は、前記ガス化原料導入手段により導入された前記ガス化原料の温度が上昇していく低温区域と、前記低温区域を通過した前記ガス化原料の温度が再び上昇する高温区域とを含んで構成され、
- 前記外部加熱手段は、前記低温区域の高温端から前記ガス化原料を取り出し、また、前記ガス化原料を前記高温区域の低温端に戻す

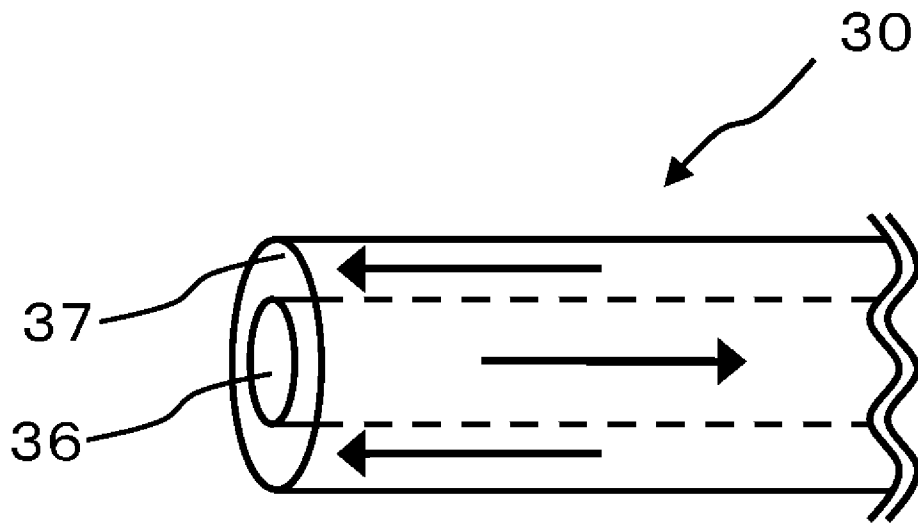
ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のガス化システム。

[請求項5] 前記外部加熱手段における加熱は、前記対向流式熱交換器で昇温された前記ガス化原料を予熱する予熱器において行われることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のガス化システム。

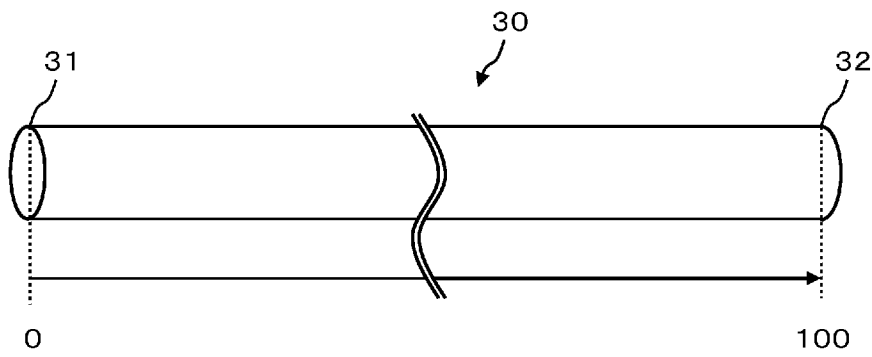
[図1A]



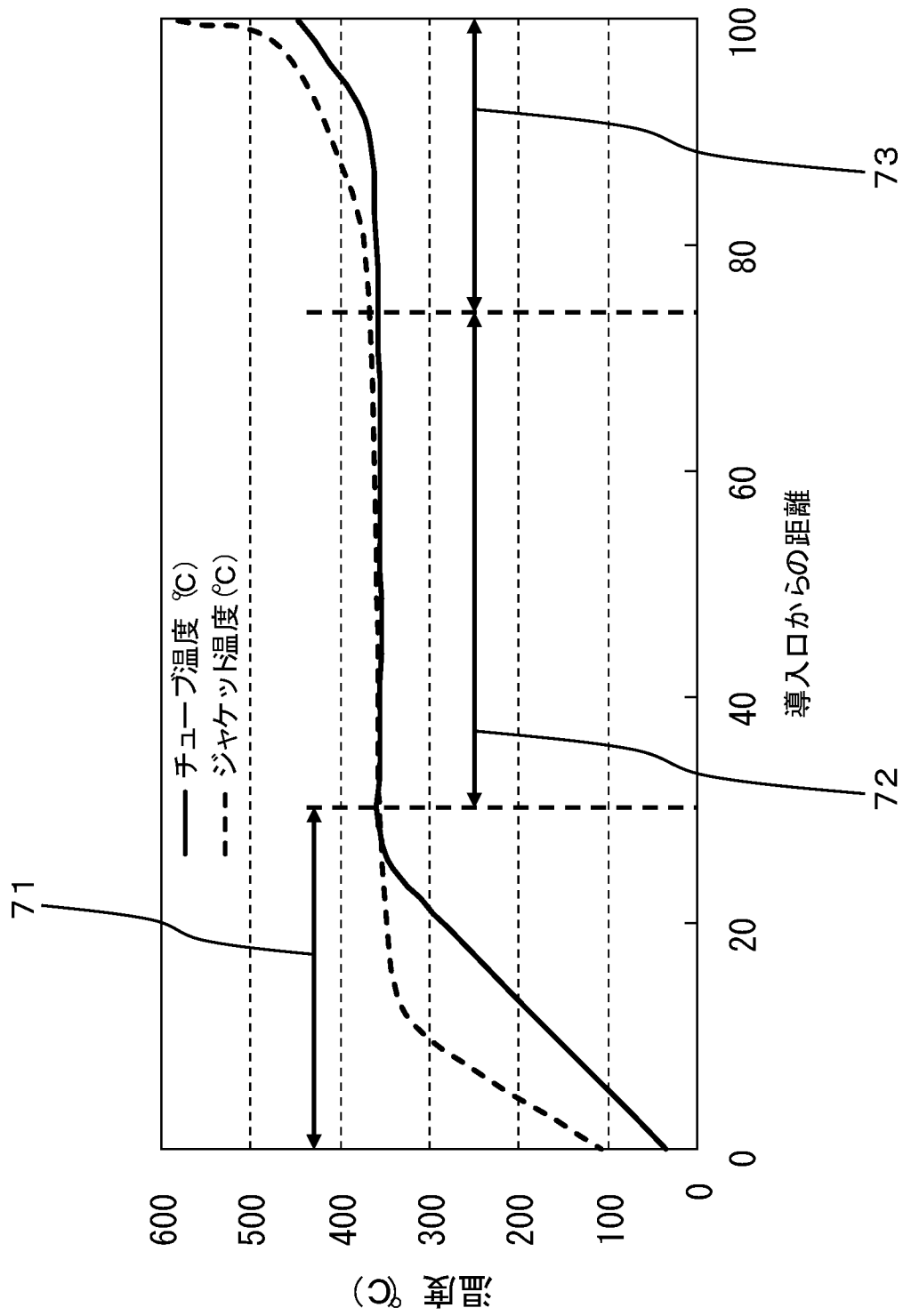
[図1B]



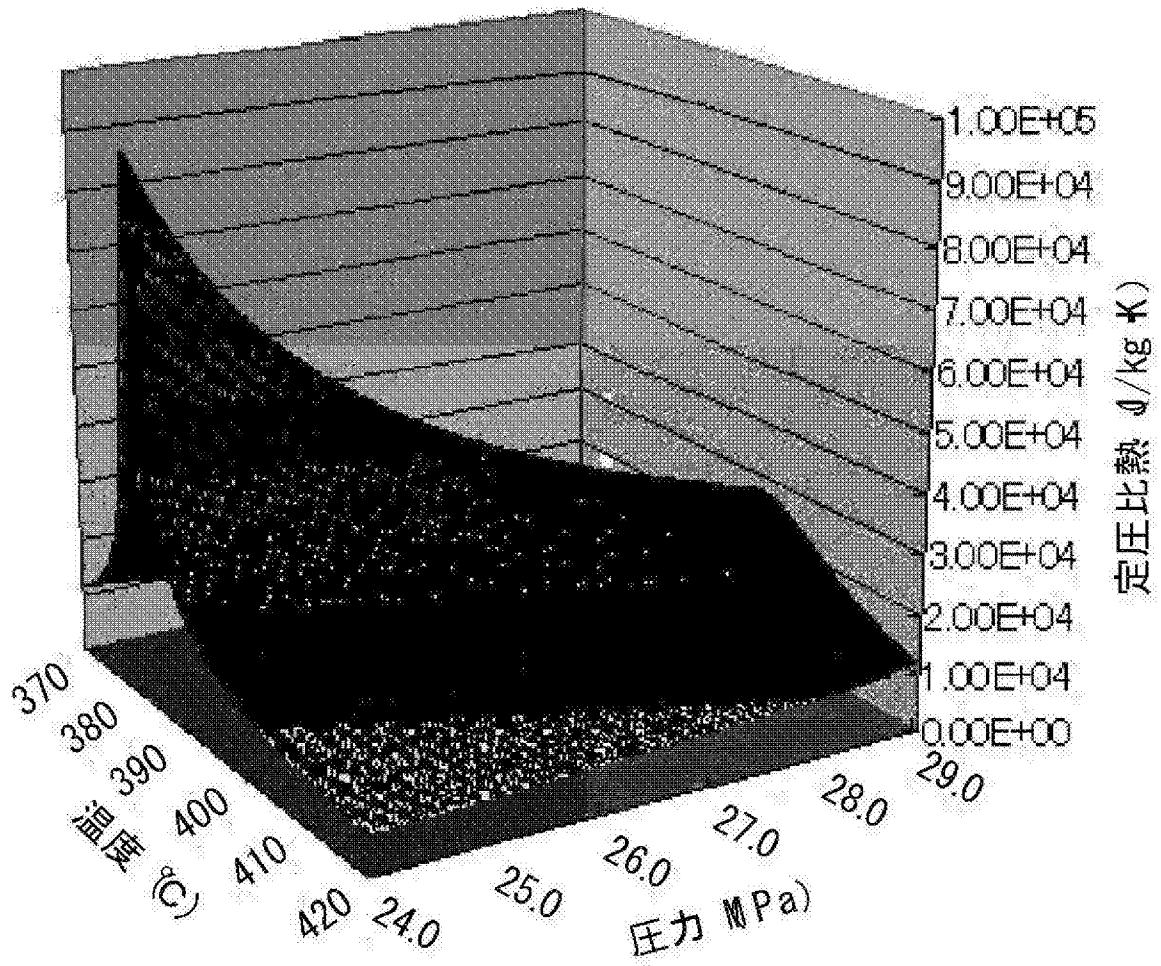
[図2]



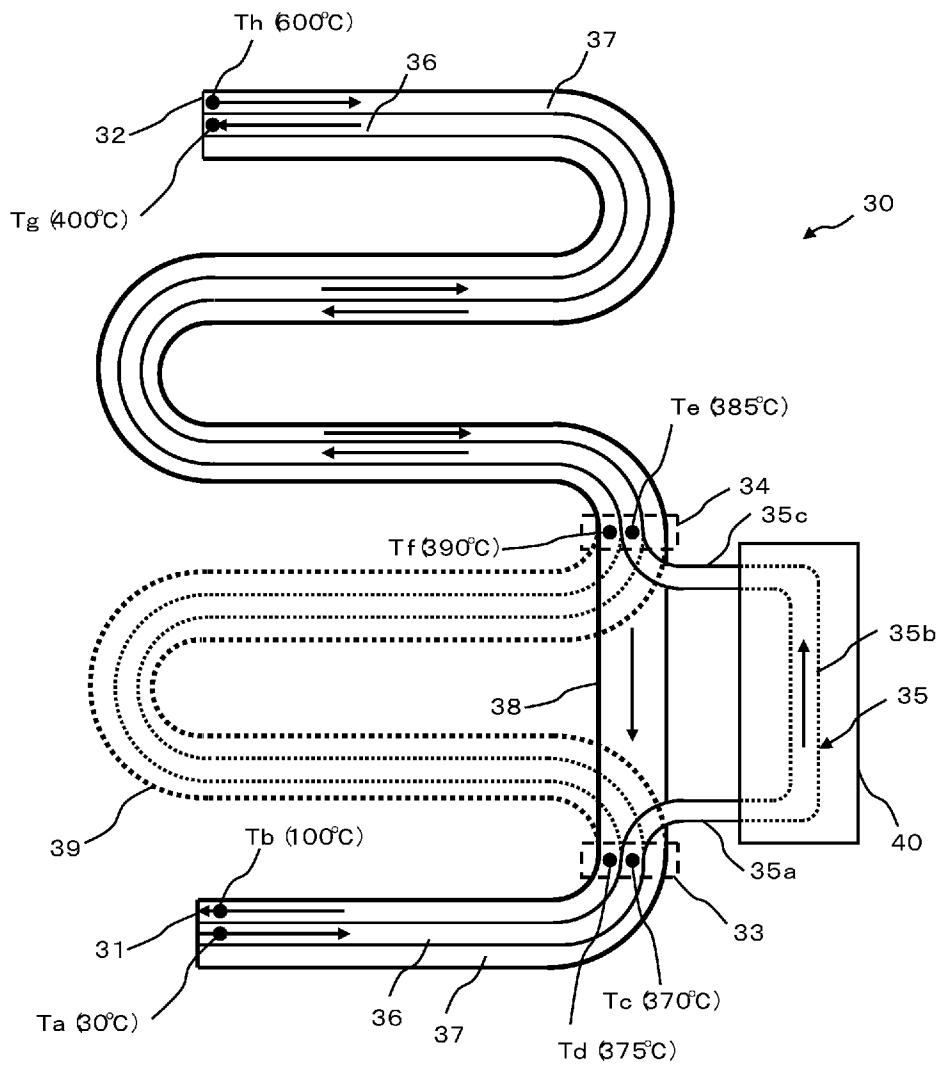
[図3]



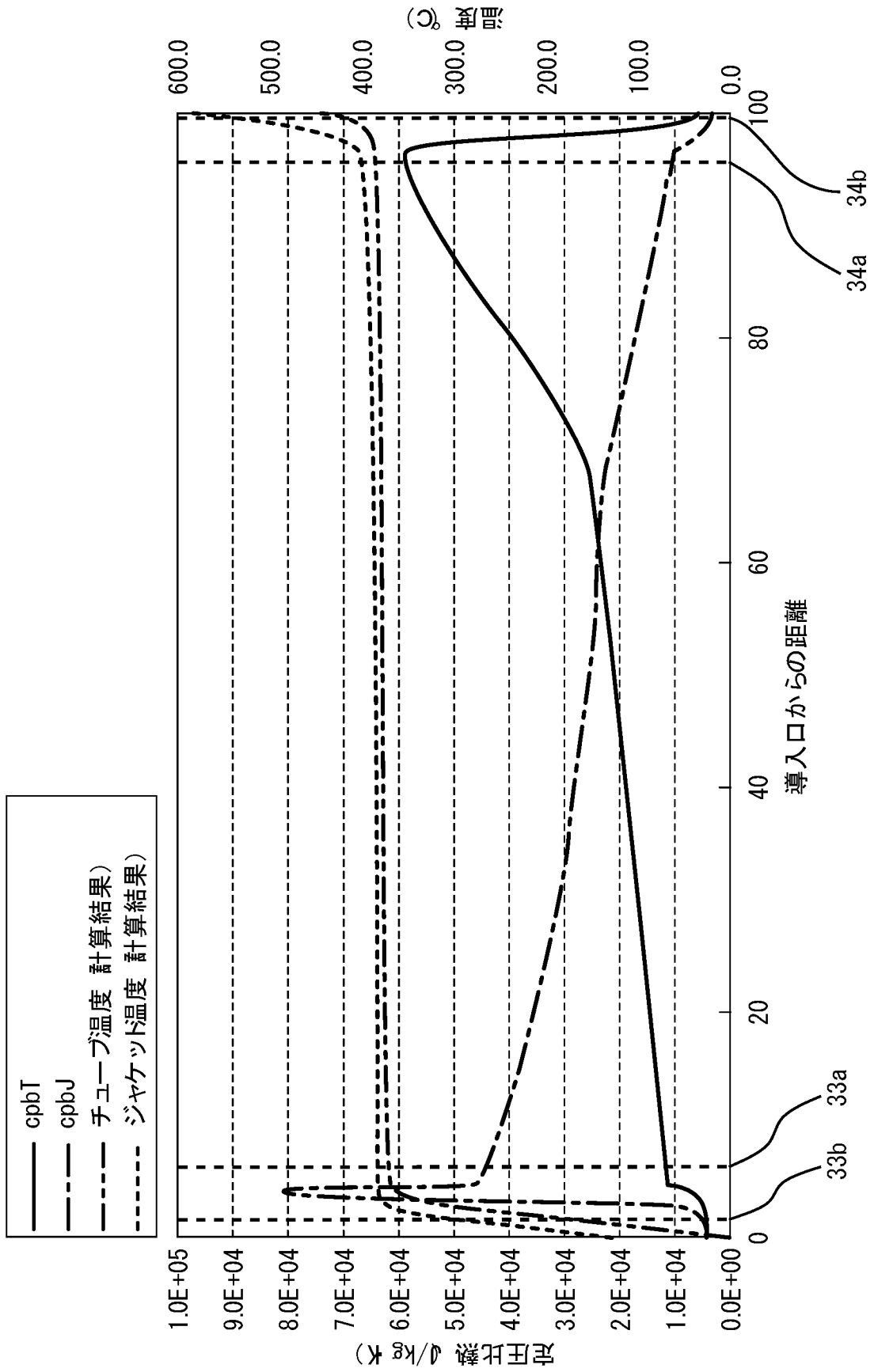
[図4]



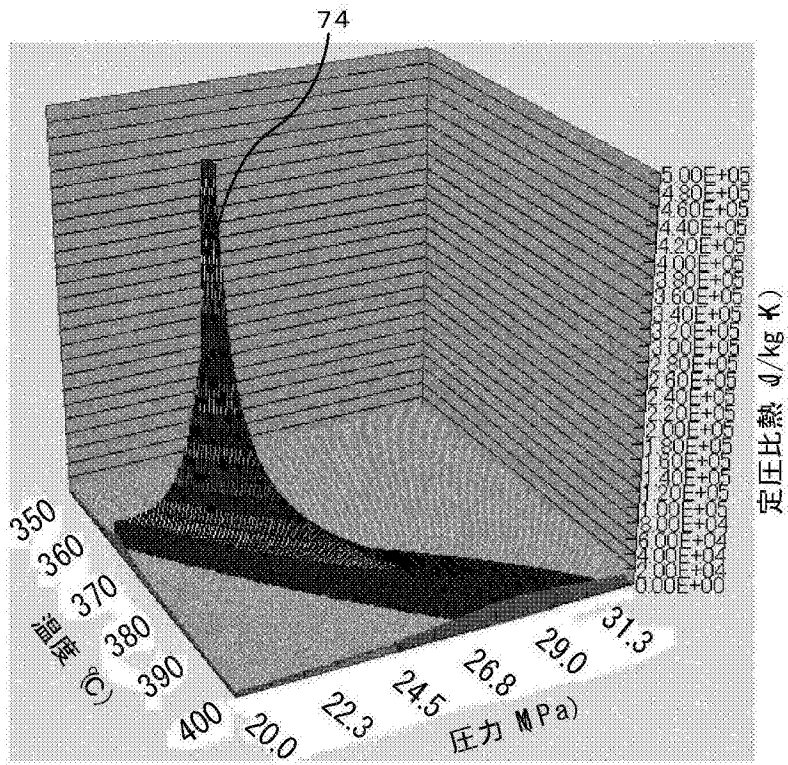
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/055692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C10J3/78(2006.01)i, B01J3/02(2006.01)i, B09B3/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C10J3/78, B01J3/02, B09B3/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2010-174189 A (Hiroshima University), 12 August 2010 (12.08.2010), (Family: none)	1-5
A	JP 2009-149773 A (Hiroshima University), 09 July 2009 (09.07.2009), (Family: none)	1-5
A	JP 2008-249207 A (Hiroshima University), 16 October 2008 (16.10.2008), (Family: none)	1-5
A	JP 2001-115174 A (Toshiba Corp.), 24 April 2001 (24.04.2001), (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 01 April, 2014 (01.04.14)	Date of mailing of the international search report 15 April, 2014 (15.04.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055692

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 11-262742 A (Ube Industries, Ltd.), 28 September 1999 (28.09.1999), (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. C10J3/78(2006.01)i, B01J3/02(2006.01)i, B09B3/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. C10J3/78, B01J3/02, B09B3/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 2010-174189 A（国立大学法人広島大学）2010.08.12 （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2009-149773 A（国立大学法人広島大学）2009.07.09 （ファミリーなし）	1-5
A	JP 2008-249207 A（国立大学法人広島大学）2008.10.16 （ファミリーなし）	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 01.04.2014	国際調査報告の発送日 15.04.2014	
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 電話番号 03-3581-1101 内線 3483	4V 9263

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 2001-115174 A (株式会社東芝) 2001. 04. 24 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 11-262742 A (宇部興産株式会社) 1999. 09. 28 (ファミリーなし)	1 - 5