

(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
2024年1月18日(18.01.2024)

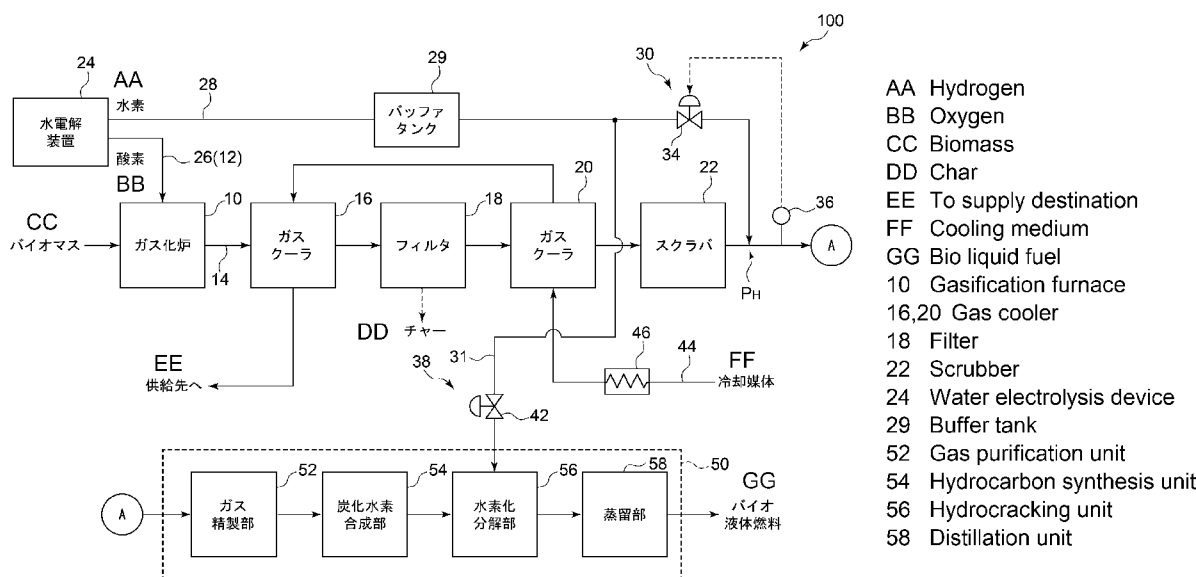


(10) 国際公開番号
WO 2024/014348 A1

- (51) 国際特許分類:
C10G 2/00 (2006.01) *C10J 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024705
- (22) 国際出願日: 2023年7月4日(04.07.2023)
- (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 2022-112107 2022年7月13日(13.07.2022) JP
- (71) 出願人 (KR を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (KR についてののみ): 三菱パワー株式会社 (MITSUBISHI POWER, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松尾 悟(MATSUO, Satoru); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 田村 憲(TAMURA, Ken); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 吉本 俊純(YOSHIMOTO, Toshizumi); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: S S I P 弁理士法人 (SSIP PATENT ATTORNEY CORPORATION); 〒1080073 東

(54) Title: FUEL PRODUCTION FACILITY AND FUEL PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 燃料製造設備及び燃料製造方法



(57) Abstract: This fuel production facility is provided with a water electrolysis device, a gasification furnace that is configured so as to gasify a biomass, a gasification agent supply unit for supplying a gasification agent for gasifying the biomass to the gasification furnace, a fuel generation unit that is configured so as to generate a fuel from a synthetic gas produced in the gasification furnace, and a first hydrogen supply unit for supplying hydrogen to the synthetic gas guided from the gasification furnace to the fuel generation unit, in which the first hydrogen supply unit is configured so as to supply at least a portion of hydrogen generated in the water electrolysis device to the synthetic gas, the gasification agent supply unit is configured so as to supply oxygen generated in the water electrolysis device to the gasification furnace as at least a portion of the gasification agent, the content of oxygen in the gasification agent is 50% by volume to 100% by

京都港区三田三丁目 1 3 番 1 6 号 三田 4
3 MTビル 1 3 階 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

volume inclusive, and the content of water vapor in the gasification agent is less than 1% by volume.

(57) 要約: 燃料製造設備は、水電解装置と、バイオマスをガス化するように構成されたガス化炉と、前記ガス化炉に前記バイオマスをガス化するためのガス化剤を供給するためのガス化剤供給部と、前記ガス化炉で生成された合成ガスから燃料を生成するように構成された燃料生成部と、前記ガス化炉から前記燃料生成部に導かれる前記合成ガスに水素を供給するための第1水素供給部と、を備え、前記第1水素供給部は、前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を前記合成ガスに供給するように構成され、前記ガス化剤供給部は、前記水電解装置で生成された酸素を、前記ガス化剤の少なくとも一部として前記ガス化炉に供給するように構成され、前記ガス化剤中の酸素の含有量が50体積%以上100体積%以下であり、前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が1体積%未満である。

明 細 書

発明の名称：燃料製造設備及び燃料製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、燃料製造設備及び燃料製造方法に関する。

本願は、2022年7月13日に日本国特許庁に出願された特願2022-112107号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] バイオマスを原料として燃料を製造するための設備や方法が知られている。

[0003] 例えば、特許文献1には、バイオマス原料からメタノールを製造するための設備が開示されている。この設備は、バイオマス原料をガス化するためのガス化炉と、ガス化炉で生じた生成ガスからメタノールを製造するメタノール合成塔と、を備えている。バイオマスをガス化するためのガス化剤として、酸素及び水蒸気がガス化炉に供給されるようになっている。

先行技術文献

特許文献

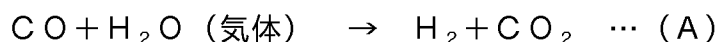
[0004] 特許文献1：特開2002-193858号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、ガス化炉でバイオマスをガス化して得られる合成ガスから燃料を効率的に合成するためには、ガス化炉から燃料生成部（特許文献1ではメタノール合成塔）に導かれる合成ガスの組成（水素濃度等）を適切な範囲内とする必要がある。

[0006] ここで、ガス化炉では、バイオマスの熱分解等により生成される一酸化炭素と、水蒸気とから、下記式（A）で示すシフト反応によって水素及び二酸化炭素が生成される。



したがって、ガス化炉でバイオマスをガス化して得られる合成ガス中の水素濃度を高めるためには、通常、ガス化剤としての水蒸気の供給量を増やして、上述のシフト反応を促進させることが考えられる。

[0007] 一方、バイオマス等の個体の原料の組成が不均一であることに加え、ガス化剤としての水蒸気の供給量を調節してから合成ガスの組成が変化するまでには比較的長い時間がかかるため、水蒸気供給量の調節により合成ガスの組成を迅速に調節するのは難しい。また、合成ガス中の水素濃度を高めるためにガス化剤としての水蒸気供給量を増加させると、上述のシフト反応が促進されるため多量の二酸化炭素が生成され、二酸化炭素の系外への排出量が増大してしまう。

[0008] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、二酸化炭素の排出量を低減しながら、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速に調節することが可能な燃料製造設備及び燃料製造方法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

[0009] 本発明の少なくとも一実施形態に係る燃料製造設備は、
水電解装置と、
バイオマスをガス化するように構成されたガス化炉と、
前記ガス化炉に前記バイオマスをガス化するためのガス化剤を供給するためのガス化剤供給部と、
前記ガス化炉で生成された合成ガスから燃料を生成するように構成された燃料生成部と、
前記ガス化炉から前記燃料生成部に導かれる前記合成ガスに水素を供給するための第1水素供給部と、を備え、
前記第1水素供給部は、前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を前記合成ガスに供給するように構成され、
前記ガス化剤供給部は、前記水電解装置で生成された酸素を、前記ガス化剤の少なくとも一部として前記ガス化炉に供給するように構成され、
前記ガス化剤中の酸素の含有量が50体積%以上100体積%以下であり

、

前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が１体積％未満である。

[0010] また、本発明の少なくとも一実施形態に係る燃料製造方法は、

水電解装置で生成された酸素を含むガス化剤を用いてバイオマスをガス化させて合成ガスを得るステップと、

前記合成ガスに前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を供給するステップと、

前記水素が供給された前記合成ガスから燃料を生成するステップと、
を備え、

前記ガス化剤中の酸素の含有量が５０体積％以上１００体積％以下であり

、

前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が１体積％未満である。

発明の効果

[0011] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、二酸化炭素の排出量を低減しながら、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速に調節することが可能な燃料製造設備及び燃料製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図１]一実施形態に係る燃料製造設備の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] 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。

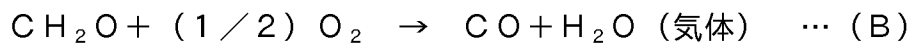
[0014] (燃料製造設備の構成)

図１は、一実施形態に係る燃料製造設備の概略構成図である。図１に示す燃料製造設備１００は、バイオマスを原料として燃料を製造するための設備である。同図に示すように、燃料製造設備１００は、バイオマスをガス化して合成ガスを生成するためのガス化炉１０と、ガス化炉１０で生成された合

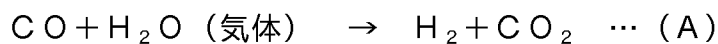
成ガスから燃料を生成するための燃料生成部 50 と、を備えている。また、燃料製造設備 100 は、水を電気分解するための水電解装置 24 を備えている。

[0015] ガス化炉 10 には、燃料の原料となるバイオマス（草木等の生物資源）が供給されるとともに、バイオマスをガス化するためのガス化剤がガス化剤供給部 12 を介して供給されるようになっている。バイオマスは粉碎されてからガス化炉 10 に供給されるようになっていてもよい。

[0016] ガス化剤供給部 12 は、酸素を含むガス化剤をガス化炉 10 に供給するように構成される。ガス化炉 10 では、1000℃程度の高温において、ガス化剤供給部 12 から供給された酸素との反応でバイオマスはその熱分解生成物が部分酸化され（例えば下記式 B）、一酸化炭素が生成される。



また、このように生成された一酸化炭素の一部と、ガス化炉 10 内の水蒸気とから、下記式（A）で示すシフト反応によって水素及び二酸化炭素が生成される。



上述のシフト反応（上記式 A）における水蒸気は、例えば上記式 B で示すバイオマスの部分燃焼で生成される水蒸気（ H_2O ）や、ガス化炉に供給されたバイオマスに含まれる水分が気化したものを含む。

このようにして、ガス化炉 10 では、一酸化炭素及（CO）び水素（ H_2 ）を含む合成ガスが生成される。

[0017] ガス化炉 10 で生成された合成ガスは、合成ガスライン 14 を介して燃料生成部 50 に導かれるようになっている。図 1 に示すように、合成ガスライン 14 には、ガス化炉 10 からの合成ガスを冷却するためのガスクーラ 16、20、合成ガスに同伴されるチャー等の固形分を除去するためのフィルタ 18、及び／又は、合成ガスに含まれる不要成分を洗浄するためのスクラバ 22 が設けられていてもよい。

[0018] なお、ガスクーラ 16、20 は、冷却媒体との熱交換により合成ガスを冷

却するように構成されてもよい。ガスクーラ 16, 20 には、冷却媒体ライン 44 を介して冷却媒体（例えば水等）が供給されるように構成されてもよい。ガスクーラ 16, 20 で合成ガスとの熱交換により昇温した冷却媒体は、供給先に供給されて、例えば発電機を駆動するタービン用の流体として、あるいはヒータの熱源として、適宜利用されるようになっていてもよい。冷却媒体ライン 44 には、冷却媒体を加温又は冷却して適温に調節するための温度調節部 46 が設けられていてもよい。

[0019] 燃料製造設備 100 は、ガス化炉 10 から燃料生成部 50 に導かれる合成ガスに水素を供給するための第 1 水素供給部 30 をさらに備えている。すなわち、燃料生成部 50 には、ガス化炉 10 で生成された一酸化炭素及び水素を含む合成ガスに、第 1 水素供給部 30 からの水素が混合されたガスが供給されるようになっている。図 1 に示す例示的な実施形態では、第 1 水素供給部 30 は、合成ガスライン 14 において、ガスクーラ 16, 20、フィルタ 18 及び、スクラバ 22 の下流側の位置 P_H に水素を供給するようになっている。

[0020] 燃料生成部 50 は、合成ガスライン 14 を介して導かれたガス（即ち、ガス化炉 10 で生成された合成ガスに第 1 水素供給部 30 からの水素ガスが混合されたガス）から、燃料を生成するように構成される。燃料生成部 50 で生成される燃料は、航空機用燃料等として使用可能な液体燃料であってもよい。

[0021] 図 1 に示す例示的な実施形態では、燃料生成部 50 は、ガス精製部 52 と、炭化水素合成部 54 と、水素化分解部 56 と、蒸留部 58 と、を含む。

[0022] ガス精製部 52 は、合成ガスライン 14 から供給されたガスから、炭化水素合成部 54 で用いられる触媒の被毒成分（例えば硫黄（S）や鉛（Pb））を、薬品又は吸着材等を用いて除去するように構成される。

[0023] 炭化水素合成部 54 は、合成ガスライン 14 から供給されたガス（一酸化炭素及び水素を含むガス）から炭化水素を合成するように構成される。炭化水素合成部 54 は、FT（Fischer-Tropsch）合成によって

、一酸化炭素及び水素から炭化水素を合成するように構成されてもよい。

[0024] 水素化分解部 56 は、炭化水素合成部 54 で合成された炭化水素に水素を添加して該炭化水素を分解し、適当な炭素数の炭化水素に転換するように構成される。

[0025] 蒸留部 58 は、水素化分解部 56 で得られた炭化水素を含む混合物を、蒸留によって分離するように構成される。

[0026] このようにして、燃料生成部 50 では、合成ガスライン 14 から導かれたガスを原料として燃料（炭化水素）が得られる。

[0027] 水電解装置 24 は、水の電気分解により水素及び酸素を生成するように構成される。水電解装置 24 のタイプは限定されない。水電解装置 24 は、例えば、アルカリ型水電解装置、固体高分子膜（Polymer Electrolyte Membrane：PEM）型水電解装置、アニオン交換膜（Anion Exchange Membrane：AEM）型水電解装置であってもよい。

[0028] 詳しくは図示しないが、水電解装置 24 は、水を電気分解するための電解槽を含む。電解槽には水が供給されるようになっている。電解槽には、整流器を介して電流が供給される。これにより、電解槽に設けられた一对の電極間に電圧をかけて電流を流すことで電解槽内の水が電気分解され、陰極側で水素が発生し、陽極側で酸素が発生する。電解槽内には、電解質が溶解した水（電解質溶液）が供給されており、該水（電解質溶液を構成する水）が電気分解されるようになっていてもよい。電解質は、水酸化カリウム（KOH）等のアルカリ性物質であってもよい。

[0029] 図 1 に示すように、水電解装置 24 で生成された水素及び酸素は、水素ライン 28 及び酸素ライン 26 にそれぞれ導かれるようになっている。なお、水電解装置 24 で生成された水素及び酸素は、それぞれ、気液分離器及び／又は除湿器に導かれて水分が除去された後、水素ライン 28 及び酸素ライン 26 にそれぞれ導かれるようになっていてもよい。図 1 に示すように、水素ライン 28 には、水素ガスを貯留するためのバッファタンク 29 が設けられ

ていてもよい。

[0030] 幾つかの実施形態では、図1に示すように、水電解装置24で生成された酸素が、上述のガス化剤としてガス化剤供給部12を介してガス化炉10に供給されるとともに、水電解装置24で生成された水素の少なくとも一部が、第1水素供給部30を介して燃料生成部50に向かう合成ガスに供給されるように構成される。

[0031] 図1に示す例示的な実施形態では、ガス化剤供給部12は、水電解装置24からの酸素が導かれる酸素ライン26を含む。ガス化剤供給部12は、酸素の含有量が50体積%以上100体積%以下であり、かつ、水蒸気の含有量が1体積%未満のガス化剤を、ガス化炉10に供給するように構成される。

[0032] 図1に示す例示的な実施形態では、第1水素供給部30は、水電解装置24からの水素が流れる水素ライン28を含む。

[0033] バイオマスをガス化するためのガス化剤中の水蒸気含有量が低い場合、水蒸気を多く含むガス化剤を用いる場合に比べて、ガス化炉においてシフト反応（上記式A）が促進され難いため、バイオマスをガス化して得られる合成ガスに含まれる水素の濃度が低くなる。

この点、上述の実施形態では、ガス化剤中の酸素含有量が50体積%以上100体積%未満であり、水蒸気の含有量が1体積%未満であるため、ガス化剤中の水蒸気の含有量は低く、上述したように、ガス化炉10で得られる合成ガスに含まれる水素の濃度は比較的低くなる。一方、上述の実施形態では、ガス化炉10から燃料生成部50に導かれる合成ガスに、水電解装置24で生成された水素を供給するようにしたので、燃料生成部50に供給されるガスの組成（例えば、一酸化炭素と水素の比率等）を迅速に調整することができる。また、上述の実施形態では、ガス化剤中の水蒸気の含有量が低いため、ガス化炉10においてシフト反応が促進され難い。このため、ガス化炉10で生成される合成ガスに含まれる二酸化炭素の濃度を低減することができる。このため、二酸化炭素の系外への排出量を低減することができる。

また、上述の実施形態では、ガス化剤としてガス化炉 10 に供給される酸素と、ガス化炉 10 で生成された合成ガスに供給される水素とが同一の水電解装置 24 で生成される。このため、機器の設置スペースの増大を抑制しながら、ガス化炉 10 での合成ガスの生成、及び、燃料生成部 50 に供給されるガス組成の調整の両方を行うことができる。

よって、上述の実施形態によれば、二酸化炭素の排出量を低減しながら、かつ、設備コストの増大を抑制しながら、燃料生成部 50 に供給されるガスの組成を迅速に調節することができる。

[0034] また、上述の実施形態では、ガス化炉 10 でのガス化反応に必要な温度（1000℃程度）よりも低温の水蒸気（例えば600℃程度）をガス化剤としてガス化炉 10 に供給する必要がない。このため、ガス化炉の炉内温度の維持に必要な酸素の供給量を低減できるため、効率的に合成ガスを生成することができる。

[0035] また、上述の実施形態では、ガス化炉 10 で生成された合成ガスの冷却に使用されて高温となった冷却媒体（例えば水蒸気）を、ガス化剤として使用する必要がない。よって、該冷却媒体をガス化剤以外の用途で有効利用することができる。

[0036] 幾つかの実施形態に係る燃料製造設備 100 は、ガス化炉 10 にガス化剤としての水蒸気を供給する設備を備えていない。

[0037] 上述の実施形態では、ガス化炉 10 にガス化剤としての水蒸気を供給する設備が設けられない。このため、二酸化炭素の排出量を低減しながら、かつ、設備コストの増大をより効果的に抑制しながら、燃料生成部 50 に供給されるガスの組成を迅速に調節することができる。

[0038] 幾つかの実施形態では、ガス化剤供給部 12 は、酸素の含有量が80体積%以上100%以下のガス化剤を、ガス化炉 10 に供給するように構成される。

[0039] 上述の実施形態によれば、ガス化炉 10 に供給されるガス化剤中の酸素の含有量が80体積%以上100以下であり、ガス化剤中の酸素含有量が比較

的高い。このため、ガス化剤としての水蒸気の供給量が少ないにもかかわらず、バイオマスのガス化を効率的に行うことができる。

[0040] 幾つかの実施形態では、第1水素供給部30は、水素ライン28に設けられ、合成ガスに供給される水素の流量を調節するための第1バルブ34を含んでもよい。このように第1バルブ34を設けることで、合成ガスライン14から燃料生成部50に供給されるガスの組成（例えば、一酸化炭素と水素の比率等）を容易に調節することができる。

[0041] 幾つかの実施形態では、合成ガスライン14において、第1水素供給部30による水素の供給位置 P_H よりも下流側の位置にて合成ガスライン14を流れるガスの組成を計測するように構成されたガス組成計測部36を備える。そして、第1水素供給部30は、ガス組成計測部36により計測されたガスの組成に基づいて、第1水素供給部30による合成ガスへの水素の供給量を調節するように構成されてもよい。

[0042] 例えば、ガス組成計測部36は、ガス中の一酸化炭素の濃度及び水素の濃度を計測するように構成されていてもよい。また、第1水素供給部30は、第1バルブ34の開度を制御するためのコントローラを含んでもよい。該コントローラは、ガス組成計測部36から、ガス中の一酸化炭素の濃度及び水素の濃度の計測値を示す信号を受け取り、当該計測値から算出される一酸化炭素と水素濃度との比が設定された目標値に近づくように、第1バルブ34の開度を調節するように構成されてもよい。

[0043] 上述の実施形態によれば、合成ガスライン14における水素供給位置 P_H よりも下流側の位置でのガスの組成に基づいて、合成ガスへの水素の供給量を調節するようにしたので、燃料生成部50に供給されるガスの組成を迅速かつ適切に調節することができる。

[0044] 幾つかの実施形態では、燃料製造設備100は、燃料生成部50の水素化分解部56に水素を供給するための第2水素供給部38を備える。図1に示すように、第2水素供給部38は、水電解装置24で生成された水素の少なくとも一部を水素化分解部56に供給するように構成されてもよい。図1に

示す例示的な実施形態では、水電解装置 24 で生成された水素が流れる水素ライン 28 から分岐する分岐ライン 31 を介して、水素化分解部 56 に水素が供給されるように構成されている。分岐ライン 31 には、水素化分解部 56 に供給される水素の流量を調節するための第 2 バルブ 42 が設けられていてもよい。

[0045] 上述の実施形態によれば、水素化分解部 56 での炭化水素の水素化分解に用いる水素として、水電解装置 24 で生成された水素が使用される。すなわち、ガス化炉 10 から燃料生成部 50 に導かれるガスの組成を調整するために該ガスに供給される水素（第 1 水素供給部 30 から供給される水素）と、水素化分解部 56 に供給される水素（第 2 水素供給部 38 から供給される水素）の供給源が同一の水電解装置 24 である。よって、水素化分解に用いる水素を製造するための装置を別途設ける場合に比べ、装置コストや設置スペースを低減することができる。

[0046] 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。

[0047] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る燃料製造設備（100）は、
水電解装置（24）と、
バイオマスをガス化するように構成されたガス化炉（10）と、
前記ガス化炉に前記バイオマスをガス化するためのガス化剤を供給するためのガス化剤供給部（12）と、
前記ガス化炉で生成された合成ガスから燃料を生成するように構成された燃料生成部（50）と、
前記ガス化炉から前記燃料生成部に導かれる前記合成ガスに水素を供給するための第 1 水素供給部（30）と、を備え、
前記第 1 水素供給部は、前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を前記合成ガスに供給するように構成され、
前記ガス化剤供給部は、前記水電解装置で生成された酸素を、前記ガス化剤の少なくとも一部として前記ガス化炉に供給するように構成され、
前記ガス化剤中の酸素の含有量が 50 体積%以上 100 体積%以下であり

、

前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が1体積%未満である。

[0048] バイオマスをガス化するためのガス化剤中の水蒸気含有量が低い場合、水蒸気を多く含むガス化剤を用いる場合に比べて、ガス化炉においてシフト反応が促進され難いため、バイオマスをガス化して得られる合成ガスに含まれる水素の濃度が低くなる。

この点、上記（１）の構成では、ガス化剤中の酸素含有量が50体積%以上100体積%未満であり、水蒸気の含有量が1体積%未満であるため、ガス化剤中の水蒸気の含有量は低く、上述したように、ガス化炉で得られる合成ガスに含まれる水素の濃度は比較的低くなる。一方、上記（１）の構成では、ガス化炉から燃料生成部に導かれる合成ガスに、水電解装置で生成された水素を供給するようにしたので、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速に調整することができる。また、上記（１）の構成では、ガス化剤中の水蒸気の含有量が低いため、ガス化炉においてシフト反応が促進され難い。このため、ガス化炉で生成される合成ガスに含まれる二酸化炭素の濃度を低減することができる。このため、二酸化炭素の系外への排出量を低減することができる。また、上記（１）の構成では、ガス化剤としてガス化炉に供給される酸素と、ガス化炉で生成された合成ガスに供給される水素とが同一の水電解装置で生成される。このため、機器の設置スペースの増大を抑制しながら、ガス化炉での合成ガスの生成、及び、燃料生成部に供給されるガス組成の調整の両方を行うことができる。

よって、上記（１）の構成によれば、二酸化炭素の排出量を低減しながら、かつ、設備コストの増大を抑制しながら、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速に調節することができる。

[0049] （２）幾つかの実施形態では、上記（１）の構成において、

前記燃料製造設備は、

前記ガス化炉に前記ガス化剤としての水蒸気を供給する設備を備えていない。

[0050] 上記（２）の構成によれば、ガス化炉にガス化剤としての水蒸気を供給する設備を設ける必要がない。このため、二酸化炭素の排出量を低減しながら、かつ、設備コストの増大をより効果的に抑制しながら、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速に調節することができる。

[0051] （３）幾つかの実施形態では、上記（１）又は（２）の構成において、前記ガス化剤中の酸素の含有量が８０体積％以上１００％以下である。

[0052] 上記（３）の構成によれば、ガス化剤中の酸素の含有量が８０体積％以上１００％以下であり、ガス化剤中の酸素含有量が比較的高いので、ガス化剤としての水蒸気の供給量が少ないにもかかわらず、バイオマスのガス化を効率的に行うことができる。

[0053] （４）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（３）の何れかの構成において、

前記燃料製造設備は、

前記ガス化炉からの前記合成ガスを前記燃料生成部に導くための合成ガスライン（１４）と、

前記合成ガスラインにおいて、前記第１水素供給部による水素の供給位置よりも下流側の位置にて前記合成ガスラインを流れるガスの組成を計測するように構成されたガス組成計測部（３６）と、

を備え、

前記第１水素供給部は、前記ガス組成計測部により計測された前記ガスの組成に基づいて、前記合成ガスへの水素の供給量を調節するように構成される。

[0054] 上記（４）の構成によれば、合成ガスラインにおける水素供給位置よりも下流側の位置でのガスの組成に基づいて、合成ガスへの水素の供給量を調節するようにしたので、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速かつ適切に調節することができる。

[0055] （５）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（４）の何れかの構成において、

前記燃料生成部は、

前記ガス化炉からの前記合成ガスから炭化水素を合成するように構成された炭化水素合成部（５４）と、

前記炭化水素合成部で合成された前記炭化水素を水素化分解するように構成された水素化分解部（５６）と、を含む。

[0056] 上記（５）の構成によれば、ガス化炉で生成された合成ガスから炭化水素を合成するとともに、このように合成された炭化水素を水素化分解することにより、燃料を適切に生成することができる。

[0057] （６）幾つかの実施形態では、上記（５）の構成において、

前記燃料製造設備は、

前記水素化分解部に水素を供給するための第２水素供給部（３８）を備え、

前記第２水素供給部は、前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を前記水素化分解部に供給するように構成される。

[0058] 上記（６）の構成によれば、水素化分解部での炭化水素の水素化分解に用いる水素として、水電解装置で生成された水素が使用される。すなわち、ガス化炉から燃料生成部に導かれるガスの組成を調整するために該ガスに供給される水素（第１水素供給部から供給される水素）と、水素化分解部に供給される水素（第２水素供給部から供給される水素）の供給源が同一の水電解装置である。よって、水素化分解に用いる水素を製造するための装置を別途設ける場合に比べ、装置コストや設置スペースを低減することができる。

[0059] （７）本発明の少なくとも一実施形態に係る燃料製造方法は、

水電解装置で生成された酸素を含むガス化剤を用いてバイオマスをガス化させて合成ガスを得るステップと、

前記合成ガスに前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を供給するステップと、

前記水素が供給された前記合成ガスから燃料を生成するステップと、
を備え、

前記ガス化剤中の酸素の含有量が50体積%以上100体積%以下であり

、

前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が1体積%未満である。

[0060] バイオマスをガス化するためのガス化剤中の水蒸気含有量が低い場合、水蒸気を多く含むガス化剤を用いる場合に比べて、ガス化炉においてシフト反応が促進され難いため、バイオマスをガス化して得られる合成ガスに含まれる水素の濃度が低くなる。

この点、上記（7）の方法では、ガス化剤中の酸素含有量が50体積%以上100体積%未満であり、水蒸気の含有量が1体積%未満であるため、ガス化剤中の水蒸気の含有量は低く、上述したように、ガス化炉で得られる合成ガスに含まれる水素の濃度は比較的低くなる。一方、上記（7）の方法では、ガス化炉から燃料生成部に導かれる合成ガスに、水電解装置で生成された水素を供給するようにしたので、燃料生成部に供給されるガスの組成を迅速に調整することができる。また、上記（7）の方法では、ガス化剤中の水蒸気の含有量が低いため、ガス化炉においてシフト反応が促進され難い。このため、ガス化炉で生成される合成ガスに含まれる二酸化炭素の濃度を低減することができる。このため、二酸化炭素の系外への排出量を低減することができる。また、上記（7）の方法では、ガス化剤としてガス化炉に供給される酸素と、ガス化炉で生成された合成ガスに供給される水素とが同一の水電解装置で生成される。このため、機器の設置スペースの増大を抑制しながら、ガス化炉での合成ガスの生成、及び、燃料生成部に供給されるガス組成の調整の両方を行うことができる。

また、水蒸気を多く含むガス化剤を用いた場合、合成ガス中に水蒸気を多く含むため、冷却や精製の過程で多くの排水を生じてしまうが、上記（7）の方法であれば合成ガス中の水蒸気量を低減できるため排水量を低減することもできる。

よって、上記（7）の方法によれば、二酸化炭素の排出量を低減、排水量を低減しながら、かつ、設備コストの増大を抑制しながら、燃料生成部に供

給されるガスの組成を迅速に調節することができる。

[0061] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0062] 本明細書において、「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。

また、本明細書において、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。

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「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。

符号の説明

[0063] 1 0 ガス化炉
1 2 ガス化剤供給部
1 4 合成ガスライン
1 6 ガスクーラ
1 8 フィルタ
2 0 ガスクーラ
2 2 スクラバ
2 4 水電解装置

2 6	酸素ライン
2 8	水素ライン
2 9	バッファタンク
3 0	第 1 水素供給部
3 1	分岐ライン
3 4	第 1 バルブ
3 6	ガス組成計測部
3 8	第 2 水素供給部
4 2	第 2 バルブ
4 4	冷却媒体ライン
4 6	温度調節部
5 0	燃料生成部
5 2	ガス精製部
5 4	炭化水素合成部
5 6	水素化分解部
5 8	蒸留部
1 0 0	燃料製造設備

請求の範囲

- [請求項1] 水電解装置と、
バイオマスをガス化するように構成されたガス化炉と、
前記ガス化炉に前記バイオマスをガス化するためのガス化剤を供給するためのガス化剤供給部と、
前記ガス化炉で生成された合成ガスから燃料を生成するように構成された燃料生成部と、
前記ガス化炉から前記燃料生成部に導かれる前記合成ガスに水素を供給するための第1水素供給部と、を備え、
前記第1水素供給部は、前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部を前記合成ガスに供給するように構成され、
前記ガス化剤供給部は、前記水電解装置で生成された酸素を、前記ガス化剤の少なくとも一部として前記ガス化炉に供給するように構成され、
前記ガス化剤中の酸素の含有量が50体積%以上100体積%以下であり、
前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が1体積%未満である
燃料製造設備。
- [請求項2] 前記ガス化炉に前記ガス化剤としての水蒸気を供給する設備を備えていない
請求項1に記載の燃料製造設備。
- [請求項3] 前記ガス化剤中の酸素の含有量が80体積%以上100%以下である
請求項1又は2に記載の燃料製造設備。
- [請求項4] 前記ガス化炉からの前記合成ガスを前記燃料生成部に導くための合成ガスラインと、
前記合成ガスラインにおいて、前記第1水素供給部による水素の供給位置よりも下流側の位置にて前記合成ガスラインを流れるガスの組

成を計測するように構成されたガス組成計測部と、
を備え、

前記第 1 水素供給部は、前記ガス組成計測部により計測された前記
ガスの組成に基づいて、前記合成ガスへの水素の供給量を調節するよ
うに構成された

請求項 1 又は 2 に記載の燃料製造設備。

[請求項5] 前記燃料生成部は、

前記ガス化炉からの前記合成ガスから炭化水素を合成するように
構成された炭化水素合成部と、

前記炭化水素合成部で合成された前記炭化水素を水素化分解する
ように構成された水素化分解部と、を含む

請求項 1 又は 2 に記載の燃料製造設備。

[請求項6] 前記水素化分解部に水素を供給するための第 2 水素供給部を備え、

前記第 2 水素供給部は、前記水電解装置で生成された水素の少なく
とも一部を前記水素化分解部に供給するように構成された

請求項 5 に記載の燃料製造設備。

[請求項7] 水電解装置で生成された酸素を含むガス化剤を用いてバイオマス
をガス化させて合成ガスを得るステップと、

前記合成ガスに前記水電解装置で生成された水素の少なくとも一部
を供給するステップと、

前記水素が供給された前記合成ガスから燃料を生成するステップと
、
を備え、

前記ガス化剤中の酸素の含有量が 50 体積%以上 100 体積%以下
であり、

前記ガス化剤中の水蒸気の含有量が 1 体積%未満である
燃料製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C10G 2/00*(2006.01)i; *C10J 3/00*(2006.01)i

FI: C10G2/00; C10J3/00 Z

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)

C10G2/00; C10J3/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2010-70763 A (SIEMENS AG) 02 April 2010 (2010-04-02)	1-4, 7
Y	paragraphs [0028]-[0055], fig. 1	5-6
X	JP 2021-531376 A (GAS TECHNOLOGY INSTITUTE) 18 November 2021 (2021-11-18)	1-4, 7
Y	paragraphs [0033]-[0037], fig. 1	
Y	JP 2005-516082 A (CHEVRON U.S.A. INC.) 02 June 2005 (2005-06-02)	5-6
	claim 8, paragraph [0021]	
A	JP 2002-193858 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 10 July 2002 (2002-07-10)	1-7

☐ 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

01 August 2023

Date of mailing of the international search report

15 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

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/JP2023/024705

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2010-70763	A	02 April 2010	US	2010/0076097	A1	
				paragraphs [0029]-[0054], figures			
				EP	2166064	A1	
				CN	101676368	A	
JP	2021-531376	A	18 November 2021	WO	2020/013908	A1	
				paragraphs [0033]-[0037], fig. 1			
				US	2020/0017422	A1	
				EP	3820969	A1	
JP	2005-516082	A	02 June 2005	WO	2003/064022	A1	
				claim 8, p. 7, lines 16-32			
				US	2003/0141220	A1	
				NL	1022552	A	
				AU	2003200318	A1	
JP	2002-193858	A	10 July 2002	US	2002/0087037	A1	
				EP	1219585	A2	
				KR	10-2002-0055346	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C10G 2/00(2006.01)i; C10J 3/00(2006.01)i FI: C10G2/00; C10J3/00 Z		
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）） C10G2/00; C10J3/00		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2010-70763 A（シーメンス アクチエンゲゼルシャフト）02.04.2010（2010-04-02） [0028]-[0055], 図1	1-4, 7
Y		5-6
X	JP 2021-531376 A（ガス、テクノロジー、インスティテュート）18.11.2021（2021-11-18） [0033]-[0037], 図1	1-4, 7
Y	JP 2005-516082 A（シェブロン ユー. エス. エー. インコーポレイテッド） 02.06.2005（2005-06-02） 請求項8, [0021]	5-6
A	JP 2002-193858 A（三菱重工業株式会社）10.07.2002（2002-07-10）	1-7
☐ 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 01.08.2023	国際調査報告の発送日 15.08.2023	
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） 森 健一 4V 9263 電話番号 03-3581-1101 内線 3483	

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/JP2023/024705

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2010-70763	A	02.04.2010	US	2010/0076097	A1	
				[0029]-[0054], FIGURE			
				EP	2166064	A1	
				CN	101676368	A	
JP	2021-531376	A	18.11.2021	WO	2020/013908	A1	
				[33]-[37], FIG. 1			
				US	2020/0017422	A1	
				EP	3820969	A1	
JP	2005-516082	A	02.06.2005	WO	2003/064022	A1	
				claim8, page7 line16-32			
				US	2003/0141220	A1	
				NL	1022552	A	
				AU	2003200318	A1	
JP	2002-193858	A	10.07.2002	US	2002/0087037	A1	
				EP	1219585	A2	
				KR	10-2002-0055346	A	