

(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
2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/256151 A1

(51) 国際特許分類:
C10K 1/10 (2006.01) *B01D 53/64* (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/024308

(22) 国際出願日: 2020年6月22日(22.06.2020)

(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 2019-115619 2019年6月21日(21.06.2019) JP

(71) 出願人: 積水化学工業株式会社 (SEKISUI
CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308565 大
阪府大阪市北区西天満2丁目4番
4号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 濱地 心 (HAMACHI, Kokoro);
〒1058566 東京都港区虎ノ門2-10-
4 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 夏
山 和都 (NATSUYAMA, Kazuto); 〒1058566 東
京都港区虎ノ門2-10-4 積水化学
工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 田口 昌浩, 外 (TAGUCHI, Masahiro et
al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門三丁目

25番2号 虎ノ門ESビル8階 ダイ
ヤ特許事務所 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, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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).

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING PURIFIED GAS AND APPARATUS FOR PRODUCING PURIFIED GAS

(54) 発明の名称: 精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置

(57) Abstract: The present invention provides a method for producing a purified gas and an apparatus for producing a purified gas, said method and apparatus are capable of maintaining heavy metal removal ability by maintaining the acidity of cleaning water by having carbon dioxide dissolved in the cleaning water during acid cleaning for the removal of an acid-soluble heavy metal component from a crude gas that contains the heavy metal component. A method for producing a purified gas, wherein a purified gas is obtained by removing at least a part of an acid-soluble heavy metal component from a crude gas derived from waste with use of a scrubber, said crude gas containing the heavy metal component. With respect to this method for producing a purified gas, cleaning water in which at least carbon dioxide is dissolved is brought into contact with the crude gas at the scrubber, thereby removing at least a part of the heavy metal component from the crude gas; and the concentration D_1 of dissolved carbon dioxide in the cleaning water is 0.72 L/kg or more.

(57) 要約: 酸溶解性の重金属成分を含有する粗ガスから重金属成分を除去する酸洗浄において、洗浄水に二酸化炭素を溶存させることで洗浄水の酸性度を維持し、重金属除去能力を維持することができる精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置を提供する。酸溶解性の重金属成分を含有する、廃棄物由来の粗ガスから、スクラバを用いて前記重金属成分の少なくとも一部を除去して、精製ガスを得る精製ガスの製造方法であって、前記スクラバにおいて、少なくとも二酸化炭素を溶存させた洗浄水を前記粗ガスに接触させて、前記重金属成分の少なくとも一部を前記粗ガスから除去し、前記洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、0.72 L/kg 以上である、精製ガスの製造方法。

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：精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、廃棄物に由来する粗ガスを精製して得られる精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置に関する。

背景技術

[0002] 産業廃棄物、一般廃棄物などの各種廃棄物は、熱分解により、ガス化する技術が知られている（特許文献1等参照）。この方法によれば、廃棄物を熱分解することで、一酸化炭素と水素を多く含む合成ガスなどが得られる。合成ガスなどの廃棄物由来のガスは、種々の用途に利用可能であり、例えば、微生物触媒、金属触媒などを用いて、エタノールなどの有価物に変換することが試みられている。

[0003] 廃棄物には雑多な成分が含まれ、廃棄物から得られる合成ガスにも、数多くの不純物が含まれる。そのため、廃棄物由来の合成ガスは、不純物を取り除いて精製する必要がある。不純物を取り除く方法としては、スクラバを使用する方法が広く知られている。

スクラバを用いて不純物を取り除く方法としては、例えば、廃棄物から得られる合成ガスをスクラバで洗浄することで、脱硫処理して粗ガス中に含まれる硫化水素を硫黄として回収し、得られた精製ガスをガス利用設備で燃料ガスとして燃焼させて利用することができる（例えば、特許文献2参照）。そして、特許文献2には、重金属成分を含有する粗ガスに対して、スクラバにて酸性水の洗浄水によって洗浄することで、粗ガス中に含まれる鉛（Pb）等の重金属成分と塩素分は洗浄水中に溶け込ませる酸洗浄を行う精製法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-45857号公報

特許文献2：特開2006-110515号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 重金属成分を含有する粗ガスを精製する方法として、酸洗浄することは有効であるが、酸溶解性の重金属成分が洗浄水中に含有すると、洗浄水の酸性度が低下（pHが上昇）してしまうため、重金属除去能力を維持することができなくなる。重金属除去能力を維持するためには、酸性度を維持することを要し、酸性度を維持するためにpH調整剤を添加しなければならず、コストがかかる問題がある。

[0006] 本発明は、上記従来の課題を鑑みてなされたものであり、酸溶解性の重金属成分を含有する粗ガスから重金属成分を除去する酸洗浄において、洗浄水に二酸化炭素を溶存させることで洗浄水の酸性度を維持し、重金属除去能力を維持することができる精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者は、鋭意検討の結果、洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度を所定値以上とすることで、上記課題を解決できることを見出し、以下の本発明を完成させた。すなわち、本発明は、以下の〔1〕～〔8〕を提供する。

〔1〕酸溶解性の重金属成分を含有する、廃棄物由来の粗ガスから、スクラバを用いて前記重金属成分の少なくとも一部を除去して、精製ガスを得る精製ガスの製造方法であって、前記スクラバにおいて、少なくとも二酸化炭素を溶存させた洗浄水を前記粗ガスに接触させて、前記重金属成分の少なくとも一部を前記粗ガスから除去し、前記洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、 0.72 L/kg 以上である、精製ガスの製造方法。

〔2〕前記溶存二酸化炭素の濃度 D_1 と前記粗ガスに含有する前記重金属成分の濃度 D_2 との関係が下記式（1）を満たす、〔1〕の精製ガスの製造方法。

$$7.5 \leq D_1/D_2 \leq 21 \quad (1)$$

〔3〕前記洗浄水の温度を 0°C 以上 10°C 以下に調整する、〔1〕又は〔2〕

」の精製ガスの製造方法。

〔４〕前記洗浄水のpHを２以上４以下に調整する、〔１〕～〔３〕のいずれかの精製ガスの製造方法。

〔５〕前記洗浄水は、前記粗ガスに含まれる二酸化炭素を洗浄水に溶解させる、〔１〕～〔４〕のいずれかの精製ガスの製造方法。

〔６〕前記粗ガスが合成ガスである、〔１〕～〔５〕のいずれかの精製ガスの製造方法。

〔７〕前記重金属成分は鉛を含む、〔１〕～〔６〕のいずれかのガス処理方法。

〔８〕酸溶解性の重金属成分を含有する、廃棄物由来の粗ガスから、スクラバを用いて前記重金属成分の少なくとも一部を除去して、精製ガスを得る精製ガス製造装置であって、前記スクラバにおいて、少なくとも二酸化炭素を溶存させた洗浄水を前記粗ガスに接触させて、前記重金属成分の少なくとも一部を前記粗ガスから除去し、前記洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、 0.72 L/kg 以上である、精製ガス製造装置。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、酸溶解性の重金属成分を含有する粗ガスから重金属成分を除去する酸洗浄において、洗浄水に二酸化炭素を溶存させることで洗浄水の酸性度を維持し、重金属除去能力を維持することができる精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の精製ガス製造装置の全体構成を示す模式図である。

[図2]本発明の第１の実施形態に係る精製ガス製造装置の詳細を示す模式図である。

[図3]本発明の第２の実施形態に係る精製ガス製造装置の詳細を示す模式図である。

[図4]本発明の第３の実施形態に係る精製ガス製造装置の詳細を示す模式図である。

[図5]本発明のその他の実施形態に係る精製ガス製造装置の詳細を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] (第1の実施形態)

次に、本発明について実施形態を用いて説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る精製ガス製造装置を示す。精製ガス製造装置10は、粗ガス生成設備11と、スクラバ12を備える。粗ガス生成設備11は、廃棄物由来ガスである粗ガスG1を生成する設備である。粗ガス生成設備11で生成された粗ガスG1は、スクラバ12に導入される。スクラバ12は、導入された粗ガスG1を精製し、精製ガスG2を得る。

[0011] 粗ガス生成設備11は、廃棄物を燃焼、熱分解する装置を備え、例えば、燃焼炉、熱分解炉、改質炉、加熱炉、熔融炉、プラズマガス化炉等を1つ又は2つ以上備える。廃棄物としては、産業廃棄物でもよいし、家庭ごみなどの一般廃棄物でもよく、例えば、タイヤ、バイオマス、木質チップ、プラスチック、紙類、食料廃棄物など、可燃性物質であれば特に限定されない。粗ガスG1は、粗ガス生成設備11において廃棄物を燃焼、熱分解などさせることで得られる廃棄物由来ガスである。

[0012] 粗ガスG1は、上記のとおり廃棄物由来のガスであることにより二酸化炭素を含有するガスであり、中でも合成ガスであることが好ましい。なお、粗ガスG1を構成する合成ガスは、後述するように酸溶解性の重金属成分などの不純物を含むので、ここでは、「粗合成ガス」という。粗合成ガスは、廃棄物が例えば熱分解炉において熱分解されることで得られてもよいし、熱分解炉にて熱分解された後に改質炉においてさらに低炭素化されるなどで得られてもよい。また、熱分解炉にて熱分解する前に加熱炉などにおいて脱ガス処理などがされてもよい。

粗合成ガスは、一酸化炭素及び水素を含み、通常はさらに二酸化炭素も含む。合成ガスは、例えば、一酸化炭素を10～45体積%、水素を10～50体積%、二酸化炭素を2～40体積%を含み、また、さらに窒素を5～6

7体積%、酸素を0.5～20体積%、水を5～40体積%程度含んでもよい。

[0013] 粗ガスG1は、上記ガス以外にも、酸溶解性の重金属成分を含有する。粗ガスG1に含有する重金属成分は、酸性の洗浄水に対して溶解性を有する物質であり、二酸化炭素を溶存する洗浄水と接触することで炭酸塩を形成し得る成分である。具体的には、鉛、銅、クロム、亜鉛、マンガン、鉄、ニッケル及びカドミウム等の重金属の酸化物などが挙げられる。

スクラバ12は、鉛、銅、クロム、亜鉛、マンガン、鉄、ニッケル及びカドミウム等の重金属成分を含有する粗ガスG1の酸洗浄を好適に行うことができ、特に、鉛を含む粗ガスG1の酸洗浄をより好適に行うことができる。

[0014] スクラバ12では、洗浄水を粗ガスG1に接触させ、酸溶解性の重金属成分の少なくとも一部が粗ガスG1から除去される。ここで、洗浄水としては、少なくとも二酸化炭素を水に溶存させた洗浄水を使用する。洗浄水は、少なくとも二酸化炭素を溶存させていることで、粗ガスG1に含まれる酸溶解性の重金属成分を除去することができ、酸溶解性の重金属成分が効率的に粗ガスG1から取り除かれる。

[0015] 洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、 0.72 L/kg 以上であることを特徴とする。濃度 D_1 が 0.72 L/kg 未満であると、重金属除去能力が低く、効率よく粗ガスG1から重金属成分を除去することができない。洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、重金属除去能力を向上させる観点から、 1.0 L/kg 以上であることが好ましく、 1.1 L/kg 以上であることがより好ましく、 1.2 L/kg 以上であることがさらに好ましく、飽和溶存二酸化炭素に近ければ近いほどよい。

一方、洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が、 2.0 L/kg を超えると、スクラバ12の金属製部品を腐食させてしまい、精製ガスG2を得る工程を安定的に稼働することが困難となる。この観点から、洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、 1.8 L/kg 以下であることが好ましく、 1.7 L/kg 以下であることがより好ましく、 1.6 L/kg 以下であるこ

とがさらに好ましい。

なお、本明細書における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 という体積(L)は、温度を 20°C 、圧力を 1 atm としたときの二酸化炭素の気体の体積を示すものである。

[0016] 洗浄水は、効率よく粗ガスG1から重金属成分を除去する観点、及び、スクラバ12の腐食を抑制し安定稼働性を向上させる観点から、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 (L/kg)と粗ガスG1に含有する重金属成分の濃度 D_2 (g/L)との関係が下記式(1)を満たすことが好ましい。

$$7.5 \leq D_1/D_2 \leq 21 \quad (1)$$

洗浄水は、効率よく粗ガスから重金属成分を除去する観点から、 $10.5 \leq D_1/D_2$ であることが好ましく、 $11.4 \leq D_1/D_2$ であることがより好ましく、 $12.6 \leq D_1/D_2$ であることがさらに好ましい。洗浄水は、スクラバ12の腐食を抑制し安定稼働性を向上させる観点から、 $D_1/D_2 \leq 19$ であることが好ましく、 $D_1/D_2 \leq 18$ であることがより好ましく、 $D_1/D_2 \leq 17$ であることがさらに好ましい。

[0017] 粗ガスG1に含有する重金属成分の濃度 D_2 は、 0.01 g/L 以上 100 g/L 以下であることが好ましく、 0.02 g/L 以上 50 g/L 以下であることがより好ましく、 0.05 g/L 以上 20 g/L 以下であることがさらに好ましい。粗ガスG1に含有する重金属成分の濃度 D_2 が上記範囲であれば、本発明の精製ガス製造装置によって効率よく粗ガスG1に含有する重金属成分を除去することが可能となる。

なお、粗ガスG1に含有する重金属成分の濃度 D_2 は、誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)及びイオンクロマトグラフィー(IC)等により測定された濃度である。

[0018] 洗浄水は、効率よく粗ガスG1から重金属成分を除去する観点から、洗浄水のpHを2以上4以下に調整することが好ましく、2以上3.5以下に調整することがより好ましく、2以上3以下に調整することがさらに好ましい。

[0019] 本発明において、洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 及びpHは、粗ガスG1に接触する際の洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を意味する。したがって、本実施形態では、溶存二酸化炭素の濃度は、排ガスG1に接触する直前、すなわち、後述するノズル15から噴霧された洗浄水の溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を意味する。また、洗浄水が、後述する第3の実施形態のように貯留された状態で排ガスG1に接触させる態様においては、貯留される洗浄水の溶存二酸化炭素の濃度を意味する。

なお、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 の測定は、公知の溶存二酸化炭素測定装置で測定すればよい。また、pHは、pHメータで測定すればよい。

[0020] スクラバ12で精製された精製ガスG2は、例えば二酸化炭素、さらには一酸化炭素などを含み、図示しない反応器などにてエタノールなどの有機化合物に変換される。また、精製ガスG2は、好ましくは合成ガスであり、ガス資化性微生物又は金属触媒のいずれかにより、エタノールなどの有機化合物に変換されることがより好ましい。

精製ガスG2は、反応器にて有機化合物に変換される前に、バグフィルタなどの煤塵除去装置、活性炭フィルタなどの各種吸着フィルタ、脱硝反応塔、脱硫反応塔、PSA及びTSAなどの各種清浄装置にてさらに浄化された後、反応器（図示しない）に送られてもよい。その他にスクラバ12を通過後に含まれる水分を除去する為の水分除去装置を設けることもできる。

[0021] 以下、本実施形態のスクラバ12の詳細について、図2を用いてより詳細に説明する。スクラバ12は、粗ガスG1を洗浄するための洗浄塔であり、その底部に貯留部14が設けられるとともに、上部にノズル15が設けられる。貯留部14には、洗浄水WSが貯留されている。ノズル15は、スクラバ12内部に洗浄水WSを噴霧する。

[0022] スクラバ12には、導入路13、循環路16、排出路20などが接続される。導入路13は、スクラバ12に粗ガスG1を導入するため経路であり、導入路13の導入口13Aは、スクラバ12の内部に貯留された洗浄水WSの液面よりも上方に設けられる。排出路20は、スクラバ12の上部に設け

られ、スクラバ12で精製されて得られた精製ガスG2が排出される。

[0023] スクラバ12には、さらに温度制御装置32が備えられ、洗浄水WSの温度を制御することができる。温度制御装置32には、温度測定部（図示せず）を有し、洗浄水WSの温度を測定することができる。温度測定部としては、洗浄水WSの温度を測定することができるものであれば特に限定はなく、例えば、熱電対等を採用することができる。温度制御装置32は、温度測定部で測定した洗浄水WSの温度に基づいて、洗浄水WSの温度を調整する。

温度制御装置32は、例えば、貯留部14に貯留された洗浄水WSを調整する装置であって、貯留部14の周囲に設けられ、内部に媒体が流されるジャケットなどを使用することができる。本実施形態では、温度制御装置32が設けられることで、洗浄水WSの温度が後述する所定の範囲内に維持することができる。

[0024] 貯留部14には、攪拌翼などの攪拌手段が設けられ、攪拌手段によって、貯留部14に貯留された洗浄水WSを攪拌してもよいし、しなくてもよい。

[0025] 貯留部14に貯留された洗浄水WSは、循環路16を介して、スクラバ12の上部に設けられたノズル15に送られる。循環路16には、例えばポンプ19が設けられ、洗浄水WSは、ポンプ19によってノズル15に圧送される。そして、洗浄水WSは、スクラバ12の内部において、ノズル15から下方に向けて噴霧される。

[0026] スクラバ12内部に導入口13Aから導入された粗ガスG1は、ノズル15から噴霧された洗浄水WSに接触しつつ、スクラバ12内部において上昇し、排出路20から精製ガスG2として排出される。粗ガスG1は、洗浄水WSに接触することで、粗ガスG1に含まれる酸溶解性の重金属成分の少なくとも一部が除去され、排出路20から精製ガスG2として排出される。

本実施形態では、粗ガスG1に接触する洗浄水WSは、上記したように、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が所定の範囲内となることで、粗ガスG1に含有される酸溶解性の重金属成分が効率的に除去される。

スクラバ12内部において、貯留部14に貯留される洗浄水とノズル15

の間は、ノズル 15 から噴霧された洗浄水 WS と粗ガス G 1 とが接触する接触領域となる。接触領域には、洗浄水 WS と粗ガス G 1 との接触面積を増大させるために多孔質体（図示しない）などが配置されてもよい。

[0027] ノズル 15 から噴霧された洗浄水 WS は、粗ガス G 1 と接触しながら、貯留部 14 まで落下し、貯留部 14 に貯留され、再度、洗浄水 WS として使用される。また、粗ガス G 1 に含まれる酸溶解性の重金属成分は、洗浄水 WS に溶解される二酸化炭素に接触することで重金属の炭酸塩となりつつ洗浄水 WS に混入され、それにより、粗ガス G 1 から除去される。重金属の炭酸塩は、一般的には、水に対して不溶であり、固体分として洗浄水 WS に混入される。

[0028] 粗ガス G 1 は、廃棄物由来のガスであり、二酸化炭素を多く含有し、したがって、ノズル 15 から噴霧された洗浄水 WS は、粗ガス G 1 に接触することで二酸化炭素が溶解する。そのため、洗浄水 WS における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を上昇又は維持することができる。よって、洗浄水 WS が粗ガス G 1 に含まれる酸溶解性の物質と接触しても、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が低下することを防止できる。

一般的に、水に対する二酸化炭素の溶解度は、温度低下とともに上昇する。したがって、本実施形態では、洗浄水 WS の温度を低くすることで、水に対する二酸化炭素の溶解度を上昇させることができ、上記した所定の溶存二酸化炭素の濃度 D_1 に調整することが可能となる。具体的には、洗浄水 WS の温度は、 0°C 以上 10°C 以下に調整することが好ましく、 2°C 以上 10°C 以下に調整することがより好ましく、 5°C 以上 10°C 以下に調整することがさらに好ましい。

なお、洗浄水 WS に溶存する二酸化炭素は、粗ガス G 1 由来の二酸化炭素のみから構成されてもよいが、運転開始時などにおいては、粗ガス G 1 由来の二酸化炭素のみでは濃度 D_1 を十分に高くできないので、予め水に二酸化炭素を溶存させておいてもよい。

[0029] また、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を上記のように上昇させ、高く維持するた

めには、粗ガスG1に接触する際のみならず、接触後においても、洗浄水WSの温度を低くする必要がある。一旦、溶解した二酸化炭素が洗浄水WSから抜けることを防止するためである。そのため、本実施形態のように、洗浄水WSを循環させて排ガスG1に接触させる場合には、洗浄水WSの温度は、粗ガスG1に接触する前後において、上記温度範囲内に維持することが好ましく、具体的には、ノズル15から噴霧された洗浄水WSの温度、及び貯留部14における洗浄水WSの温度をいずれも上記温度範囲内に調整することが好ましい。ただし、通常、スクラバ12の系内において洗浄水WSの温度は一様であり、貯留部14における温度を上記範囲内とすると、ノズル15における温度も上記範囲内となる。

[0030] また、スクラバ12に導入される粗ガスG1の温度は、特に限定されないが、粗ガスG1によって洗浄水WSの温度が殆ど上昇しないように、一定温度以下とすることが好ましい。粗ガスG1の温度は、具体的には、80℃以下であることが好ましく、0～50℃であることがより好ましく、0～30℃であることがさらに好ましい。なお、粗ガスG1の温度とは、洗浄水WSに接触する直前の粗ガスG1の温度を意味し、導入路13の導入口13Aにおける温度を測定すればよい。

[0031] スクラバ12の内部の圧力は、常圧付近であることが好ましい。スクラバ12内部の圧力を常圧付近とすることで、耐圧設備などを使用しなくてよいことから、設備を簡素化できる。なお、常圧付近の圧力とは、絶対圧力で例えば0.08～0.12MPa程度である。

[0032] 酸溶解性の重金属成分が混入した洗浄水WSは、スクラバ12に備えられた重金属除去装置50によって、混入した酸溶解性の重金属成分を除去した後に、スクラバ12へ戻される。重金属除去装置50は、洗浄水WS中に混入した酸溶解性の重金属成分を除去できるものであれば特に限定はなく、例えば、濾過装置等を採用することができる。

[0033] 本発明の第1の実施形態に係る精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置によれば、酸溶解性の重金属成分を含有する粗ガスから重金属成分を除去す

る酸洗浄において、洗浄水に二酸化炭素を溶存させることで洗浄水の酸性度を維持し、重金属除去能力を維持することができるので、精度の高い精製ガスを供給することができる。

[0034] (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態を説明する。以下では、第2の実施形態について、第1の実施形態と重複するものについては説明を省略し、第1の実施形態との相違点を説明する。

第2の実施形態における精製ガス製造装置は、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を検出する濃度測定装置31と、検出された濃度 D_1 のデータに基づいて温度制御装置32を制御する制御部40とをさらに備える。濃度測定装置31としては、洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を測定することができるものであれば特に限定はなく、例えば、溶存二酸化炭素測定装置等を採用することができる。

[0035] 制御部40は、濃度測定装置31で測定した洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 に関するデータを受信し、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上述の所定範囲内にあるか判定する。判定結果が所定範囲内である場合は、温度制御装置32に現状維持のデータを送信する。一方、判定結果が所定範囲外である場合は、温度制御装置32に洗浄水WSの温度調整に関するデータを送信する。温度制御装置32は、送信されるデータに基づいて、洗浄水WSの温度を制御する。

具体的には、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上記範囲の下限未満となった場合には、洗浄水WSの温度を下げる調整を行う。また、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上記範囲の上限を超えた場合には、洗浄水WSの温度を上げる調整を行う。

[0036] 重金属成分を効率的に除去する観点から、粗ガスG1に接触する際の洗浄水WSにおける二酸化炭素の濃度 D_1 を上記範囲内に調整する必要があるが、濃度測定装置31は、必ずしも粗ガスG1に接触する際の洗浄水WSにおける二酸化炭素の濃度 D_1 を測定する必要はなく、その濃度 D_1 と同一と評価で

きる位置において二酸化炭素の濃度を測定するとよい。したがって、例えば、図3に示すように、濃度測定装置31を循環路16に配設し、循環路16を循環する洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度を測定してもよい。

[0037] 以上のように、本実施形態では、制御部40によって、洗浄水WSの温度を制御することで、濃度測定装置31で測定した洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上述の所定範囲内となるように制御することができる。具体的には、濃度測定装置31で測定した洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 に変動があり上述の所定範囲外となった場合でも、制御部40が洗浄水WSの温度を制御することで、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上述の所定範囲内となるように制御することができる。

さらに、本実施形態では、粗ガスG1に含有する重金属成分の濃度 D_2 を測定する重金属成分濃度測定装置（図示せず）を設けてもよい。重金属成分濃度測定装置を設けることで、 D_1/D_2 が上記範囲内となるように洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を調整することが容易となる。重金属成分の濃度 D_2 は、例えば誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）及びイオンクロマトグラフィー（IC）等で測定すればよい。

[0038] （第3の実施形態）

次に、本発明の第3の実施形態を説明する。以下では、第3の実施形態について、第1の実施形態と重複するものについては説明を省略し、第1の実施形態との相違点を説明する。

上記した第1の実施形態のスクラバ12では、貯留部12に貯留された洗浄水WSは循環されてスクラバ12上部のノズル15から噴霧されたが、本実施形態のスクラバ62では、ノズルは省略され、貯留部64に貯留された洗浄水WSは循環されず、貯留部64で貯留されたままである。そして、導入路63の導入口63Aは、貯留部64に貯留された洗浄水WSの液面よりも下方に配置される。

したがって、導入路63から導入された粗ガスG1は、貯留部64に貯留された洗浄水WS中に導入される。これにより、粗ガスG1は、貯留部64

に貯留された洗浄水WSを通過することで、粗ガスG1を洗浄水WSに接触させることになる。

なお、第1の実施形態と同様に、第3の実施形態でも、貯留部64に貯留された洗浄水WSは、攪拌翼などにより攪拌してもよい。

[0039] 粗ガスG1は、貯留部64にて洗浄水WSを通過することで、粗ガスG1に含有される酸溶解性の重金属成分の少なくとも一部が除去され、酸溶解性の重金属成分が除去された粗ガスG1は、精製ガスG2として排出口20から排出される。また、粗ガスG1には、上記の通り、二酸化炭素を大量に含有し、洗浄水WSは粗ガスG1に接触することで二酸化炭素が溶解し、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上昇し、また、粗ガスG1に含まれる酸溶解性の物質と接触しても、溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が低下することを防止できる。ここで、本実施形態でも、貯留部64における洗浄水WSの温度を低くすることで、水に対する二酸化炭素の溶解度を上昇させることができ、洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を上記した所定の範囲に調整することが可能となる。貯留部64における洗浄水WSの温度は、上記したとおりの温度範囲に設定すればよく、好ましくは 0°C 以上 10°C 以下、より好ましくは 2°C 以上 10°C 以下に、さらに好ましくは 5°C 以上 10°C 以下に調整する。

貯留部64における洗浄水WSの温度は、温度制御装置72によって制御することができる。温度制御装置72は、例えば、貯留部64の周囲に設けられ、内部に媒体が流されるジャケットなどが使用できる。

[0040] スクラバ62には、温度制御装置72が備えられ、貯留部64に貯留された洗浄水WSの温度を制御することができる。温度制御装置72には、温度測定部（図示せず）を有し、洗浄水WSの温度を測定することができる。温度制御装置72は、温度測定部で測定した洗浄水WSの温度に基づいて、貯留部64に貯留された洗浄水WSの温度を調整する。温度測定部及び温度制御装置の詳細は、上記した第1及び第2の実施形態と同様であるのでその説明は省略する。

[0041] 本発明の第3の実施形態に係る精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置によれば、第1の実施形態に係る精製ガスの製造方法及び精製ガス製造装置と同等の効果をを得ることができる。

なお、第3の実施形態においても、上記した第2の実施形態と同様に、制御部と、濃度測定装置が設けられ、制御部の制御により、洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上記した所定の範囲内に調整されるようにしてもよい。

[0042] (その他の実施の形態)

例えば、第1及び第2の実施形態では、温度制御装置32は貯留部14の周囲に設けられたジャケットとして示したが、図5に示すように、循環路16に設けてもよい。循環路16に温度制御装置32を設けることで、より一層、粗ガスG1に接触する直前での洗浄水WSの温度を正確に調整できる。なお、温度制御装置32は、貯留部14の周囲に設けるものと、循環路16に設けるものを併用してもよく、併用することで洗浄水WSの温度調整をより正確に行うことができる。

[0043] また、第1及び第2の実施形態において、洗浄水WSの温度を制御することで、洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上述の所定範囲内となるように制御する態様を示したが、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、上記した洗浄水の温度に依存する以外に、スクラバ12内の圧力にも依存するので、洗浄水WSの温度を制御することに代えて、スクラバ12内の圧力の制御により行うことができる。スクラバ12内の圧力の制御は、公知の圧力付勢手段で行うことができ、例えば、導入路13に圧縮機（図示しない）を設ける手段が挙げられる。圧縮機は、例えばモーター等の動力源によって作動し、スクラバ12内部に導入口13Aから導入される粗ガスG1を圧縮することによりスクラバ12内部の圧力を上昇させることができる。

洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上記範囲外となった場合の具体的調整としては、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上記範囲の下限未満となった場合には、スクラバ12内の圧力を上げる調整を行う

。また、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上記範囲の上限を超えた場合には、スクラバ12内の圧力を下げる調整を行う。

スクラバ12内部の圧力は、洗浄水WSにおける溶存二酸化炭素の濃度 D_1 を維持する観点から、0.01～1MPaに調整することが好ましく、0.02～0.5MPaに調整することがより好ましく、0.05～0.3MPaに調整することがさらに好ましい。

[0044] また、洗浄水WSの溶存二酸化炭素の濃度 D_1 が上述の所定範囲内となるように制御する手段として、洗浄水WSの温度を制御すること、及び、スクラバ内の圧力を制御することを示したが、これらは単独で採用してもよく、両方を共に採用してもよい。

洗浄水WSの温度を制御すること、及び、スクラバ内の圧力を制御することの両方を採用した場合、スクラバ内の圧力が絶対圧力で例えば0.05～0.20MPa程度の高圧に制御した時は、洗浄水WSの温度を0℃以上10℃以下に調整することが好ましく、2℃以上10℃以下に調整することがより好ましく、5℃以上10℃以下に調整することがさらに好ましい。

[0045] また、第1～第3の実施形態において、二酸化炭素を溶存させることで洗浄水WSの酸性度を維持し、重金属除去能力を維持することを示したが、二酸化炭素を溶存させることに加えて、塩化水素、硫酸、硝酸などのその他の酸性物質を洗浄水WSに溶解させてもよい。その他の酸性物質を洗浄水WSに溶解させることにより、より一層、粗ガスG1から重金属成分を除去する能力を維持しやすくなる。

符号の説明

[0046] 10：精製ガス製造装置
11：粗ガス生成設備
12, 62：スクラバ
13, 63：導入路
13A, 63A：導入口
14, 64：貯留部

16 : 循環路

19 : ポンプ

20 : 排出路

31 : 濃度測定装置

32 : 温度制御装置

40 : 制御部

50 : 重金属除去装置

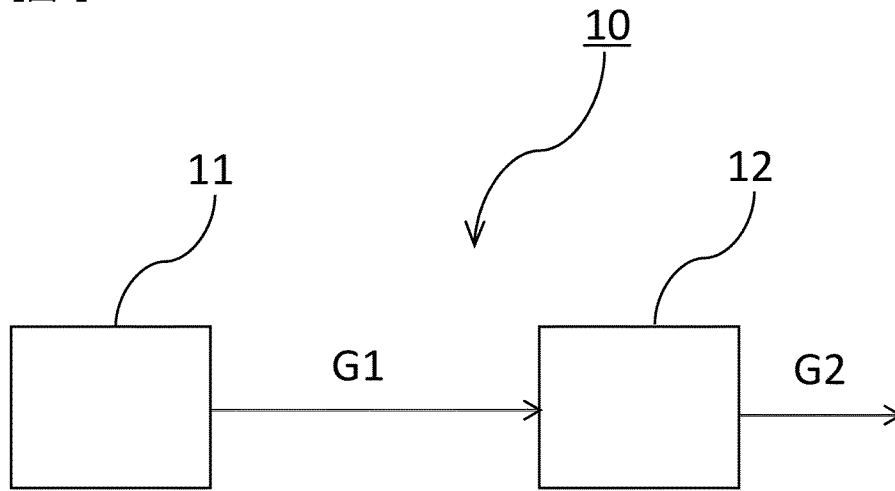
請求の範囲

- [請求項1] 酸溶解性の重金属成分を含有する、廃棄物由来の粗ガスから、スクラバを用いて前記重金属成分の少なくとも一部を除去して、精製ガスを得る精製ガスの製造方法であって、
- 前記スクラバにおいて、少なくとも二酸化炭素を溶存させた洗浄水を前記粗ガスに接触させて、前記重金属成分の少なくとも一部を前記粗ガスから除去し、
- 前記洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、 0.72 L/kg 以上である、精製ガスの製造方法。
- [請求項2] 前記溶存二酸化炭素の濃度 D_1 と前記粗ガスに含有する前記重金属成分の濃度 D_2 との関係が下記式(1)を満たす、請求項1に記載の精製ガスの製造方法。
- $$7.5 \leq D_1/D_2 \leq 21 \quad (1)$$
- [請求項3] 前記洗浄水の温度を 0°C 以上 10°C 以下に調整する、請求項1又は2に記載の精製ガスの製造方法。
- [請求項4] 前記洗浄水のpHを2以上4以下に調整する、請求項1～3のいずれか1項に記載の精製ガスの製造方法。
- [請求項5] 前記洗浄水は、前記粗ガスに含まれる二酸化炭素を洗浄水に溶解させる、請求項1～4のいずれか1項に記載の精製ガスの製造方法。
- [請求項6] 前記粗ガスが合成ガスである、請求項1～5のいずれか1項に記載の精製ガスの製造方法。
- [請求項7] 前記重金属成分は鉛を含む、請求項1～6のいずれか1項に記載のガス処理方法。
- [請求項8] 酸溶解性の重金属成分を含有する、廃棄物由来の粗ガスから、スクラバを用いて前記重金属成分の少なくとも一部を除去して、精製ガスを得る精製ガス製造装置であって、
- 前記スクラバにおいて、少なくとも二酸化炭素を溶存させた洗浄水を前記粗ガスに接触させて、前記重金属成分の少なくとも一部を前記

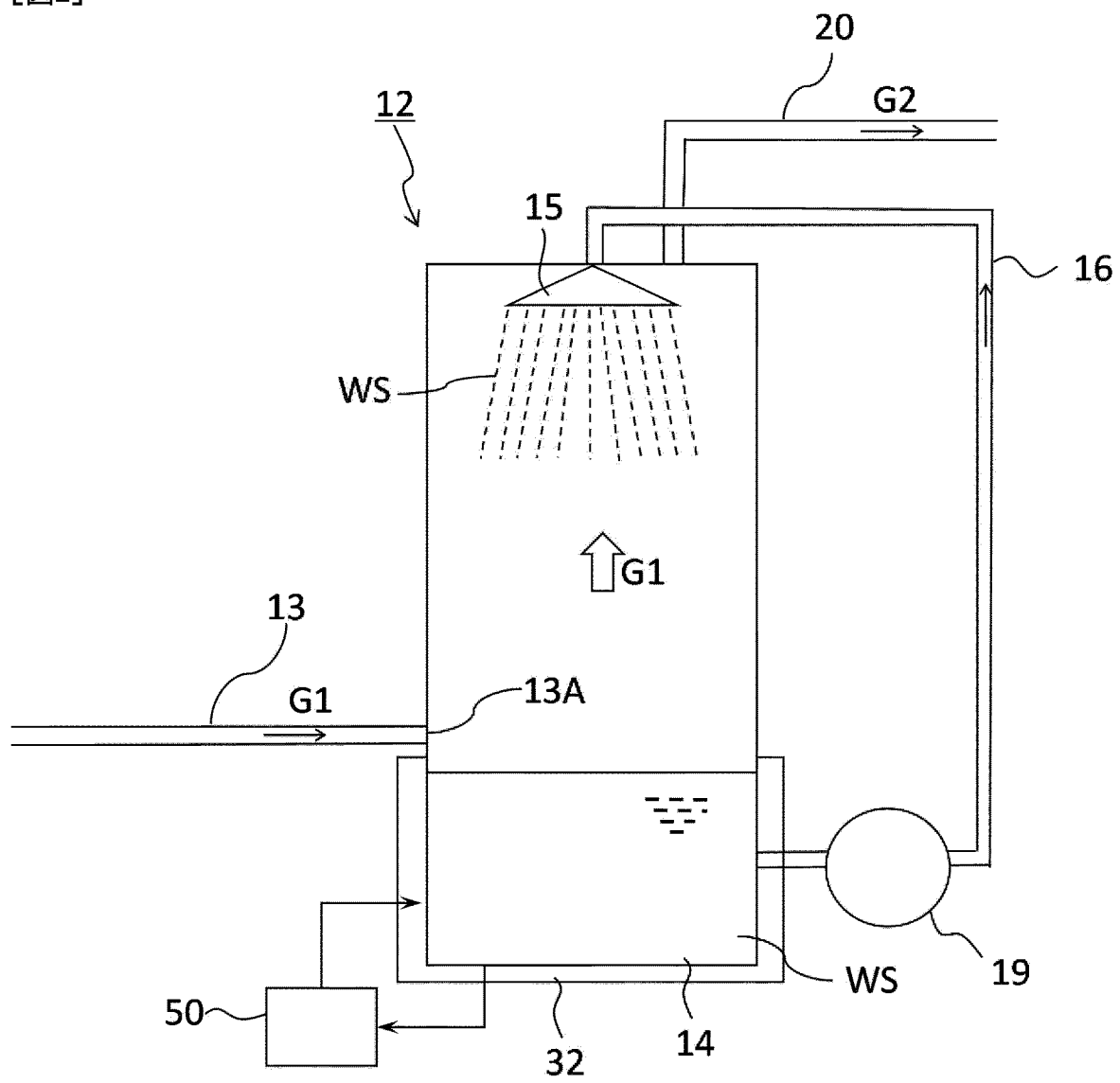
粗ガスから除去し、

前記洗浄水における溶存二酸化炭素の濃度 D_1 は、 0.72 L/kg 以上である、精製ガス製造装置。

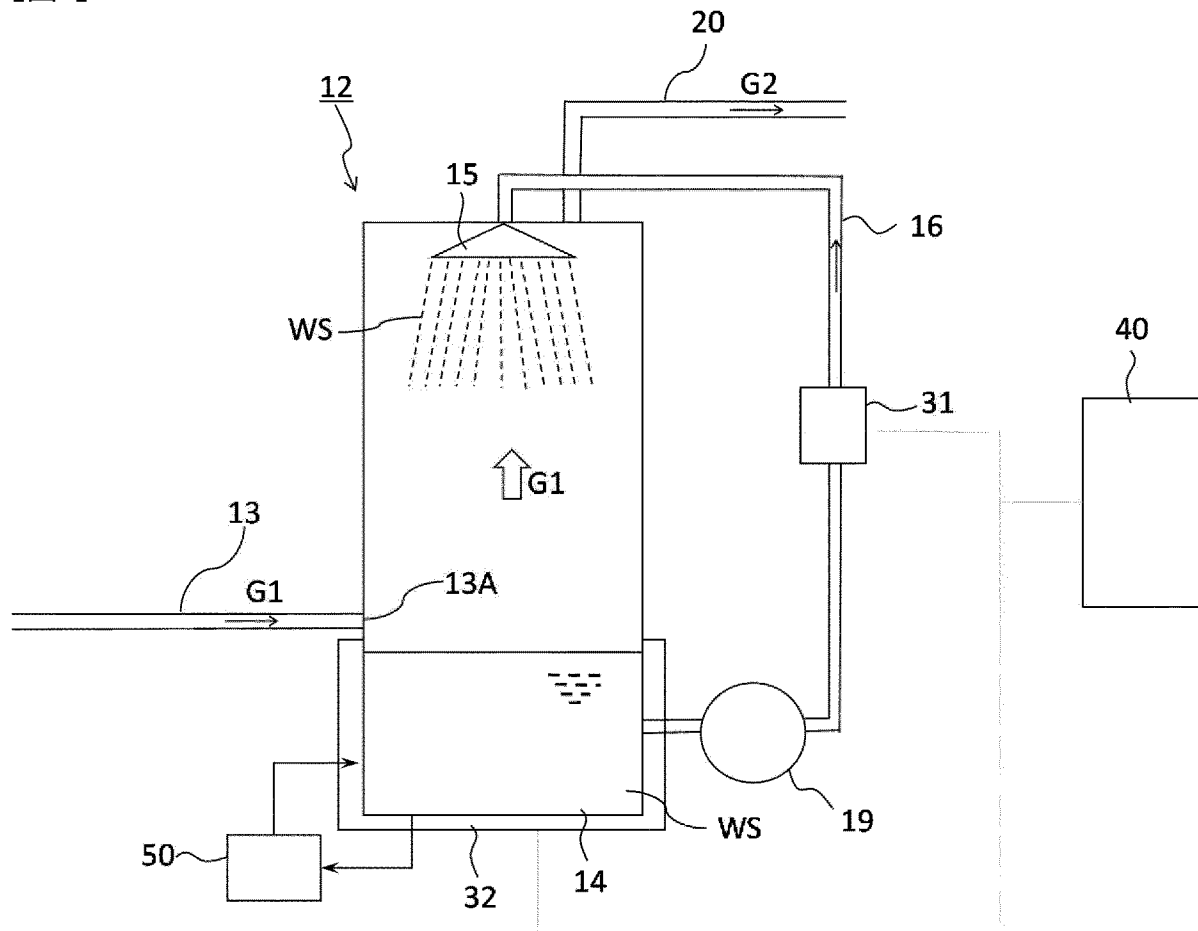
[図1]



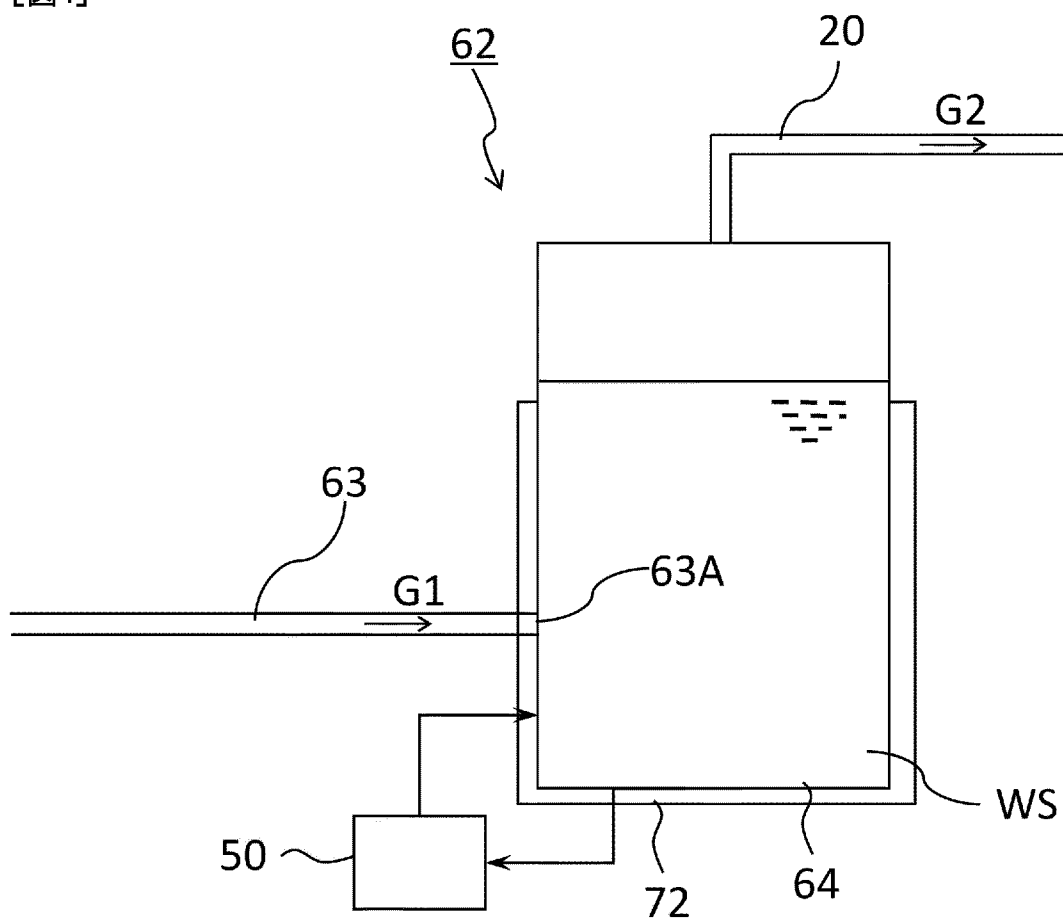
[図2]



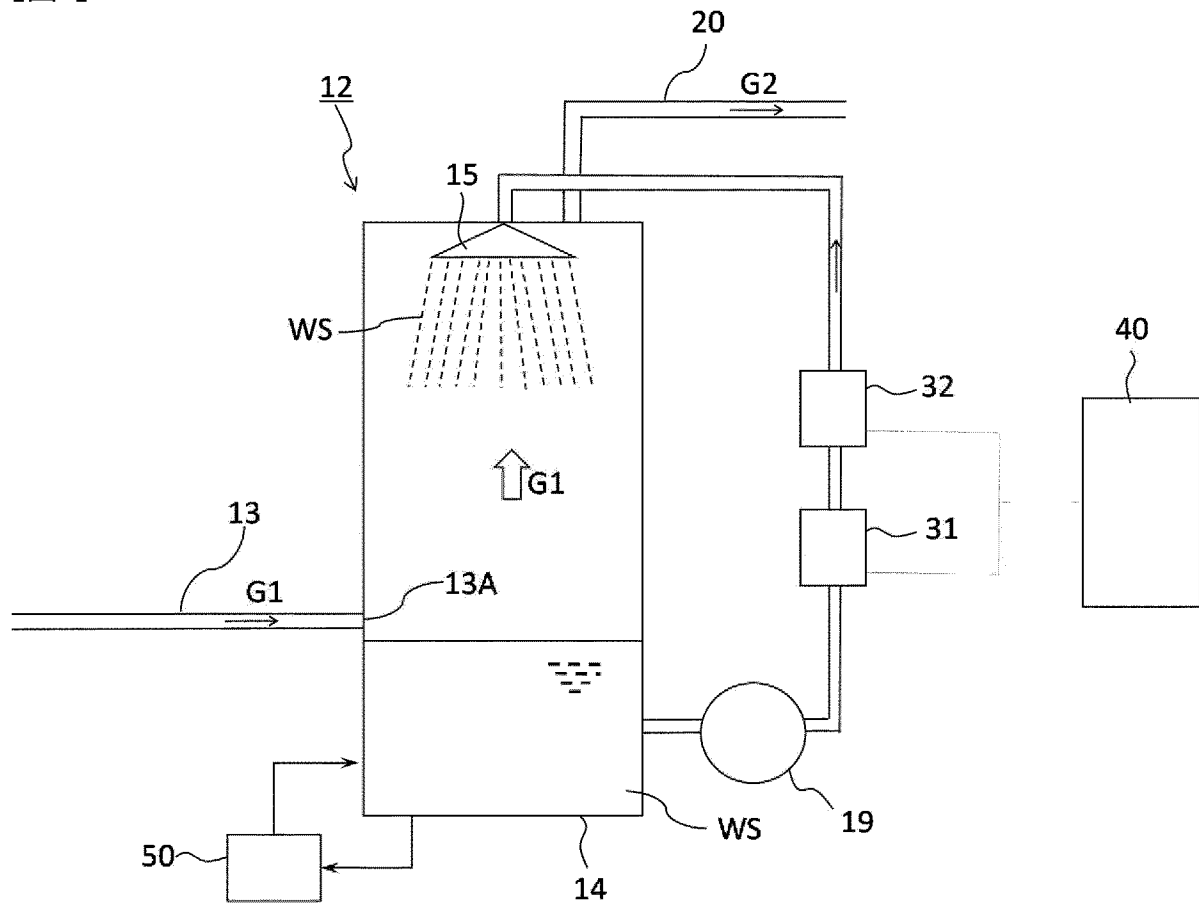
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/024308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10K 1/10 (2006.01)i; B01D 53/14 (2006.01)i; B01D 53/64 (2006.01)i
FI: B01D53/14 210; C10K1/10; B01D53/64

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)

C10K1/10; B01D53/14; B01D53/64

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X	JP 2019-072678 A (JFE ENGINEERING CORP.)	1, 4-8
Y	16.05.2019 (2019-05-16) claims 1, 3, paragraphs	3
A	[0041]-[0042], [0048], [0054]-[0055]	2
Y	JP 2014-125577 A (BIOMASS ENERGY CORPORATION)	3
	07.07.2014 (2014-07-07) claims 1, 3, paragraphs	
	[0068], [0070]	
A	JP 2016-182560 A (JFE ENGINEERING CORP.)	1-8
	20.10.2016 (2016-10-20)	
A	JP 2018-58042 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.)	1-8
	12.04.2018 (2018-04-12)	
A	JP 2006-213535 A (JFE ENGINEERING CORP.)	1-8
	17.08.2006 (2006-08-17)	
A	JP 11-221434 A (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.)	1-8
	17.08.1999 (1999-08-17)	



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

"I" 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

07 August 2020 (07.08.2020)

Date of mailing of the international search report

18 August 2020 (18.08.2020)

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/024308

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-072678 A	16 May 2019	(Family: none)	
JP 2014-125577 A	07 Jul. 2014	(Family: none)	
JP 2016-182560 A	20 Oct. 2016	(Family: none)	
JP 2018-58042 A	12 Apr. 2018	(Family: none)	
JP 2006-213535 A	17 Aug. 2006	(Family: none)	
JP 11-221434 A	17 Aug. 1999	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C10K 1/10(2006.01)i; B01D 53/14(2006.01)i; B01D 53/64(2006.01)i FI: B01D53/14 210; C10K1/10; B01D53/64		
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）） C10K1/10; B01D53/14; B01D53/64		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
X	JP 2019-072678 A (JFEエンジニアリング株式会社) 16.05.2019 (2019-05-16) 請求項1, 3, [0041]-[0042], [0048], [0054]-[0055]	1, 4-8
Y		3
A		2
Y	JP 2014-125577 A (バイオマスエナジー株式会社) 07.07.2014 (2014-07-07) 請求項1, 3, [0068], [0070]	3
A	JP 2016-182560 A (JFEエンジニアリング株式会社) 20.10.2016 (2016-10-20)	1-8
A	JP 2018-58042 A (積水化学工業株式会社) 12.04.2018 (2018-04-12)	1-8
A	JP 2006-213535 A (JFEエンジニアリング株式会社) 17.08.2006 (2006-08-17)	1-8
A	JP 11-221434 A (三井金属鉱業株式会社) 17.08.1999 (1999-08-17)	1-8
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 07.08.2020		国際調査報告の発送日 18.08.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 松井 一泰 4Q 5805 電話番号 03-3581-1101 内線 3421

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/024308

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-072678	A	16.05.2019	(ファミリーなし)	
JP	2014-125577	A	07.07.2014	(ファミリーなし)	
JP	2016-182560	A	20.10.2016	(ファミリーなし)	
JP	2018-58042	A	12.04.2018	(ファミリーなし)	
JP	2006-213535	A	17.08.2006	(ファミリーなし)	
JP	11-221434	A	17.08.1999	(ファミリーなし)	