(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
2021年9月30日(30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/192591 A1

(51) 国際特許分類:
C07C 1/12 (2006.01)　*H01M 8/04746* (2016.01)
C07C 9/04 (2006.01)　*H01M 8/04858* (2016.01)
C25B 1/04 (2021.01)　*H01M 8/0606* (2016.01)
H01M 8/00 (2016.01)　*H01M 8/0662* (2016.01)
H01M 8/04 (2016.01)　*H01M 8/12* (2016.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/002949

(22) 国際出願日：　2021年1月28日(28.01.2021)

(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 2020-058488　2020年3月27日(27.03.2020)　JP

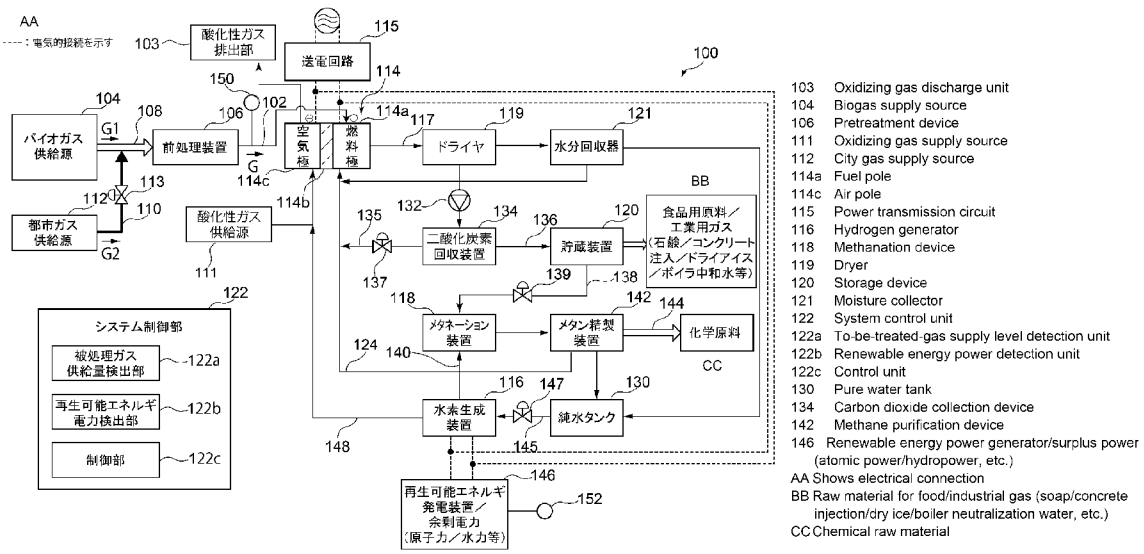
(71) 出願人: 三菱パワー株式会社 (**MITSUBISHI POWER, LTD.**) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 吉田 泰二 (**YOSHIDA, Taiji**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 岩田 光由 (**IWATA, Mitsuyoshi**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 久留 長生 (**HISATOME, Nagao**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 誠真ＩＰ特許業務法人 (**SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.**); 〒1080073 東京都港区三田三丁目１３番１６号 三田４３ＭＴビル１３階 Tokyo (JP).

(54) **Title:** BIOGAS-UTILIZING METHANATION SYSTEM

(54) 発明の名称： バイオガス利用メタネーションシステム



(57) **Abstract:** A biogas-utilizing methanation system is equipped with a solid oxide fuel cell in which a to-be-treated gas is used as a fuel gas, a hydrogen generator capable of generating hydrogen using the power of a renewable energy power generator, and a methanation device that methanates carbon dioxide in the system with hydrogen generated by the hydrogen generator. Carbon dioxide in the system can be stored in a storage device on the basis of the amount of to-be-treated gas supplied or the power of the renewable energy power generator.

［続葉有］

WO 2021/192591 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: バイオガス利用メタネーションシステムは、被処理ガスを燃料ガスとして用いる固体酸化物形燃料電池と、再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、システム内の二酸化炭素を水素生成装置で生成された水素とメタネーション処理するメタネーション装置と、を備える。システム内の二酸化炭素は、被処理ガスの供給量、又は、再生可能エネルギ発電装置の電力に基づいて貯蔵装置に貯蔵可能である。

明　細　書

発明の名称 ： バイオガス利用メタネーションシステム

技術分野

[0001] 本開示は、バイオガスを利用したメタネーションシステムに関する。

背景技術

[0002] 例えば食品プラントから排出される食品残渣ガスや、下水処理設備から排出される消化ガスなどのバイオガスは、メタンなどの可燃性物質を含んでおり、新たな燃料ソースとして着目されている。この種のバイオガスは、従来、ボイラやガスエンジンを用いた火力発電装置や改質してＰＡＦＣ（リン酸形燃料電池）の燃料として利用されてきたが、発電効率が比較的低く（例えば２０－４０％）、効率改善が期待されている。またバイオガスにはそれ自身や燃焼時に生じる排燃料ガス中に、温室効果をもたらす二酸化炭素を含むため、この大気放出を抑制することが求められている。

[0003] このような課題に対して、例えば特許文献１では、コージェネレーションシステムに対して、水電解装置、メタネーション装置を組み合わせることで、エネルギ効率を向上するとともに二酸化炭素の排出を抑制可能なエネルギシステムが提案されている。このシステムでは、水電解装置で生成した水素を用いて、バイオガスに含まれる二酸化炭素や、コージェネレーションシステムからの排燃料ガスに含まれる二酸化炭素をメタネーション装置で反応させ、メタンを生成し、エネルギ負荷ネットワークに供給することで、外部への二酸化炭素の排出を抑制している。また水電解装置では、再生可能エネルギ発電システムの電力を利用することで、環境負荷の低減に貢献することについても言及されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１９－９００８４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところでバイオマスの排出量は、季節によって大きく変動する場合がある。例えば、ビール工場から排出されるバイオガスは、ビール消費量が増加する夏や冬の季節に増加し、ビール消費量が減少する他の季節には減少する。上記特許文献１ではこのようなバイオマスの排出量の変動が考慮されていないため、システムの運転条件によってはバイオガスの発生量とメタネーション反応用に再生可能エネルギにより製造する水素の発生量がバランスせず、システム内で過剰になった二酸化炭素を外部に放出せざるを得ないおそれがある。

[0006] 本開示の少なくとも一実施形態は上述の事情に鑑みなされたものであり、被処理ガスの供給量や再生可能エネルギ発電装置の電力が変動した場合においても、二酸化炭素の排出を低減し、高効率でクリーンな発電が可能なバイオガス利用メタネーションシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係るバイオガス利用メタネーションシステムは、上記課題を解決するために、

メタン及び二酸化炭素を含有する被処理ガスを燃料ガスとして用いることにより発電可能な固体酸化物形燃料電池と、

再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、

前記固体酸化物形燃料電池の排燃料ガスに含まれる二酸化炭素と、前記水素生成装置で生成された前記水素とを用いてメタネーション処理することでメタンを生成し、当該メタンを化学原料として生産、又は、前記燃料ガスとして前記固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタネーション装置と、

前記メタネーション装置で生成されたメタンガスを精製し、当該メタンの少なくとも一部を化学原料として外部へ供給可能であるとともにオフガスを前記固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタン精製装置と、

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の

少なくとも一方に基づいて、前記メタネーション装置に供給される前記二酸化炭素の少なくとも一部を貯蔵可能な貯蔵装置と、

を備える。

[0008] 本開示の一態様に係るバイオガス利用メタネーションシステムは、上記課題を解決するために、

再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、

メタン及び二酸化炭素ガスを含有する被処理ガスと前記水素生成装置で生成された前記水素とをメタネーション処理することでメタンを生成するメタネーション装置と、

前記メタメーション装置で生成されたメタンガスを精製し、当該メタンの少なくとも一部を化学原料として外部へ供給可能であると共にオフガスを固体酸化物形燃料電池に供給可能な前記メタン精製装置と、

前記メタン精製装置のオフガスを用いて発電可能な前記固体酸化物形燃料電池と、

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記メタネーション装置に供給される前記二酸化炭素の少なくとも一部を貯蔵可能な貯蔵装置と、

を備える。

発明の効果

[0009] 本開示の少なくとも一実施形態によれば、被処理ガスの供給量や再生可能エネルギ発電装置の電力が変動した場合においても、二酸化炭素ガスの排出を低減し、高効率でクリーンな発電が可能なバイオガス利用メタネーションシステムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]一実施形態に係るバイオガス利用メタネーションシステムの全体構成図である。

[図2]図１のバイオガス利用メタネーションシステムの運用パターンを運用条

件ごとに示す図である。

[図3]他の実施形態に係るバイオガス利用メタネーションシステムの全体構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0012] 図１は一実施形態に係るバイオガス利用メタネーションシステム１００の全体構成図である。バイオガス利用メタネーションシステム１００は、可燃成分を含む被処理ガスＧを燃料として用いて発電可能な発電システムである。被処理ガスＧは、例えば、ビール工場から排出され、可燃成分としてメタンを含有する食品残渣ガスのようなバイオガスである。以下の実施形態では、被処理ガスＧとして、ビール工場から排出されるバイオガスを取り扱う場

合を例示するが、被処理ガスＧは、例えば、下水処理設備から排出される消化ガスであってもよいし、液化天然ガス（ＬＮＧ：Ｌｉｑｕｅｆｉｅｄ　Ｎａｔｕｒａｌ　Ｇａｓ）が貯蔵されるタンク内に生じるボイルオフガスであってもよい。

[0013] バイオガス利用メタネーションシステム１００には、被処理ガス供給ライン１０２を介して被処理ガスＧが供給される。被処理ガス供給ライン１０２の上流側には、被処理ガスＧの主成分であるビール工場のバイオガスＧ１を供給するバイオガス供給源１０４と、バイオガス供給源１０４から供給されたバイオガスＧ１に対して前処理を実施するための前処理装置１０６とが設けられる。

[0014] バイオガス供給源１０４と前処理装置１０６とを接続するバイオガス供給ライン１０８からは、都市ガス供給ライン１１０が分岐しており、バイオガス供給源１０４に対して並列に都市ガス供給源１１２が接続されている。都市ガス供給源１１２は高純度のメタンを含有する都市ガスＧ２を供給可能である。都市ガス供給源１１２から供給される都市ガスＧ２は、都市ガス供給ライン１１０上に設けられた都市ガス流量調整弁１１３の開度を制御することにより、バイオガス供給ライン１０８を流れるバイオガスＧ１に混合可能である。このように、バイオガスＧ１に対する都市ガスＧ２の供給量を調整することで、バイオガスＧ１に含まれるメタン供給量を都市ガスＧ２によって調整することができる。

[0015] バイオガスＧ１と都市ガスＧ２との混合ガスは、前処理装置１０６によって前処理が施される。前処理は、混合ガスがバイオガス利用メタネーションシステム１００に適した被処理ガスＧに精製するための処理である。例えば、前処理装置１０６は、混合ガスに対して脱硫処理を実施することで、混合ガスに含まれる硫黄成分を脱硫することで、被処理ガスＧを精製する。

[0016] バイオガス利用メタネーションシステム１００は、固体酸化物形燃料電池１１４と、水素生成装置１１６と、メタネーション装置１１８と、貯蔵装置１２０と、システム制御部１２２と、を備える。

[0017] 固体酸化物形燃料電池１１４は、燃料ガスと酸化性ガスとを化学反応させることにより発電する発電デバイスであり、優れた発電効率及び環境対応等の特性を有している。固体酸化物形燃料電池１１４は、燃料極１１４ａと、電解質１１４ｂと、空気極１１４ｃとを備える。

[0018] 燃料極１１４ａは、Ｎｉとジルコニア系電解質材料との複合物で構成され、例えば、Ｎｉ／ＹＳＺが用いられる。この場合、燃料極１１４ａは、燃料極１１４ａの成分であるＮｉが、燃料ガスとして供給される被処理ガスＧに対して触媒作用を備える。この触媒作用では、固体酸化物形燃料電池１１４に供給された被処理ガスＧに含まれる、メタンと、排燃料ガスおよびメタン精製装置から回収された水蒸気を反応させ、水素（H_2）と一酸化炭素（ＣＯ）に改質する。また燃料極１１４ａは、改質により得られる水素（H_2）及び一酸化炭素（ＣＯ）と、固体電解質１１４ｂを介して空気極１１４ｃから供給される酸素イオン（O^{2-}）とを固体電解質１１４ｂとの界面付近において電気化学的に反応させて水（H_2O）及び二酸化炭素（CO_2）を生成する。このような反応を経た燃料極１１４ａからの排燃料ガスは、第１排燃料ガスライン１１７を介して排出される。

[0019] 電解質１１４ｂは、ジルコニアセラミックスなどのセラミックスが用いられる。この電解質１１４ｂは、空気極１１４ｃで生成される酸素イオン（O^{2-}）を燃料極１１４ａに移動させるものである。

[0020] 空気極１１４ｃは、例えば、ＬａＳｒＭｎO_3系酸化物、又はＬａＣｏO_3系酸化物で構成される。この空気極１１４ｃは、電解質１１４ｂとの界面付近において、供給される空気等の酸化性ガス中の酸素が還元され酸素イオン（O^{2-}）を生成するものである。空気極１１４ｃで酸素イオンを電解質１１４ｂへ供給した残りの排酸化性ガスは、酸化性ガス排出部１０３から外部に排出可能である。

[0021] 固体酸化物形燃料電池１１４は、燃料極１１４ａからの排燃料ガスと、空気極１１４ｃからの排酸化性ガスが独立して外部に取り出すことが可能に構成されてもよい。具体的には、燃料極１１４ａからの排燃料ガスは、第１排

燃料ガスライン１１７を介して取り出し可能であり、空気極１１４ｃからの排酸化性ガスは、酸化性ガス排出部１０３から取り出し可能である。本実施形態では前述のように、空気極１１４ｃにおいて酸化性ガス中の酸素は固体酸化物形燃料電池の電解質１１４ｂ中を酸素イオンとして燃料極１１４ａ側に移動し、燃料極１１４ａでは被処理ガスＧ中のメタンや改質反応により生成した一酸化炭素と反応して排燃料ガス中に二酸化炭素を生成するため、原理的に通常の燃焼設備の排ガスに比べ排燃料ガス中の二酸化炭素の濃度が高くなる。一方、排燃料ガスと排酸化性ガスをスタック内部で燃焼させる、いわゆるシールを行わない固体酸化物形燃料電池では、排燃料ガス中に酸化性ガス中の窒素が混入するため二酸化炭素の濃度が希釈される。シールを行わない固体酸化物形燃料電池やガスエンジンの排ガスでは、二酸化炭素が数％、窒素が約８０％含まれるが、シールを行う当該固体酸化物形燃料電池では、二酸化炭素の濃度が３５～４５％と高い。本実施形態では、燃料極１１４ａからの排燃料ガスにおける二酸化炭素の濃度が高いため二酸化炭素の回収に要する動力が低減され、後述するように排燃料ガスに含まれる二酸化炭素の有効活用を効果的に行うことができる。

[0022] 固体酸化物形燃料電池１１４のうち燃料極１１４ａには、燃料ガスとして、前述の被処理ガスＧ、又は、メタネーション装置１１８で生成されたメタンの少なくとも一方が供給される。燃料ガスにおける被処理ガスＧと、メタネーション装置１１８で生成されたメタンとの割合は、後述するように運用パターンによって可変である。また固体酸化物形燃料電池１１４のうち空気極１１４ｃには、燃料ガスと反応させるための酸化性ガスとして、酸化性ガス供給源１１１からの酸化性ガス（空気）又は水素生成装置１１６で水素を生成する際に副産物として生成される酸素の両方又は少なくとも一方が酸化性ガス供給ライン１４８を介して供給される。

[0023] 固体酸化物形燃料電池１１４では、これら燃料ガス及び酸化性ガスを反応させることで発電を行う。固体酸化物形燃料電池１１４で発電された電力は、電力需要に応じて、固体酸化物形燃料電池１１４の出力端（破線で図示）

から送電回路１１５を介して外部の電力系統（例えば所内電力系統や商用電力系統）に供給可能に構成されている。

[0024] 尚、固体酸化物形燃料電池１１４の詳細構造については公知の例に従い、本願明細書では省略することとする。

[0025] 固体酸化物形燃料電池１１４のうち燃料極１１４ａから排出される排燃料ガスには、発電反応の生成物である二酸化炭素や水、及び、発電反応で消費されなかったメタン、一酸化炭素、水素が含まれる。燃料極１１４ａから排出された排燃料ガスは、第１排燃料ガスライン１１７を介してドライヤ１１９に導入され、排燃料ガスに含まれる水分が除去される。ドライヤ１１９で除去された水分は、水分回収器１２１によって回収されることで、後述する生成メタン供給ライン１２４を流れるメタンの改質用蒸気として用いられるとともに、純水タンク１３０に貯留される。

尚、空気極１１４ｃから排出される排酸化性ガスは二酸化炭素を含んでおらず、クリーンなガスとして酸化性ガス排出部１０３から外部に排出可能である。

[0026] ドライヤ１１９によって水分が除去された排燃料ガスは、リサイクルガス圧縮機１３２によって二酸化炭素回収装置１３４に導入される。二酸化炭素回収方法には吸収剤を用いた化学吸収法（アミン吸収液など）や吸着剤を用いた物理吸収法（ＰＳＡやＴＳＡなど）、膜分離法、深冷分離法など様々な方式があるが、処理量や排燃料ガス中の二酸化炭素濃度、供給圧力、温度などの条件により適切な方法が選択される。二酸化炭素回収装置１３４は、排燃料ガスに含有される二酸化炭素の少なくとも一部を回収可能であり、その回収量は、後述する運用パターンによって可変である。

[0027] 二酸化炭素回収装置１３４で回収された二酸化炭素は、二酸化炭素貯蔵ライン１３６を介して貯蔵装置１２０に貯蔵される。貯蔵装置１２０は、例えば、二酸化炭素を貯蔵可能なタンク設備であり、システム内で二酸化炭素が過剰になった際の最大量を貯蔵可能な容量を有する。そのため、システム内で二酸化炭素が過剰になった場合であっても、二酸化炭素の過剰分を貯蔵装

置１２０に貯蔵でき、外部に対して排出されない。また二酸化炭素回収装置１３４で二酸化炭素が回収された後の排燃料ガスは、第２排燃料ガスライン１３５を介して固体酸化物形燃料電池１１４に戻されるように構成される。

尚、貯蔵装置１２０に貯蔵される二酸化炭素は、食品用原料や石鹸、コンクリート注入、ドライアイス、ボイラ中和水などの工業用ガスとして適宜外部に取り出し可能である。

[0028] 貯蔵装置１２０は、貯蔵ガス供給ライン１３８を介して、メタネーション装置１１８に接続されている。貯蔵ガス供給ライン１３８には貯蔵ガス供給量調整弁１３９が設けられており、貯蔵ガス供給量調整弁１３９の開度を制御することで、貯蔵装置１２０に貯蔵された二酸化炭素をメタネーション反応に必要な量をメタネーション装置１１８に供給されるように構成されている。

[0029] メタネーション装置１１８では、貯蔵ガス供給ライン１３８を介して導入される二酸化炭素と、水素生成装置１１６から水素供給ライン１４０を介して供給される高純度の水素とを反応させることでメタネーション処理を行うことで、二酸化炭素と水素からメタンを生成する。メタネーション処理は、以下の化学反応式で表される直接法が用いられてもよいし、間接法が用いられてもよい。

（直接法）

$CO_2+4H_2\rightarrow CH_4+2H_2O-39.4kcal/mol$

（間接法）

$CO_2+H_2\rightarrow CO+H_2O+9.8kcal/mol$

$CO+3H_2\rightarrow CH_4+H_2O-49.3kcal/mol$

[0030] メタネーション装置１１８で生成されたメタンは、メタン精製装置１４２に導入される。メタン精製装置１４２は、メタネーション装置１１８で生成されたメタンを精製することにより高純度なメタンを精製する。メタン精製装置１４２で精製されたメタンは、メタン排出ライン１４４を介して化学原料として外部に取り出すことができる。また、精製後の残りのオフガスはメ

タン供給ライン１２４を介して固体酸化物形燃料電池１１４に燃料ガスとして供給されてもよい。尚、生成メタン供給ライン１２４を介して固体酸化物形燃料電池１１４に供給されるメタンと、メタン排出ライン１４４を介して外部に取り出されるメタンとの割合は、後述するように運用パターンによって可変である。

[0031] 水素生成装置１１６は、再生可能エネルギ発電装置の電力又は余剰電力１４６を用いて水素を生成可能なデバイスであり、具体的には、純水タンク１３０に貯留された純水を再生可能エネルギ発電装置の電力又は余剰電力１４６を用いて水電解することで、水素を生成する。尚、再生可能エネルギ発電装置は、再生可能エネルギを用いて二酸化炭素の排出を伴わない方式で発電可能であり、余剰電力は例えば原子力発電や水力発電のように二酸化炭素の排出を伴わない方式で発電可能であり、これらで発電された電力を水素生成装置１１６で利用することで、本システムにおける二酸化炭素の排出量を低減するために効果的である。また再生可能エネルギ発電装置は季節的又は時間帯的に発電量が変動するため、例えば、再生可能エネルギ発電装置における発電量だけでは水素生成装置１１６で必要な電力を賄うことが難しい場合には、余剰電力を利用することで不足分をカバーすることができる。

[0032] 水素生成装置１１６は、水電解処理によって生成した水素を、水素供給ライン１４０を介してメタネーション装置１１８に供給するとともに、水電解処理で副産物として生成される酸素を、酸化性ガス供給ライン１４８を介して、固体酸化物形燃料電池１１４に酸化性ガスとして供給してもよい。これにより、酸化性ガスに含まれる酸素濃度が上昇することで固体酸化物形燃料電池１１４の発電性能が向上する。

[0033] 尚、純水タンク１３０は純水供給ライン１４５を介して水素生成装置１１６に接続されている。純水供給ライン１４５には純水供給量調整弁１４７が設けられており、純水供給量調整弁１４７の開度を制御することにより、水素生成装置１１６への純水の供給量を調整できるようになっている。

[0034] システム制御部１２２は、例えば、バイオガス利用メタネーションシステ

ム１００を構成する上記各要素の制御を行うためのコントロールユニットである。システム制御部１２２は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　ＰｒｏｃｅｓｓｉｎｇＵｎｉｔ）、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体等から構成されている。そして、各種機能を実現するための一連の処理は、一例として、プログラムの形式で記憶媒体等に記憶されており、このプログラムをＣＰＵがＲＡＭ等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能が実現される。なお、プログラムは、ＲＯＭやその他の記憶媒体に予めインストールしておく形態や、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供される形態、有線又は無線による通信手段を介して配信される形態等が適用されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、半導体メモリ等である。

[0035] システム制御部１２２は、バイオガス利用メタネーションシステム１００に供給される被処理ガスＧの供給量Ｑｓを検出するための被処理ガス供給量検出部１２２ａと、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａを検出するための再生可能エネルギ電力検出部１２２ｂと、被処理ガス供給量検出部１２２ａ及び再生可能エネルギ電力検出部１２２ｂの検出結果によって特定される運用条件に基づいて、バイオガス利用メタネーションシステム１００の各構成要素を制御するための制御部１２２ｃと、を備える。

[0036] 被処理ガス供給量検出部１２２ａは、被処理ガス供給ライン１０２に設置された供給量センサ１５０の検出値を取得することにより、バイオガス利用メタネーションシステム１００に対する被処理ガスＧの供給量Ｑｓを検出する。また被処理ガス供給量検出部１２２ａは、供給量センサ１５０のような測定デバイスの測定結果に代えて、又は、加えて、例えばバイオガスＧ１の供給源であるビール工場（バイオガス供給源１０４）の稼働計画に関するデータやビール工場における生産量に影響を与える気象情報のような環境因子に関するデータに基づいて、バイオガス供給源１０４からのバイオガスＧ１

の供給量から、被処理ガスＧの供給量Ｑｓをフィードフォワード的に推定した結果を用いてもよい。

[0037] 再生可能エネルギ電力検出部１２２ｂは、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａを検出する。電力Ｐａは、例えば、再生可能エネルギ発電装置１４６に設けられた電力センサ１５２で検出されるある時間における平均電力量として求められる。

[0038] システム制御部１２２によるバイオガス利用メタネーションシステム１００の制御は、被処理ガス供給量検出部１２２ａ及び再生可能エネルギ電力検出部１２２ｂの検出結果によって特定される運用条件に基づいて、幾つかの運用パターンに分類される。図２は図１のバイオガス利用メタネーションシステム１００の運用パターンの例を運用条件ごとに示す図である。本実施形態では、バイオガス利用メタネーションシステム１００の運用パターンは、第１運用パターンＰ１～第４運用パターンＰ４を含む。

[0039] 第１運用パターンＰ１は、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが多く、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが被処理ガスＧの供給量Ｑｓに対して多い運転条件に対応する運用パターンである。すなわち、第１運用パターンＰ１では、ニュートラルな運転条件（例えば、被処理ガスＧの供給量Ｑｓ及び再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが年間平均値である場合）に対して、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが増加し、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが増加した場合に選択される。このような運転条件は、例えば、ビール工場におけるビール生産量が増加することで被処理ガスＧの排出量が増加し、日照時間が長くなることにより太陽エネルギなどの再生可能エネルギが増加する「夏季の日中」に相当する。

[0040] 第１運用パターンＰ１では、制御部１２２ｃは、電力Ｐａの変動量に対応するように固体酸化物形燃料電池１１４を制御するとともに、メタネーション装置１１８の運転負荷を増加するように制御する。この場合、被処理ガスＧの供給量Ｑｓと再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａの双方が豊富に存在する。そのため固体酸化物形燃料電池１１４は、比較的大きな電力需

要を賄うとともに、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａの変動を吸収するように発電を行うことができる。またメタネーション装置１１８の運転負荷を増加させることで、供給量が増加する被処理ガスに含有される二酸化炭素や、貯蔵装置１２０に蓄えられた二酸化炭素をメタネーション処理し、メタンを増産する。この場合、貯蔵装置１２０内の二酸化炭素はメタネーション処理しメタンとして外部へ供給され、電力Ｐａが減少する場合においても発生する二酸化炭素は一時的に貯蔵装置１２０に貯蔵可能となり、外部に排出されることはない。

[0041] 第２運用パターンＰ２は、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが多く、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが少ない運転条件に対応する運用パターンである。すなわち、第２運用パターンＰ２では、ニュートラルな運転条件（例えば被処理ガスＧの供給量Ｑｓや再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが年間平均値である場合）に対して、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが増加し、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが減少した場合に選択される。このような運転条件は、例えば、ビール工場におけるビール生産量が増加することで被処理ガスＧの排出量が増加するものの、日照時間が短くなることにより太陽エネルギなどの再生可能エネルギが減少する「冬季の夜間」に相当する。

[0042] 第２運用パターンＰ２では、制御部１２２ｃは、固体酸化物形燃料電池１１４の発電量を電力需要に対応して制御するとともに、水素生成装置１１６の水素の生成量に対して過剰な二酸化炭素が貯蔵装置１２０に貯蔵されるように制御する。この場合、被処理ガスＧの供給量Ｑｓに対して再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが不足しているため、水素生成装置１１６における水素の生成量が、メタネーション装置１１８でシステム内の二酸化炭素を全量処理するために必要な量に満たない。そのため、システム内で過剰な二酸化炭素（すなわちメタネーション処理しきれない二酸化炭素）を一時的に貯蔵装置１２０に貯蔵することで、外部への排出が防止される。一方で、固体酸化物形燃料電池１１４では電力需要に応じた範囲で必要最小限の発

電を行うことで二酸化炭素を含む排燃料ガスを削減し、システム内で過剰になる二酸化炭素の量を抑制する。

[0043] また第２運用パターンＰ２では、再生可能エネルギ発電装置による発電量が少なくなるため、再生可能エネルギ装置に代えて又は加えて余剰電力を利用することで、水素生成装置１１６において貯蔵装置１２０に貯蔵された二酸化炭素からメタネーションに必要な水素を生成することができる。このように再生可能エネルギ装置の発電量が少ない状況下においても、余剰電力によって二酸化炭素の処理が可能となるため、貯蔵装置１２０に貯蔵される二酸化炭素の容量が過大になることがない。すなわち、貯蔵装置１２０に要求される二酸化炭素の貯蔵容量を抑えることができるため、貯蔵装置１２０をコンパクトにすることができる。

[0044] 尚、第２運用パターンＰ２において貯蔵装置１２０に一時的に貯蔵された二酸化炭素は、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが回復することで水素生成装置１１６における水素の生成量が増加した際に、メタネーション装置１１８においてメタネーション処理することで、外部への二酸化炭素ガスの排出を伴うことなく、メタンを生産することができる。また、回収された二酸化炭素は食品用原料や石鹸、コンクリート注入、ドライアイス、ボイラ中和水などの工業用ガスとして大気放出せずに外部へ取り出し利用することも可能である。

[0045] 第３運用パターンＰ３は、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが少なく、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが多い運転条件に対応する運用パターンである。すなわち、第３運用パターンＰ３では、ニュートラルな運転条件（例えば被処理ガスＧの供給量Ｑｓや再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが年間平均値である場合）に対して、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが減少し、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが増加した場合に選択される。このような運転条件は、例えば、ビール工場におけるビール生産量が減少することで被処理ガスＧの排出量が減少するとともに、日照時間が長くなることにより太陽エネルギなどの再生可能エネルギが増加する

「春季や秋季の日中」に相当する。

[0046] 第３運用パターンＰ３では、制御部１２２ｃは、固体酸化物形燃料電池１１４及びメタネーション装置１１８の運転負荷が減少するように制御する。この場合、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが被処理ガスＧの供給量Ｑｓに対して十分多く存在するため、水素生成装置１１６ではシステム内の二酸化炭素の全量をメタネーション処理するために必要な水素を賄うことができる。そのため、被処理ガスＧに含有される二酸化炭素や、少ない運転負荷で運転される固体酸化物形燃料電池１１４からの排燃料ガスに含まれる二酸化炭素の全量は、メタネーション装置１１８においてメタネーション処理することができ、外部に対して二酸化炭素が排出されることはない。

[0047] 第４運用パターンＰ４は、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが少なく、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが少ない運転条件に対応する運用パターンである。すなわち、第４運用パターンＰ４では、ニュートラルな運転条件（例えば被処理ガスＧの供給量Ｑｓや再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが年間平均値である場合）に対して、被処理ガスＧの供給量Ｑｓが減少し、且つ、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが減少した場合に選択される。このような運転条件は、例えば、ビール工場におけるビール生産量が減少することで被処理ガスＧの排出量が減少するとともに、日照時間が短くなることにより太陽エネルギなどの再生可能エネルギが減少する「春季や秋季の夜間」に相当する。

[0048] 第４運用パターンＰ４では、制御部１２２ｃは、固体酸化物形燃料電池１１４の発電量を電力需要に応じて制御するとともに、水素生成装置１１６の水素の生成量に対して過剰な二酸化炭素が貯蔵装置１２０に一時的に貯蔵されるように制御する。この場合、固体酸化物形燃料電池１１４では電力需要に応じて排燃料ガスが排出されるが、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが少ないため水素生成装置１１６ではシステム内にある二酸化炭素の全量をメタネーション処理するために必要な水素を賄うことができず、システム内に過剰な二酸化炭素が生じる。このようなシステム内で過剰な二酸化

炭素は貯蔵装置１２０に一時的に貯蔵されることで、外部への排出が防止される。

[0049] 尚、第４運用パターンＰ４において貯蔵装置１２０に貯蔵された二酸化炭素は、再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが回復することで水素生成装置１１６における水素の生成量が増加した際や余剰電力により水素生成装置１１６の生成量を増加させ、メタネーション装置１１８においてメタネーション処理することで、外部への二酸化炭素ガスの排出を伴うことなく、メタン化することができる。また、回収された二酸化炭素は食品用原料や石鹸、コンクリート注入、ドライアイス、ボイラ中和水などの工業用ガスとして大気放出せずに外部へ取り出し利用することも可能である。

[0050] 以上説明したようにバイオガス利用メタネーションシステム１００は、被処理ガスＧの供給量Ｑｓ及び再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａによって規定される運用条件に基づく運用パターンで制御される。これにより、被処理ガスＧの供給量Ｑｓや再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐａが変動した場合においても、二酸化炭素ガスの外部への排出を伴わないメタンの生産と高効率でクリーンかつフレキシブルな発電が可能である。

[0051] 続いて上述のバイオガス利用メタネーションシステム１００の他の実施形態について説明する。図３は他の実施形態に係るバイオガス利用メタネーションシステム１００´の全体構成図である。バイオガス利用メタネーションシステム１００´は、前述のバイオガス利用メタネーションシステム１００と主要構成を共通としているが、システム内における構成要素のレイアウトが少なくとも部分的に異なる。以下の説明では、前述のバイオガス利用メタネーションシステム１００と対応する構成については共通の符号を付し、重複する説明は適宜省略して述べる。

[0052] バイオガス利用メタネーションシステム１００´が備えるメタネーション装置１１８には、被処理ガス供給ライン１０２を介して被処理ガスＧが供給される。被処理ガスＧは、前述のようにビール工場から排出されるバイオガスＧ１であり、メタン及び二酸化炭素を含有する。またメタネーション装置

１１８には、貯蔵ガスライン１３８を介して二酸化炭素が導入される。このようにメタネーション装置１１８に導入される二酸化炭素は、水素生成装置１１６から水素供給ライン１４０を介して供給される水素と反応させることでメタネーション処理され、メタン生成が行われる。

[0053] メタネーション装置１１８で生成されたメタンは、メタン精製装置１４２に導入されることにより精製される。メタン精製装置１４２で生成されたメタンの少なくとも一部は化学原料として外部へ供給可能であり、オフガスは生成メタン供給ライン１２４を介して固体酸化物形燃料電池１１４に供給可能に構成される。固体酸化物形燃料電池１１４では、燃料ガスとして、固体酸化物形燃料電池１１４の燃料極１１４ａから排出される排燃料ガスから水分および二酸化炭素の少なくとも一部が回収された排燃料ガス、又は、メタン精製装置１４２から生成メタン供給ライン１２４を介してメタンを主成分とするオフガスが導入される。また固体酸化物形燃料電池１１４の空気極１１４ｃには、燃料ガスと反応させるための酸化性ガスとして、酸化性ガス供給源１１１からの酸化性ガス（空気）又は水素生成装置１１６で水素を生成する際に副産物として生成される酸素の両方または少なくとも一方が酸化性ガス供給ライン１４８を介して導入される。

[0054] 固体酸化物形燃料電池１１４では、これら燃料ガス及び酸化性ガスを反応させることで発電を行う。固体酸化物形燃料電池１１４で発電された電力は、電力需要に応じて、固体酸化物形燃料電池１１４の出力端（破線で図示）から送電回路１１５を介して外部の電力系統（例えば商用電力系統）に供給可能に構成されている。

[0055] メタン精製装置１４２は、メタネーション装置１１８で生成されたメタンを精製することにより高純度なメタンを精製する。メタン精製装置１４２で精製されたメタンは、メタン排出ライン１４４を介して化学原料として外部に取り出すことができる。また、精製後の残りのオフガスは生成メタン供給ライン１２４を介して固体酸化物形燃料電池１１４の燃料極１１４ａに燃料ガスとして供給される。

[0056] 固体酸化物形燃料電池１１４の燃料極１１４ａから排出される排燃料ガスは、第１排燃料ガスライン１１７を介してドライヤ１１９に導入され、排燃料ガスに含まれる水分が除去される。ドライヤ１１９で除去された水分は、水分回収器１２１によって回収され、一部は第２排燃料ガスライン１３５を流れるメタンの改質用蒸気として用いられるとともに、純水タンク１３０に貯留され水素発生装置に供給される。

[0057] ドライヤ１１９によって水分が除去された排燃料ガスは、リサイクルガス圧縮機１３２によって二酸化炭素回収装置１３４に導入される。二酸化炭素回収方法には吸収剤を用いた化学吸収法（アミン吸収液など）や吸着剤を用いた物理吸収法（ＰＳＡやＴＳＡなど）、膜分離法、深冷分離法など様々な方式があるが、処理量や排燃料ガス中の二酸化炭素濃度、供給圧力、温度などの条件により適切な方法が選択される。二酸化炭素回収装置１３４は、排燃料ガスに含有される二酸化炭素の少なくとも一部を回収可能であり、その回収量は、前述した運用パターンによって可変である。二酸化炭素回収装置１３４で回収された二酸化炭素は二酸化炭素貯蔵ライン１３６を介して二酸化炭素貯蔵装置に貯蔵される。少なくとも一部の二酸化炭素を回収された排燃料ガスは、第２排燃料ガスライン１３５を介して固体酸化物形燃料電池１１４の燃料極１１４ａに導入され再利用される。

[0058] 上記構成を有するバイオガス利用メタネーションシステム１００´においても、システム制御部１２２は、被処理ガス供給量検出部１２２ａ及び再生可能エネルギ電力検出部１２２ｂの検出結果によって特定される運用条件に基づいて、制御部１２２ｃがバイオガス利用メタネーションシステム１００´の各構成要素を制御する。バイオガス利用メタネーションシステム１００´は、前述のバイオガス利用メタネーションシステム１００（図１を参照）と各構成要素のレイアウトが少なくとも部分的に異なっているが、図２を参照して前述した４つの運用パターンを運用条件に基づいて同様に制御可能である。これによりバイオガス利用メタネーションシステム１００´においても、被処理ガスＧの供給量Ｑｓや再生可能エネルギ発電装置１４６の電力Ｐ

ａが変動した場合においても、二酸化炭素ガスの排出を伴わない高効率でクリーンな発電が可能である。

[0059] その他、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態を適宜組み合わせてもよい。

[0060] 上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

[0061] （１）一態様に係るバイオガス利用メタネーションシステムは、

メタン及び二酸化炭素を含有する被処理ガスを燃料ガスとして用いることにより発電可能な固体酸化物形燃料電池と、

再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、

前記固体酸化物形燃料電池の排燃料ガスに含まれる二酸化炭素と、前記水素生成装置で生成された前記水素とを用いてメタネーション処理することでメタンを生成し、当該メタンを化学原料として生産、又は、前記燃料ガスとして前記固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタネーション装置と、

前記メタメーション装置で生成されたメタンガスを精製し、当該メタンの少なくとも一部を化学原料として外部へ供給可能であると共にオフガスを前記固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタン精製装置と、

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記メタネーション装置に供給される前記二酸化炭素の少なくとも一部を貯蔵可能な貯蔵装置と、

を備える。

[0062] 上記（１）の態様によれば、メタン及び二酸化炭素を含有する被処理ガスを、固体酸化物形燃料電池の燃料ガスとして使用し、燃料排ガス中の二酸化炭素を回収し再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて生成された水素ガスとメタネーション装置でメタンを生成し、化学原料として外部に提供すると共にメタン精製装置のオフガスを固体酸化物形燃料電池の燃料ガスとして再使用することで、外部への二酸化炭素の排出が抑制される。

[0063] また再生可能エネルギ発電装置の電力は日照条件や気象条件などによって変動するが、電力の変動による影響は、固体酸化物形燃料電池、水素生成装置、及び、メタネーション装置の動作バランスを調整することで吸収される。これにより、コスト的に不利な大容量バッテリのような蓄電設備を用いることなく、バイオガスの発生量や再生可能エネルギの電力の変動に対応することが可能である。

[0064] またメタネーション装置の処理能力に対してシステム内の二酸化炭素が過剰になった場合には、二酸化炭素を貯蔵装置に貯蔵することができる。これにより、メタネーション装置の処理能力に余裕が生じた際に、貯蔵装置に貯蔵された二酸化炭素をメタネーション処理することが可能となり、一時的にシステム内の二酸化炭素が過剰になったとしても、貯蔵装置に二酸化炭素をバッファ的に貯蔵することで、外部に二酸化炭素を排出することがないクリーンなバイオガス利用メタネーションシステムを実現できる。特に、メタネーション反応において二酸化炭素は水素に比べて必要なモル数が少ないため、貯蔵装置への貯蔵対象として二酸化炭素を選択することで、貯蔵装置の容量を少なくでき、よりコンパクトな構成で上記システムを構築することができる。

[0065] （２）一態様に係るバイオガス利用メタネーションシステムは、

再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、

メタン及び二酸化炭素ガスを含有する被処理ガスと前記水素生成装置で生成された前記水素とをメタネーション処理することでメタンを生成するメタネーション装置と、

前記メタメーション装置で生成されたメタンガスを精製し、当該メタンの少なくとも一部を化学原料として外部へ供給可能であると共にオフガスを固体酸化物形燃料電池に供給可能な前記メタン精製装置と、

前記メタン精製装置のオフガスを用いて発電可能な前記固体酸化物形燃料電池と、

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記メタネーション装置に供給される前記二酸化炭素の少なくとも一部を貯蔵可能な貯蔵装置と、

を備える。

[0066] 上記（２）の態様によれば、被処理ガスに含まれる二酸化炭素ガスを、再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて生成された水素ガスとメタネーション処理することでメタンガスを生成することで、被処理ガスの有効利用が可能となる。このように生成されたメタンガスは、化学原料として外部に供給したり、精製オフガスを固体酸化物形燃料電池に燃料ガスとして供給可能である。

[0067] また再生可能エネルギ発電装置の電力は日照条件や気象条件などによって変動するが、電力の変動による影響は、固体酸化物形燃料電池、水素生成装置、及び、メタネーション装置の動作バランスを調整することで吸収される。これにより、コスト的に不利な大容量バッテリのような蓄電設備を用いることなく、再生可能エネルギの電力の変動に対応することが可能である。

[0068] またメタネーション装置の処理能力に対してシステム内の二酸化炭素が過剰になった場合には、二酸化炭素を貯蔵装置に貯蔵することができる。これにより、メタネーション装置の処理能力に余裕が生じた際に、貯蔵装置に貯蔵された二酸化炭素をメタネーション処理することが可能となり、一時的にシステム内の二酸化炭素が過剰になったとしても、貯蔵装置に二酸化炭素をバッファ的に貯蔵することで、外部に二酸化炭素を排出することがないクリーンなバイオガス利用メタネーションシステムを実現できる。特に、メタネーション反応において二酸化炭素は水素に比べて必要なモル数が少ないため、貯蔵装置への貯蔵対象として二酸化炭素を選択することで、貯蔵装置の容量を少なくでき、よりコンパクトな構成で上記システムを構築することができる。

[0069] （３）他の態様では上記（１）又は（２）の態様において、

前記貯蔵装置は前記固体酸化物形燃料電池の排燃料ガスから回収した二酸

化炭素を貯蔵可能であり、流量調整弁が設けられた貯蔵ガス供給ラインを介して前記メタネーション装置に接続されると共に二酸化炭素を食品用原料又は工業用ガスとして外部への供給可能である。

[0070] 上記（３）の態様によれば、貯蔵装置は貯蔵ガス供給ラインを介してメタネーション装置に接続される。貯蔵ガス供給ラインには流量調整弁が設けられており、流量調整弁の開度を制御することによって、貯蔵装置に貯蔵された二酸化炭素を任意のタイミングでメタネーション装置に供給することができる。これにより、メタネーション装置の処理能力すなわち水素供給能力に余裕が生じたタイミングで、貯蔵装置に貯蔵された二酸化炭素を貯蔵ガス供給ラインを介してメタネーション装置に供給することで、一時的にシステム内で過剰になった二酸化炭素を外部に排出することなく、メタンに変換することが可能であると共に二酸化炭素を食品用原料や工業用ガスとして利用可能となる。

[0071] （４）他の態様では上記（１）から（３）のいずれか一態様において、

前記再生可能エネルギ発電装置の電力が不足した場合に、前記固体酸化物形燃料電池で発電された電力及び余剰電力を前記水素生成装置に供給可能である。

[0072] 上記（４）の態様によれば、再生可能エネルギ発電装置の電力が変動することによって水素生成装置において水素の生成に必要な電力が不足した場合には、固体酸化物形燃料電池で発電された電力を供給することで補うことができ、また長期間にわたって再生可能エネルギ発電装置の電力が不足する場合は原子力・水力などの余剰電力を受け入れることで水素の生成に必要な電力を賄うことができる。

[0073] （５）他の態様では上記（１）から（４）のいずれか一態様において、

前記水素発生装置で生成された酸素を前記固体酸化物形燃料電池の酸化性ガスの一部として供給可能である。

[0074] 上記（５）の態様によれば、水素発生装置で水素を生成する際に生じる酸素を、固体酸化物形燃料電池に供給される酸化性ガスの一部として有効利用

できる。

[0075] （６）他の態様では上記（１）から（５）のいずれか一態様において、

前記被処理ガスにメタンを供給可能なメタン供給源を更に備える。

[0076] 上記（６）の態様によれば、メタンガス供給源によって被処理ガスにメタンを供給することで、被処理ガス中のメタン供給量を調整することで電力の需要に応じて安定したシステムの運用が可能となる。

[0077] （７）他の態様では上記（１）から（６）のいずれか一態様において、

前記固体酸化物形燃料電池は排燃料ガスと排酸化性ガスが独立して外部に取り出すことが可能である。

[0078] 尚、本開示においては、燃料電池として排燃料ガスと排酸化性ガスとを独立して取り出すことが可能な固体酸化物形燃料電池を利用することで、上記システムを実現できる。この場合、酸化性ガス中の酸素は固体酸化物形燃料電池の電解質中を酸素イオンとして燃料側に移動するため燃料中のメタンや一酸化炭素と反応して排燃料中に二酸化炭素を生成するため、原理的に通常の燃焼設備の排ガスに比べ二酸化炭素の濃度が高くなる。一方、排燃料と排酸化性ガスをスタック内部で燃焼させる、シールを行わない固体酸化物形燃料電池では排燃料ガスが空気中の窒素により希釈されるため二酸化炭素濃度は１／１０程度に低下する。

また燃料電池として固体高分子形燃料電池（ＰＥＦＣ：Ｐｏｌｙｍｅｒ Ｅｌｅｃｔｒｏｌｙｔｅ Ｆｕｅｌ Ｃｅｌｌ）、リン酸形燃料電池（ＰＡＦＣ：Ｐｈｏｓｐｈｏｒｉｃ Ａｃｉｄ Ｆｕｅｌ Ｃｅｌｌ）のような他のデバイスを用いる場合は予めメタンを水素に改質する必要があり、この際に改質装置の加熱用バーナから二酸化炭素が発生するため本システムのメリットを享受できない。またガスエンジンなどのデバイスを用いる場合は酸素燃焼を行う必要があり、水電解装置で発生する酸素を使用するか別途酸素製造装置が必要となるためシステムの運用性やエネルギ効率が低下することが避けられない。

[0079] （８）他の態様では上記（１）から（７）のいずれか一態様において、

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記固体酸化物形燃料電池、前記水素生成装置、前記メタネーション装置、若しくは、前記貯蔵装置の少なくとも一部を制御するためのシステム制御部を更に備える。

[0080] 上記（８）の態様によれば、前述のバイオガス利用メタネーションシステムの各構成は、被処理ガスの供給量、又は、再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて制御される。これにより、被処理ガスの供給量や再生可能エネルギの電力が変動した場合においても、それぞれの動作バランスを調整することで、二酸化炭素の排出を抑制したクリーンなバイオガス利用メタネーションシステムを実現できる。

[0081] （９）他の態様では上記（８）の態様において、

前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が増加し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が増加した場合、前記電力の変動量に対応して前記固体酸化物形燃料電池を制御するとともに、前記メタネーション装置の運転負荷を増加するように制御する。

[0082] 上記（９）の態様によれば、被処理ガスの供給量と再生可能エネルギ発電装置の電力の双方が豊富に存在する場合には、固体酸化物形燃料電池は比較的大きな電力需要を賄うとともに、再生可能エネルギ発電装置の電力の変動を吸収するように発電を行う。またメタネーション装置の運転負荷を増加させることで、供給量が増加する被処理ガスに含有される二酸化炭素や、固体酸化物形燃料電池の排燃料ガスに含有される二酸化炭素の全量をメタネーション処理することで二酸化炭素の外部への排出を防止するとともに、メタンを増産し化学原料として供給することでシステム運用の経済的利点を高めることができる。

[0083] （１０）他の態様では上記（８）又は（９）の態様において、

前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が増加し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が減少した場合、前記固体酸化物形燃料電池の発電量を電力需要に対応して制御するとともに、前記水素生成装置の前記

水素の生成量に対して過剰な二酸化炭素が貯蔵されるように前記貯蔵装置を制御するとともに貯蔵装置の二酸化炭素の貯蔵量が許容量以上にならないよう余剰電力を利用する。

[0084] 上記（１０）の態様によれば、被処理ガスの供給量に対して再生可能エネルギ発電装置の電力が不足している場合には、水素生成装置における水素の生成量が、メタネーション装置でシステム内の二酸化炭素を全量処理するために必要な量に満たない。そのため、システム内で過剰な二酸化炭素（すなわちメタネーション処理しきれない二酸化炭素）を一時的に貯蔵装置に貯蔵することで、外部への排出が防止される。一方で、固体酸化物形燃料電池では電力需要に応じた範囲で必要最小限の発電を行うことで二酸化炭素を含む排燃料ガスを削減し、システム内で過剰になる二酸化炭素の量を抑制できる。貯蔵装置に貯蔵された二酸化炭素は、再生可能エネルギ発電装置の電力が回復することで水素生成装置における水素の生成量が増加した際に、メタネーション装置においてメタネーション処理することで、外部への二酸化炭素ガスの排出を伴うことなく、消費することができる。また長期間にわたって再生可能エネルギ発電装置の電力が不足する場合は外部から余剰電力を受け入れることで水素の生成に必要な電力を賄うことができる。このように二酸化炭素を電力供給のバッファとし活用することで再生可能エネルギ及び余剰電力と電力需要のアンバランスの調整機能を持たせることが可能になる。また、再生可能エネルギの電力量Ｐａが被処理ガスＧの供給量Ｑｓに対して大幅に少なく、二酸化炭素をシステム内に貯蔵できない場合は食品用原料や工業用ガスとして大気放出せずに外部へ取り出し利用することも可能である。

[0085] （１１）他の態様では上記（８）から（１０）のいずれか一態様において、

前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が減少し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が増加した場合、前記固体酸化物形燃料電池及び前記メタネーション装置を運転負荷が減少するように制御する。

[0086] 上記（１１）の態様によれば、再生可能エネルギ発電装置の電力が被処理ガスの供給量に対して十分多く存在する場合には、水素生成装置ではシステ

ム内の二酸化炭素の全量をメタネーション処理するために必要な水素を賄うことができる。そのため、被処理ガスに含有される二酸化炭素や、少ない運転負荷で運転される固体酸化物形燃料電池からの排燃料ガスに含まれる二酸化炭素の全量は、メタネーション装置においてメタネーション処理することができ、外部に対して二酸化炭素が排出されることはない。

[0087] （１２）他の態様では上記（８）から（１１）のいずれか一態様において、

前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が減少し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が減少した場合、メタンガス供給源から前記被処理ガスにメタンを供給し、前記固体酸化物形燃料電池の発電量を電力需要に応じて制御するとともに、前記水素生成装置の前記水素の生成量に対して過剰な二酸化炭素が貯蔵されるように前記貯蔵装置を制御する。

[0088] 上記（１２）の態様によれば、固体酸化物形燃料電池では電力需要に応じて発電することで排燃料ガスが排出されるが、再生可能エネルギ発電装置の電力が少ないため水素生成装置ではシステム内にある二酸化炭素の全量をメタネーション処理するために必要な水素を賄うことができず、システム内に過剰な二酸化炭素が生じる。このようなシステム内で過剰な二酸化炭素は貯蔵装置に貯蔵されることで、外部への排出が防止される。貯蔵装置に貯蔵された二酸化炭素は、再生可能エネルギ発電装置の電力が回復することで水素生成装置における水素の生成量が増加した際に、メタネーション装置においてメタネーション処理することで、外部への二酸化炭素ガスの排出を伴うことなく、消費することができる。また、再生可能エネルギの電力量Ｐａが被処理ガスＧの供給量Ｑｓに対して大幅に少なく、二酸化炭素をシステム内に貯蔵できない場合は食品用原料や工業用ガスとして大気放出せずに外部へ取り出し利用することも可能である。

[0089] （１３）他の態様では上記（１）から（１２）のいずれか一態様において、

前記被処理ガスはビール工場から排出されるバイオガスである。

[0090] 上記（１３）の態様によれば、被処理ガスとして、ビール工場から排出されるバイオガスが用いられる。ビール工場では季節によってビール生産量が

大きく変動するため、それに伴ってバイオガスの排出量も大きく変動するが、上記システムの各構成の動作バランスを調整することで、被処理ガスの供給量の変動をバッファ的に吸収しつつ、二酸化炭素の排出を伴わないクリーンな発電システムを実現できる。

[0091] （１４）他の態様では上記（１）から（１２）のいずれか一態様において、

前記被処理ガスは液化天然ガスが貯蔵されるタンク内に生じるボイルオフガスである。

[0092] 上記（１４）の態様によれば、被処理ガスとして、液化天然ガスが貯蔵されるタンク内にあるボイルオフガスが用いられる。ボイルオフガスは、タンクが置かれる環境や液化天然ガスの残量によって発生量が大きく変動するが、上記システムの各構成の動作バランスを調整することで、被処理ガスの供給量の変動をバッファ的に吸収しつつ、二酸化炭素の排出を抑制したクリーンな発電システムを実現できる。

符号の説明

[0093] １００ バイオガス利用メタネーションシステム

１０２ 被処理ガス供給ライン

１０４ バイオガス供給源

１０６ 前処理装置

１０８ バイオガス供給ライン

１１０ 都市ガス供給ライン

１１２ 都市ガス供給源

１１３ 都市ガス流量調整弁

１１４ 固体酸化物形燃料電池

１１５ 送電回路

１１６ 水素生成装置

１１７ 第１排燃料ガスライン

１１８ メタネーション装置

１１９ ドライヤ

１２０　貯蔵装置

１２１　水分回収器

１２２　システム制御部

１２２ａ　被処理ガス供給量検出部

１２２ｂ　再生可能エネルギ電力検出部

１２２ｃ　制御部

１２４　生成メタン供給ライン

１３０　純水タンク

１３２　リサイクルガス圧縮機

１３４　二酸化炭素回収装置

１３５　第２排燃料ガスライン

１３６　二酸化炭素貯蔵ライン

１３８　貯蔵ガス供給ライン

１３９　貯蔵ガス供給量調整弁

１４０　水素供給ライン

１４２　メタン精製装置

１４４　メタン排出ライン

１４５　純水供給ライン

１４６　再生可能エネルギ発電装置

１４７　純水供給量調整弁

１４８　酸化性ガス供給ライン

１５０　供給量センサ

１５２　電力センサ

請求の範囲

[請求項1] メタン及び二酸化炭素を含有する被処理ガスを燃料ガスとして用いることにより発電可能な固体酸化物形燃料電池と、

再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、

前記固体酸化物形燃料電池の排燃料ガスに含まれる二酸化炭素と、前記水素生成装置で生成された前記水素とを用いてメタネーション処理することでメタンを生成し、当該メタンを化学原料として生産、又は、前記燃料ガスとして前記固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタネーション装置と、

前記メタネーション装置で生成されたメタンガスを精製し、当該メタンの少なくとも一部を化学原料として外部へ供給可能であるとともにオフガスを前記固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタン精製装置と、

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記メタネーション装置に供給される前記二酸化炭素の少なくとも一部を貯蔵可能な貯蔵装置と、

を備える、バイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項2] 再生可能エネルギ発電装置の電力を用いて水素を生成可能な水素生成装置と、

メタン及び二酸化炭素ガスを含有する被処理ガスと前記水素生成装置で生成された前記水素とをメタネーション処理することでメタンを生成するメタネーション装置と、

前記メタメーション装置で生成された前記メタンを精製し、当該メタンの少なくとも一部を化学原料として外部へ供給可能であると共にオフガスを固体酸化物形燃料電池に供給可能なメタン精製装置と、

前記メタン精製装置のオフガスを用いて発電可能な前記固体酸化物形燃料電池と

前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記メタネーション装置に供給される前記二酸化炭素の少なくとも一部を貯蔵可能な貯蔵装置と、
を備える、バイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項3] 前記貯蔵装置は前記固体酸化物形燃料電池の排燃料ガスから回収した二酸化炭素を貯蔵可能であり、流量調整弁が設けられた貯蔵ガス供給ラインを介して前記メタネーション装置に接続されると共に二酸化炭素を食品用原料又は工業用ガスとして外部への供給可能な、請求項１又は２に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項4] 前記再生可能エネルギ発電装置の電力が不足した場合に、前記固体酸化物形燃料電池で発電された電力及び余剰電力を前記水素生成装置に供給可能である、請求項１から３のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項5] 前記水素発生装置で生成された酸素を前記固体酸化物形燃料電池の酸化性ガスの一部として供給可能である、請求項１から４のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項6] 前記被処理ガスにメタンを供給可能なメタン供給源を更に備える、請求項１から５のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項7] 前記固体酸化物形燃料電池は排燃料と排酸化性ガスを独立して排出可能である、請求項１から６のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項8] 前記被処理ガスの供給量、又は、前記再生可能エネルギ発電装置の電力の少なくとも一方に基づいて、前記固体酸化物形燃料電池、前記水素生成装置、前記メタネーション装置、若しくは、前記貯蔵装置の少なくとも一部を制御するためのシステム制御部を更に備える、請求項１から７のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項9] 前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が増加し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が増加した場合、前記電力の変動量に対応して前記固体酸化物形燃料電池を制御するとともに、前記メタネーション装置の運転負荷を増加するように制御する、請求項８に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項10] 前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が増加し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が減少した場合、前記固体酸化物形燃料電池の発電量を電力需要に対応して制御するとともに、前記水素生成装置の前記水素の生成量に対して過剰な二酸化炭素が貯蔵されるように前記貯蔵装置を制御するとともに二酸化炭素の貯蔵量が過剰とならないよう余剰電力を利用する、請求項８又は９に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項11] 前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が減少し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が増加した場合、前記固体酸化物形燃料電池及び前記メタネーション装置を運転負荷が減少するように制御する、請求項８から１０のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

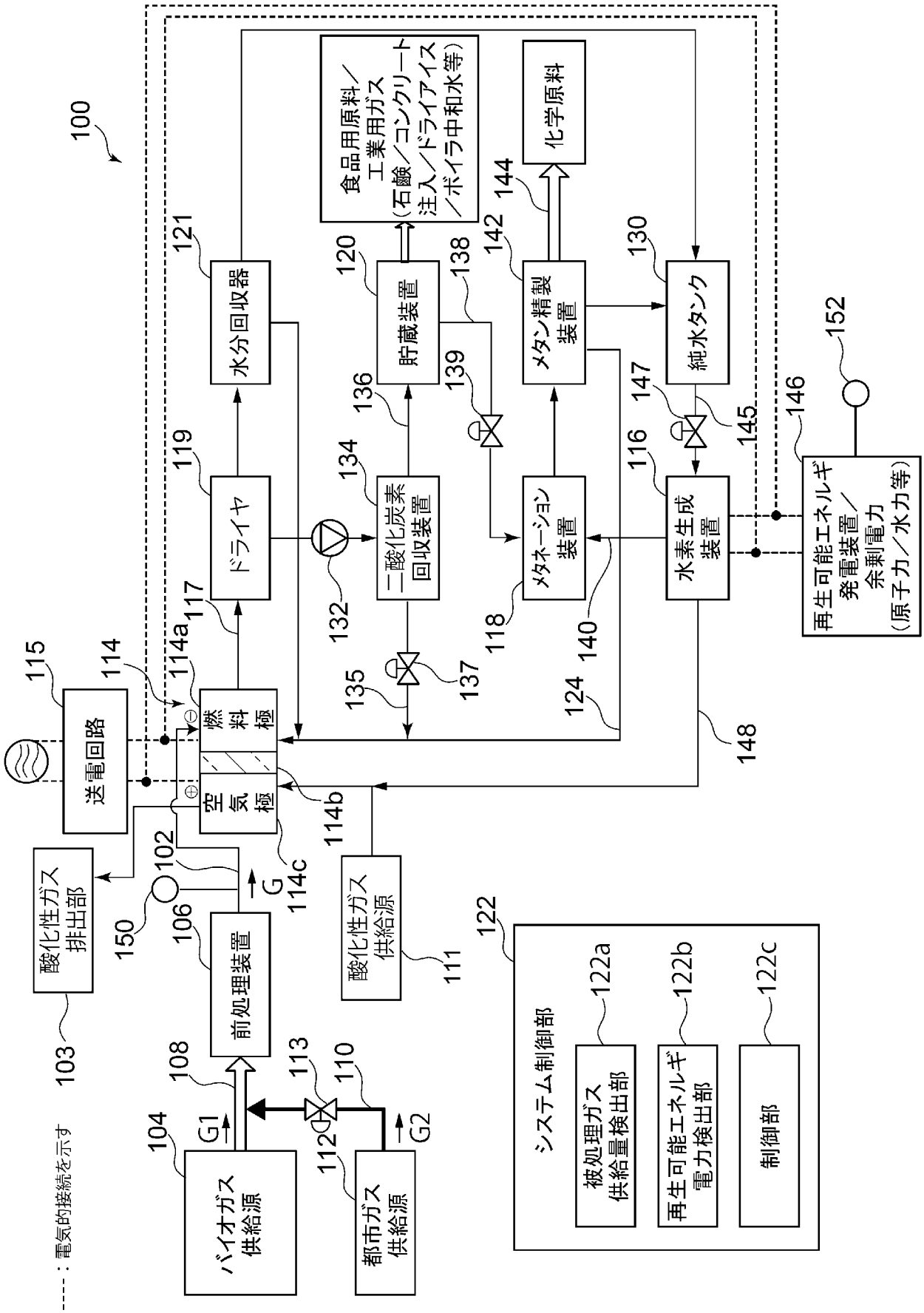
[請求項12] 前記システム制御部は、前記被処理ガスの供給量が減少し、且つ、前記再生可能エネルギ発電装置の電力が減少した場合、メタンガス供給源から前記被処理ガスにメタンを供給し、前記固体酸化物形燃料電池の発電量を電力需要に応じて制御するとともに、前記水素生成装置の前記水素の生成量に対して過剰な二酸化炭素過剰な二酸化炭素が貯蔵されるように前記貯蔵装置を制御する、請求項８から１１のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[請求項13] 前記被処理ガスはビール工場から排出されるバイオガスである、請求項１から１２のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

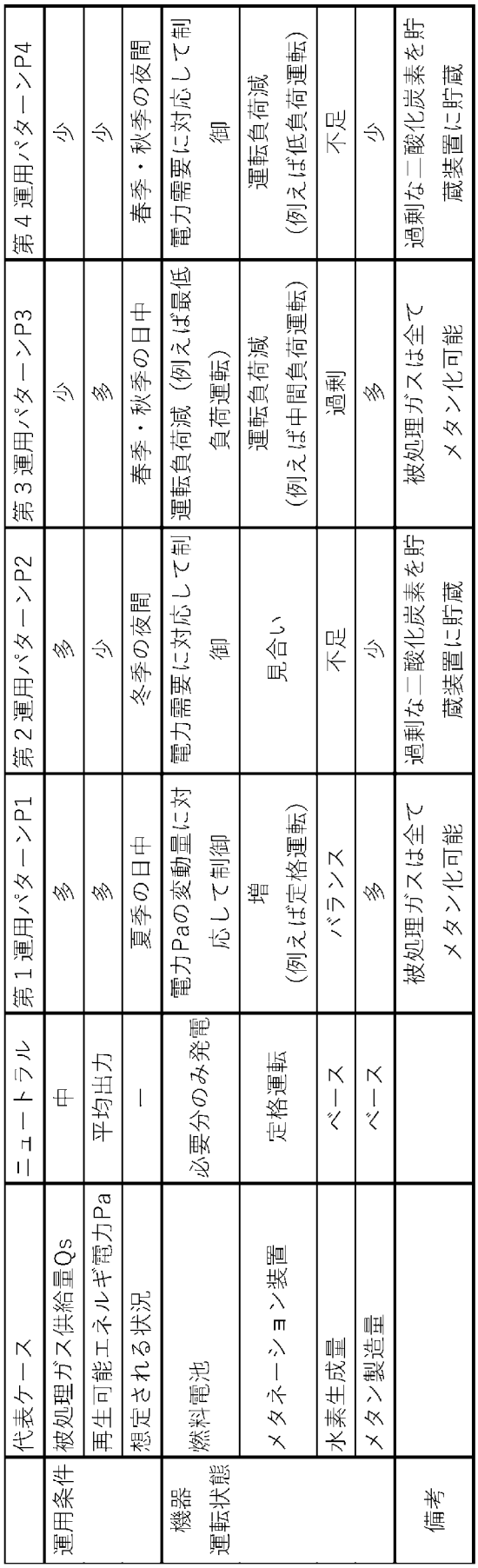
[請求項14] 前記被処理ガスは液化天然ガスが貯蔵されるタンク内に生じるボイ

ルオフガスである、請求項１から１２のいずれか一項に記載のバイオガス利用メタネーションシステム。

[図1]

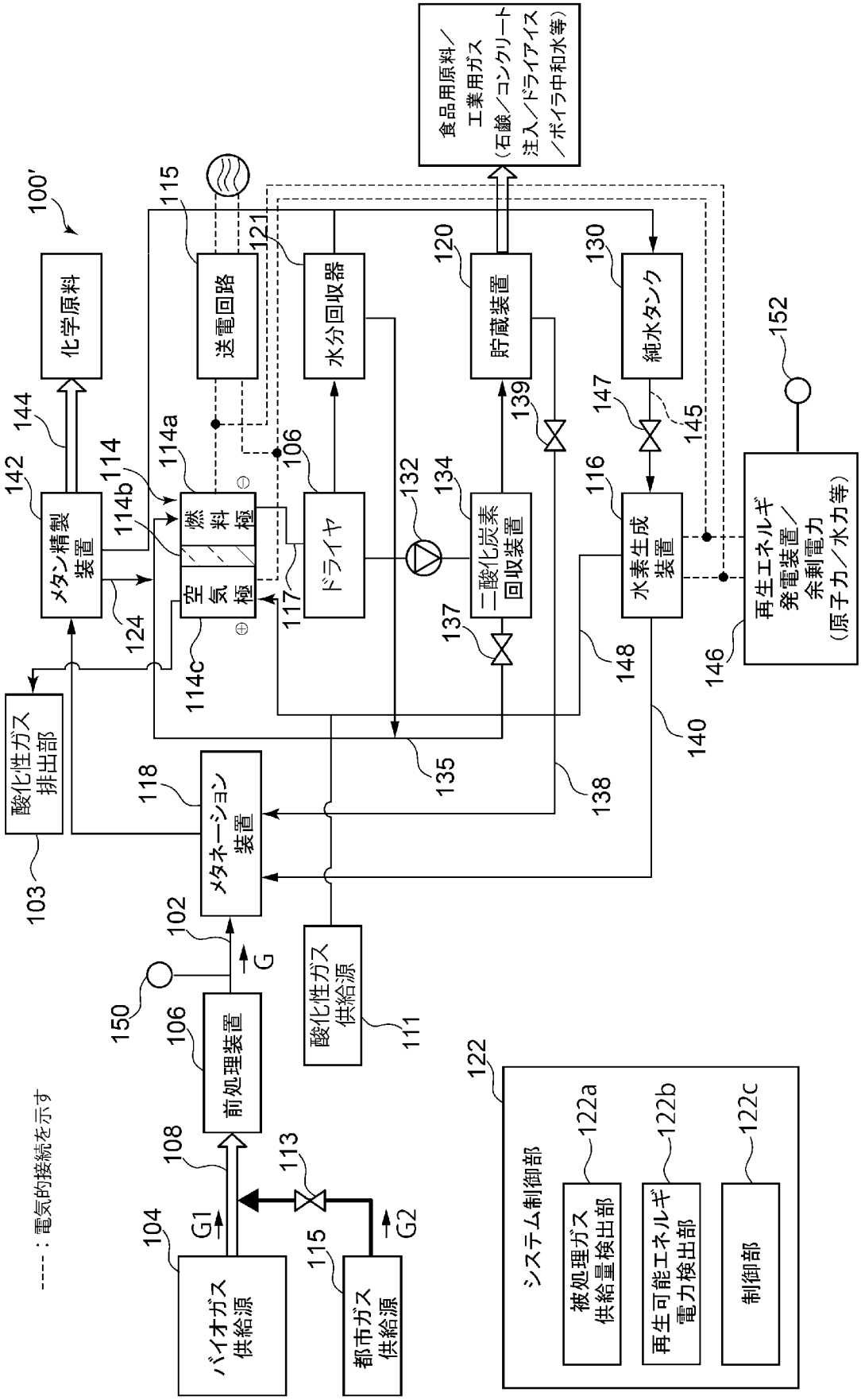

100
送電回路
燃料極
空気極
114
114a
114b
114c
115
117
ドライヤ
119
水分回収器
121
二酸化炭素回収装置
134
132
貯蔵装置
120
136
138
食品用原料／工業用ガス（石鹸／コンクリート注入／ドライアイス／ボイラ中和水等）
メタン精製装置
142
144
化学原料
メタネーション装置
118
140
水素生成装置
116
純水タンク
130
139
135
137
147
145
124
148
146
152
再生可能エネルギ発電装置／余剰電力（原子力／水力等）
酸化性ガス排出部
103
150
102
106
前処理装置
G
114c
酸化性ガス供給源
111
122
システム制御部
122a
被処理ガス供給量検出部
122b
再生可能エネルギ電力検出部
122c
制御部
108
113
110
104
G1
G2
112
バイオガス供給源
都市ガス供給源
----：電気的接続を示す

[図2]



	代表ケース	ニュートラル	第１運用パターンP1	第２運用パターンP2	第３運用パターンP3	第４運用パターンP4
運用条件	被処理ガス供給量Qs	中	多	多	少	少
	再生可能エネルギ電力Pa	平均出力	多	少	多	少
	想定される状況	ー	夏季の日中	冬季の夜間	春季・秋季の日中	春季・秋季の夜間
機器運転状態	燃料電池	必要分のみ発電	電力Paの変動量に対応して制御	電力需要に対応して制御	運転負荷減（例えば最低負荷運転）	電力需要に対応して制御
	メタネーション装置	定格運転	増（例えば定格運転）	見合い	運転負荷減（例えば中間負荷運転）	運転負荷減（例えば低負荷運転）
	水素生成量	ベース	バランス	不足	過剰	不足
	メタン製造量	ベース	多	少	多	少
備考			被処理ガスは全てメタン化可能	過剰な二酸化炭素を貯蔵装置に貯蔵	被処理ガスは全てメタン化可能	過剰な二酸化炭素を貯蔵装置に貯蔵

[図3]


100'
化学原料
食品用原料／工業用ガス（石鹸／コンクリート注入／ドライアイス／ボイラ中和水等）
送電回路
水分回収器
貯蔵装置
純水タンク
メタン精製装置
燃料極
空気極
ドライヤ
二酸化炭素回収装置
水素生成装置
再生エネルギー発電装置／余剰電力（原子力／水力等）
酸化性ガス排出部
メタネーション装置
前処理装置
酸化性ガス供給源
バイオガス供給源
都市ガス供給源
システム制御部
被処理ガス供給量検出部
再生可能エネルギー電力検出部
制御部
----：電気的接続を示す

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/002949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C07C1/12(2006.01)i, C07C9/04(2006.01)i, C25B1/04(2021.01)i, H01M8/00(2016.01)i, H01M8/04(2016.01)i, H01M8/04746(2016.01)i, H01M8/04858(2016.01)i, H01M8/0606(2016.01)i, H01M8/0662(2016.01)i, H01M8/12(2016.01)i
FI: C07C1/12, H01M8/04 J, H01M8/04 Z, H01M8/0606, H01M8/12 101, H01M8/04746, H01M8/04858, H01M8/00 Z, C25B1/10, H01M8/0662, C07C9/04

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)
Int. Cl. C07C1/12, C07C9/04, C25B1/04, H01M8/00, H01M8/04, H01M8/04746, H01M8/04858, H01M8/0606, H01M8/0662, H01M8/12

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2012-219233 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 12 November 2012, claims, paragraphs [0038]-[0045], fig. 1-3	1-14
A	JP 2019-90084 A (TOHO GAS CO., LTD.) 13 June 2019, claims, fig. 1, 3	1-14
A	JP 2020-30892 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 27 February 2020, claims	1-14
A	WO 2013/124632 A2 (AVONDALE ASSOCIATES LIMITED) 29 August 2013, claims, fig. 2	1-14
P, A	WO 2020/203087 A1 (IHI CORP.) 08 October 2020, claims, fig. 1	1-14

☐ 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 02.04.2021	Date of mailing of the international search report 13.04.2021
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/JP2021/002949

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2012-219233 A	12.11.2012	(Family: none)	
JP 2019-90084 A	13.06.2019	(Family: none)	
JP 2020-30892 A	27.02.2020	(Family: none)	
WO 2013/124632 A2	29.08.2013	JP 2015-513531 A US 2016/0017800 A1 EP 2817438 A2 CN 104271807 A	
WO 2020/203087 A1	08.10.2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/002949

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C07C 1/12(2006.01)i; C07C 9/04(2006.01)i; C25B 1/04(2021.01)i; H01M 8/00(2016.01)i; H01M 8/04(2016.01)i; H01M 8/04746(2016.01)i; H01M 8/04858(2016.01)i; H01M 8/0606(2016.01)i; H01M 8/0662(2016.01)i; H01M 8/12(2016.01)i

FI: C07C1/12; H01M8/04 J; H01M8/04 Z; H01M8/0606; H01M8/12 101; H01M8/04746; H01M8/04858; H01M8/00 Z; C25B1/10; H01M8/0662; C07C9/04

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））

C07C1/12; C07C9/04; C25B1/04; H01M8/00; H01M8/04; H01M8/04746; H01M8/04858; H01M8/0606; H01M8/0662; H01M8/12

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 2012-219233 A (日本電信電話株式会社) 12.11.2012 (2012-11-12) 特許請求の範囲、[0038]～[0045]、[図１]～[図３]	1-14
A	JP 2019-90084 A (東邦瓦斯株式会社) 13.06.2019 (2019-06-13) 特許請求の範囲、[図１]、[図３]	1-14
A	JP 2020-30892 A (東京瓦斯株式会社) 27.02.2020 (2020-02-27) 特許請求の範囲、	1-14
A	WO 2013/124632 A2 (AVONDALE ASSOCIATES LIMITED) 29.08.2013 (2013-08-29) Claims, Figure 2.	1-14
P, A	WO 2020/203087 A1 (株式会社ＩＨＩ) 08.10.2020 (2020-10-08) 請求の範囲、[図１]	1-14

☐ 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	国際調査報告の発送日
02.04.2021	13.04.2021

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）
西澤　龍彦 4H 5376
電話番号 03-3581-1101 内線 3443

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/JP2021/002949

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-219233 A	12.11.2012	（ファミリーなし）	
JP 2019-90084 A	13.06.2019	（ファミリーなし）	
JP 2020-30892 A	27.02.2020	（ファミリーなし）	
WO 2013/124632 A2	29.08.2013	JP 2015-513531 A	
		US 2016/0017800 A1	
		EP 2817438 A2	
		CN 104271807 A	
WO 2020/203087 A1	08.10.2020	（ファミリーなし）	