(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
2025年3月13日(13.03.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/052643 A1

(51) 国際特許分類:
*C10G 2/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/032761

(22) 国際出願日： 2023年9月7日(07.09.2023)

(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: 株式会社 ユーリカ エンジニアリング(**EUREKA ENGINEERING INC.**) [JP/JP]; 〒2470034 神奈川県横浜市栄区桂台中８－２ Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 伊藤 信三(**ITO Shinzo**); 〒2470034 神奈川県横浜市栄区桂台中８－２ Kanagawa (JP).

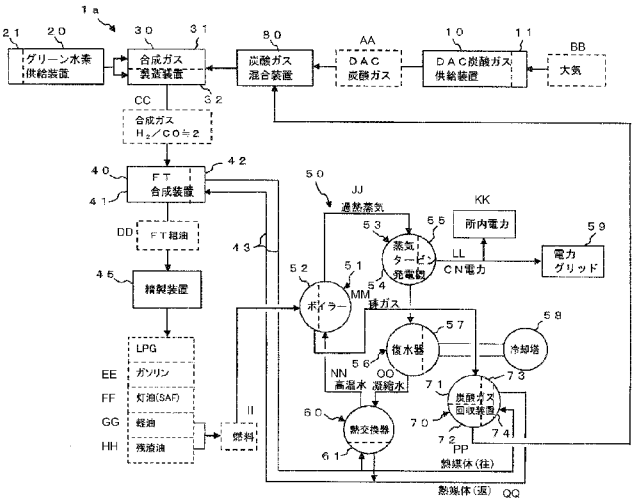
(74) 代理人: 弁理士法人 共立特許事務所, 外 (**KYORITSU INTERNATIONAL** et al.); 〒4530014 愛知県名古屋市中村区則武一丁目１０番６号ノリタケ第１ビル５Ｆ Aichi (JP).

(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, JP, 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,

WO 2025/052643 A1

(54) **Title:** E-FUEL PRODUCTION SYSTEM EQUIPPED WITH POWER GENERATION FACILITY

(54) 発明の名称： 発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム




10 DAC carbon dioxide gas supply device
20 Green hydrogen gas supply device
30 Synthesis gas production device
40 FT synthesis device
45 Purification device
51 Boiler
53 Steam turbine generator
56 Condenser
58 Cooling tower
59 Power grid
60 Heat exchanger
70 Carbon dioxide gas recovery device
80 Carbon dioxide gas mixing device
AA DAC carbon dioxide gas
BB Atmosphere

CC Synthesis gas
DD FT crude oil
EE Gasoline
FF Kerosene (SAF)
GG Light diesel oil
HH Residual oil
II Fuel
JJ Superheated steam
KK Power in system
LL CN power
MM Exhaust gas
NN High-temperature water
OO Condensate water
PP Heat medium (going)
QQ Heat medium (returning)

(57) **Abstract:** This e-fuel production system 1a equipped with a power generation facility comprises: a synthesis gas production device 30 that is supplied with green hydrogen gas and DAC carbon dioxide gas recovered from the atmosphere by direct air capture, and produces a synthesis gas having a molar ratio of hydrogen gas to carbon monoxide gas of approximately 2:1; and an FT synthesis device 40 that generates FT crude oil through an FT synthesis reaction of the synthesis gas. The e-fuel production system 1a is equipped with a power generation facility 50 for driving a steam turbine

［続葉有］

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))

generator 53 with superheated steam generated by burning, using a boiler 51, light diesel oil and residual oil produced through purification of the FT crude oil, and recovers carbon dioxide gas as recovered carbon dioxide gas from exhaust gas discharged from the power generation facility. The synthesis gas production device is supplied with mixed carbon dioxide gas obtained by mixing the recovered carbon dioxide gas and the DAC carbon dioxide gas, and green hydrogen gas in an amount required to produce the synthesis gas together with the mixed carbon dioxide gas, produces the synthesis gas, and sends the synthesis gas to the FT synthesis device. This makes it possible to produce e-fuel in a carbon-neutral manner, at low cost, and with low energy consumption.

(57) 要約:本発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム１ａは、大気中から直接空気回収されたＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスとが供給され、水素ガスと一酸化炭素ガスとのモル比がほぼ２：１の合成ガスを製造する合成ガス製造装置３０と、合成ガスをＦＴ合成反応させてＦＴ粗油を生成するＦＴ合成装置４０を備える。ＦＴ粗油の精製で製造された軽油および残渣油をボイラー５１で燃焼させて生成された過熱蒸気で蒸気タービン発電機５３を駆動する発電設備５０を併設し、発電設備から排出された排ガスから炭酸ガスを回収炭酸ガスとして回収する。合成ガス製造装置は、回収炭酸ガスとＤＡＣ炭酸ガスとを混合した混合炭酸ガスおよび混合炭酸ガスとで合成ガスを製造するのに必要な量のグリーン水素ガスを供給されて合成ガスを製造しＦＴ合成装置に送出する。これにより、カーボンニュートラル、低コストかつ低エネルギー消費でｅ－ｆｕｅｌを製造することができる。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム

## 技術分野

[0001] 本発明は、直接空気回収（Ｄｉｒｅｃｔ　Ａｉｒ　Ｃａｐｔｕｒｅ，ＤＡＣ）によって大気中から回収されたＤＡＣ炭酸ガスと、再生可能エネルギー由来電力で水を電気分解して生成したグリーン水素ガスとから合成ガスを製造し、合成ガスをＦＴ合成反応させてＦＴ粗油を生成するｅ－ｆｕｅｌ生産システムに関する。

## 背景技術

[0002] 地球温暖化問題は深刻度を増しており、２１世紀中に世界の平均温度の上昇を産業革命以前の２℃以下、少なくとも１．５℃以下に抑える対策が喫緊の課題となっている。そして、２０２１年６月に英国で開催されたＧ７で２０５０年に実質カーボンニュートラルを達成することが表明され、ＥＵの欧州委員会は、同年７月に２０３５年以降に欧州域内で販売可能な乗用車を電気自動車に限定する方針を打ち出した。

ところが、２０２３年３月に欧州委員会とドイツ政府は、ドイツやイタリア等の自動車産業を保護するために、カーボンニュートラルな合成燃料「ｅ－ｆｕｅｌ」を使用する場合に限りエンジン車の新車販売を２０３５年以降も認めることで合意した。ｅ－ｆｕｅｌは、ＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスを合成して製造された合成燃料であり、ＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスをＦＴ合成してＦＴ粗油を製造し、ＦＴ粗油を精製して、ＬＰＧ、ナフサ、灯油、軽油、残渣油を製造する。

[0003] ｅ－ｆｕｅｌの生産には、ＤＡＣ炭酸ガスが必要であるが、大気中の炭酸ガスの濃度は約４００ｐｐｍと非常に薄く、所要量の炭酸ガスの約４０００倍の大気を処理しなければならない。炭酸ガスを大気中から直接回収するＤＡＣプラントは、高コストで高エネルギー消費なプラントとなり、ＤＡＣ炭酸ガスは極めて高単価になる。さらに、ＤＡＣプラントとｅ－ｆｕｅｌ生産

プラントは、多量の電力を必要とするが、この電力はカーボンニュートラルであることが求められる。

特許文献１には、バイオマス発電でグリーン電力を生成し、バイオマス発電で生じた炭酸ガスと低炭素水素ガスからカーボンニュートラルメタンガスを生成し、カーボンニュートラルメタンガスから合成ガスを製造し、合成ガスをＦＴ粗油に合成し、合成の際に生じる排熱を炭酸ガスの回収に利用する技術が記載されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第７１３６５２３号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１には、バイオマス発電で生じる炭酸ガスと低炭素水素ガスから合成ガスを生成し、合成ガスからＦＴ粗油を製造する技術が記載されているが、ＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスからｅ－ｆｕｅｌを低コスト、低エネルギー消費で生産することについては記載されていない。

[0006] 本発明の目的は、ＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスから合成ガスを製造する合成ガス製造装置と、合成ガスをＦＴ合成反応させてＦＴ粗油を生成するＦＴ合成装置を備えたｅ－ｆｕｅｌ生産システムにおいて、ＦＴ粗油の精製で製造された軽油および残渣油をボイラーで燃焼させて生成した過熱蒸気で蒸気タービン発電機を駆動する発電設備を併設し、カーボンニュートラル、低コストかつ低エネルギー消費でｅ－ｆｕｅｌを生産可能な発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムを提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、直接空気回収（ＤＡＣ）によって大気中から回収されたＤＡＣ炭酸ガスと再生可能エネルギー由来電力で水を電気分解して生成したグリーン水素ガスとが供給され、水素ガスと一酸化炭素ガスとのモル比がほぼ２：

１の合成ガスを製造する合成ガス製造装置と、前記合成ガス製造装置から供給された前記合成ガスを所定の温度・圧力環境下で触媒によってＦＴ合成反応させてＦＴ粗油を生成するＦＴ合成装置を備えたｅ－ｆｕｅｌ生産システムであって、前記ＦＴ粗油を精製装置で精製して製造された軽油および残渣油が燃料として供給され、前記燃料の燃焼によって過熱蒸気を生成するボイラー、および前記過熱蒸気で駆動される蒸気タービン発電機を備える発電設備と、前記ボイラーから前記燃料の燃焼によって生じた排ガスが供給され、前記排ガスに含まれる炭酸ガスを吸収液に吸収させてＣＯ２含有吸収液を生成する吸収塔、および前記吸収塔から前記ＣＯ２含有吸収液が供給され、前記ＣＯ２含有吸収液を前記ＦＴ合成装置から供給された排熱で加熱し前記炭酸ガスを放出させて回収炭酸ガスとして回収する再生塔を備える炭酸ガス回収装置と、前記回収炭酸ガスを前記ＤＡＣ炭酸ガスに混合して混合炭酸ガスとして前記合成ガス製造装置に供給する炭酸ガス混合装置と、を備え、前記合成ガス製造装置は、前記混合炭酸ガスおよび前記混合炭酸ガスとで前記合成ガスを製造するのに必要な量の前記グリーン水素ガスを供給される、発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムである。

## 発明の効果

[0008] 本発明によれば、ＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスとから生成されたＦＴ粗油を精製して製造された軽油および残渣油をボイラーで燃焼させて作った加熱蒸気で蒸気タービン発電機を駆動してカーボンニュートラル電力を生産することができる。ボイラーから排出された排ガスから炭酸ガスをＦＴ合成装置から排出された排熱を利用して回収し、ＤＡＣ炭酸ガスと混合して合成ガス製造装置に供給することによって、高単価のＤＡＣ炭酸ガスの使用量を低減することができる。このように、カーボンニュートラル技術を有機的に結合して、システムのいずれの工程においてもカーボンニュートラル、低コストかつ低エネルギー消費で、ｅ－ｆｕｅｌとカーボンニュートラル電力を生産することができる。

## 図面の簡単な説明

[0009] [図1]第１実施形態に係る発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムの全体構成を示すブロック図である。

[図2]第２実施形態に係る発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムの全体構成を示すブロック図である。

[図3]第２実施形態に係る発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムのマス・エネルギーバランスを示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0010] １．第１実施形態の構成

第１実施形態に係る発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム１ａは、図１に示すように、ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０と、グリーン水素供給装置２０と、合成ガス製造装置３０と、ＦＴ合成装置４０と、発電設備５０と、熱交換器６０と、炭酸ガス回収装置７０と、炭酸ガス混合装置８０を備える。

[0011] ＤＡＣプラント１１は公知であり、大気中に含まれる炭酸ガスを直接空気回収技術でＤＡＣ炭酸ガスとして直接回収する。ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０は、ＤＡＣプラント１１で回収されたＤＡＣ炭酸ガスを設定流量で炭酸ガス混合装置８０を介して合成ガス製造装置３０に供給する。グリーン水素製造装置２１は公知であり、再生可能エネルギー由来電力で水を電気分解してグリーン水素ガスを製造する。グリーン水素供給装置２０は、グリーン水素製造装置２１で製造されたグリーン水素ガスを設定流量で合成ガス製造装置３０に供給する。

[0012] 合成ガス製造装置３０は公知であり、一例として、逆水性ガスシフト反応触媒が充填された逆水性ガスシフト反応器３１と混合器３２を備える。逆水性ガスシフト反応器３１は、ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０からＤＡＣ炭酸ガスを、グリーン水素供給装置２０からグリーン水素ガスを、炭酸ガスと水素ガスとのモル比が１：１になる流量で供給され反応式（１）に従って逆水性ガスシフト反応させ、一酸化炭素ガスと水蒸気を生成する。混合器３２は、反応器３１で生成された生成物から水蒸気を除去した一酸化炭素ガスが供給され、グリーン水素供給装置２０からグリーン水素ガスが供給され、両ガス

を混合して一酸化炭素と水素のモル比が１：２の合成ガスを送出する。ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０からＤＡＣ炭酸ガスのみが合成ガス製造装置３０に供給される場合は、グリーン水素供給装置２０はＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスとによって合成ガスを製造するのに必要な量のグリーン水素ガスを合成ガス製造装置３０に供給する。

$CO_2+H_2=CO+H_2O$（吸熱反応４３９kcal／$Nm^3-CO_2$）　（１）

[0013] 合成ガス製造装置３０は、メタン化触媒が充填されたメタネーション反応器と、メタンドライリフォーミング用触媒が充填されたメタンドライリフォーミング反応器と、混合器を備えるものでもよい。メタネーション反応器は、ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０からＤＡＣ炭酸ガスが、グリーン水素供給装置２０からグリーン水素ガスが、炭酸ガスと水素ガスとのモル比が１：４になる流量で供給され、反応式（２）に従ってメタネーション反応させ、メタンガスと水蒸気を生成する。

$CO_2+4H_2=CH_4+2H_2O$　（２）

メタンドライリフォーミング反応器は、メタネーション反応器で生成された生成物から水蒸気を除去したメタンガスが、ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０からＤＡＣ炭酸ガスが、メタンガスと炭酸ガスとのモル比が１：１になる流量で供給され、反応式（３）に従ってメタンドライリフォーミング反応させ、一酸化炭素ガスと水素ガスのモル比が１：１の混合ガスを生成する。

$CH_4+CO_2=2CO+2H_2$　（３）

混合器は、メタンドライリフォーミング反応器から混合ガスが供給され、グリーン水素供給装置２０からグリーン水素ガスが混合ガスの半分の体積流量で供給され、両ガスを混合して一酸化炭素と水素のモル比が１：２の合成ガスを送出する。

[0014] ＦＴ合成装置４０は、触媒が充填された反応器４１と反応器４１内に配置された冷却管４２を備える。反応器４１には合成ガスが合成ガス製造装置３０から供給され、合成ガスを所定温度・圧力環境下で触媒によって反応させ、ＦＴ粗油を合成する。冷却管４２には熱媒体循環回路４３が接続され熱媒

体が循環される。ＦＴ合成装置４０で合成ガスをＦＴ粗油に合成する際に生じる反応熱は、冷却管４２で熱媒体に熱移動され反応器４１の内部を所定温度に維持するとともに、熱媒体循環回路４３を循環する熱媒体によって熱交換器６０および炭酸ガス回収装置７０にＦＴ合成装置４０から排出された排熱として移送される。

[0015] 精製装置４５は公知で、ＦＴ合成装置４０からＦＴ粗油が供給され、ＦＴ粗油を常圧蒸留装置でＬＰＧ、ガソリン、灯油、軽油、残渣油の各成分に蒸留してから必要な処理を施し、各種燃料等の最終製品を製造する。

[0016] 発電設備５０は、ボイラー５１および蒸気タービン発電機５３を備える。ボイラー５１は、ＦＴ粗油を精製装置４５で精製して製造された軽油および残渣油が燃料として燃焼室５２で燃焼され、供給された高温水を燃焼熱で加熱して過熱蒸気を生成する。軽油の一部と残渣油を混ぜて燃料にするのが好ましい。蒸気タービン発電機５３は、ボイラー５１から供給される過熱蒸気で復水タービン５４が回転され、復水タービン５４によって発電機５５が駆動されて発電する。発電された電力の一部は、発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム１ａで所内電力として使用され、余剰電力は、逆潮流可能に系統連系された電力グリッド５９に売電される。

[0017] 復水タービン５４を回転させて圧力低下した低圧蒸気は復水器５６で冷却されて凝縮水になる。復水器５６の冷却管５７には冷却塔５８が接続され、両者間で冷却水が循環される。復水タービン５４から排出され復水器５６に流入した低圧蒸気は冷却管５７を流れる冷却水に凝縮熱を移動して凝縮水になり、凝縮熱を移動された冷却水は冷却塔５８で凝縮熱を放出して冷却され冷却管５７に戻される。

[0018] 復水器５６から送出された凝縮水は熱交換器６０に流入し加熱されてボイラー５１に戻される。熱交換器６０の伝熱管６１はＦＴ合成装置４０の冷却管４２に熱媒体循環回路４３を介して接続されている。ＦＴ合成装置４０で生じた反応熱は、熱媒体循環回路４３を循環する熱媒体によって伝熱管６１にＦＴ合成装置４０で排出された排熱として移送され、熱交換器６０に流入

した凝縮水を加熱して高温水にする。

[0019] 炭酸ガス回収装置７０は、ボイラー５１から軽油および残渣油の燃焼によって生じた排ガスが供給され、排ガスに含まれる炭酸ガスを回収炭酸ガスとして回収する。炭酸ガス回収装置７０は、例えば特許第４９５６５１９号公報に記載されているように公知であり、再生吸収液に排ガスに含まれる炭酸ガスを吸収させてＣＯ２含有吸収液にする吸収塔７１と、ＣＯ２含有吸収液から炭酸ガスを分離させて再生吸収液にする再生塔７２と、再生吸収液の一部を加熱して高温水蒸気を生成するリボイラー７３を備える。吸収塔７１は、ボイラー５１の燃焼室５２から排ガスが底部から供給され、再生塔７２から吸収塔７１に返る途中で冷却された再生吸収液が上部から供給され、下降する再生吸収液に排ガスに含まれる炭酸ガスを吸収させてＣＯ２含有吸収液にし、炭酸ガスを回収された排ガスを上部から放出する。再生塔７２は、吸収塔７１から再生塔７２に往く途中で加熱されたＣＯ２含有吸収液が上部から供給され、降下するＣＯ２含有吸収液を下部から供給される水蒸気で加熱し炭酸ガスを放出させて再生吸収液にする。再生塔７２底部に滞留する再生吸収液は吸収塔７１に戻される。リボイラー７３の伝熱管７４はＦＴ合成装置４０の冷却管４２に熱媒体循環回路４３を介して接続されている。再生塔７２底部からリボイラー７３に供給された再生吸収液の一部は、熱媒体循環回路４３を循環する熱媒体によって伝熱管７４に移送されたＦＴ合成装置４０の排熱で加熱され水分の一部を水蒸気にして再生塔７２に戻される。

[0020] 炭酸ガス混合装置８０は、ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０からＤＡＣ炭酸ガスが供給され、炭酸ガス回収装置７０から回収炭酸ガスが供給され、回収炭酸ガスをＤＡＣ炭酸ガスに混合して混合炭酸ガスとして合成ガス製造装置３０に供給する。混合炭酸ガスが合成ガス製造装置３０に供給され場合、グリーン水素供給装置２０は混合炭酸ガスとグリーン水素ガスとによって合成ガスを製造するのに必要な量のグリーン水素ガスを合成ガス製造装置３０に供給する。

[0021] ２．第１実施形態の作動

合成ガス製造装置３０は、混合炭酸ガスを混合装置８０から供給され、供給された混合炭酸ガスとグリーン水素ガスとによって合成ガスを製造するのに必要な量のグリーン水素ガスをグリーン水素供給装置２０から供給され、水素ガスと一酸化炭素ガスのモル比がほぼ２：１の合成ガスを製造し、ＦＴ合成装置４０に送出する。

[0022] ＦＴ合成装置４０は、触媒が充填された反応器４１に合成ガスが合成ガス製造装置３０から供給され、合成ガスを所定温度・圧力環境下で触媒によって反応させ、ＦＴ粗油を生成する。触媒反応で生じる反応熱は、冷却管４２を循環する熱媒体に熱移動され、反応器４１の内部を所定温度に維持する。

[0023] ＦＴ粗油は精製装置４５に供給され、常圧蒸留装置でＬＰＧ、ガソリン、灯油、軽油、残渣油の各成分に蒸留された後に必要な処理を施されて最終製品になる。第１実施形態では、軽油の一部と残渣油とが混合され燃料として発電設備５０のボイラー５１に供給される。ボイラー５１は、燃焼室５２で精製装置４５から供給された軽油および残渣油を燃焼させ、熱交換器６０から供給された高温水を加熱して過熱蒸気を生成する。過熱蒸気で駆動される復水タービン５４は発電機５５を作動させる。発電機５５から出力される電力の一部は、発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム１ａにおいて所内電力として使用され、余剰電力は電力グリッド５９に売電される。復水タービン５４を回転させて圧力低下した水蒸気は復水器５６に排出され、冷却管５７と冷却塔５８との間を循環する冷却水に潜熱を熱移動して凝縮水になり熱交換器６０に送出される。熱交換器６０に流入した凝縮水は、熱媒体循環回路４３を介して伝熱管６１に移送されたＦＴ合成装置４０の排熱で高温水に加熱されボイラー５１に戻される。

[0024] 炭酸ガス回収装置７０は、ボイラー５１の燃焼室５２から排出された排ガスが吸収塔７１に供給され、再生吸収液が排ガスに含まれる炭酸ガスを吸収してＣＯ２含有吸収液になる。再生塔７２に送られたＣＯ２含有吸収液は、熱媒体循環回路４３を循環する熱媒体によってリボイラー７３の伝熱管７４に移送されたＦＴ合成装置４０の排熱によって加熱され、炭酸ガスを放出し

て再生吸収液になって吸収塔７１に戻される。放出された炭酸ガスは炭酸ガス混合装置８０に回収炭酸ガスとして供給される。

[0025] 炭酸ガス混合装置８０は、炭酸ガス回収装置７０から供給される回収炭酸ガスと、ＤＡＣ炭酸ガス供給装置１０から供給されるＤＡＣ炭酸ガスとを混合し混合炭酸ガスとして合成ガス製造装置３０に供給する。

[0026] ３．第１実施形態の効果

第１実施形態によれば、ＤＡＣ炭酸ガスとグリーン水素ガスからカーボンニュートラルなＦＴ粗油を製造するｅ－ｆｕｅｌ生産システムにおいて、ＦＴ粗油を精製して製造した軽油および残渣油を発電設備５０のボイラー５１の燃焼室５２で燃焼させて過熱蒸気を生成し、過熱蒸気で蒸気タービン発電機５３を作動させてグリーン電力を生成することができる。ＦＴ合成装置４０でＦＴ反応によって生じた反応熱がＦＴ合成装置４０から排出された排熱として熱媒体循環回路４３を通って熱交換器６０の伝熱管６１に移送され、発電設備５０の復水器５７から熱交換器６０に流入した凝縮水を加熱して高温水にするので、熱効率を高めることができる。さらに、ＦＴ合成装置４０から排出された排熱を利用して、ボイラー５１の燃焼室５２から排出された排ガスから炭酸ガスを回収炭酸ガスとして回収し、ＤＡＣ炭酸ガスと混合して合成ガス製造装置に供給するので、高単価のＤＡＣ炭酸ガスの使用量を抑制することができる。なお、回収炭酸ガスは、外部から供給される原料がグリーン水素ガスとＤＡＣ炭酸ガスのみである発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産設備１ａで生成されるのでカーボンニュートラルである。このように、カーボンニュートラル技術を有機的に結合することによって、システムのいずれの工程においてもカーボンニュートラル、低コストかつ低エネルギー消費で、ｅ－ｆｕｅｌおよびカーボンニュートラル電力を生産することができる。

[0027] ４．第２実施形態の構成

第２実施形態にかかる発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム１ｂは、第１実施形態において、ＦＴ合成装置４０から排出される排熱をバイナリー発電設備９０で利用する点以外は第１実施形態と同じであるので、相違点につ

いて説明し、第１実施形態と同じ構成要素には同一の参照番号を付して説明を省略する。

[0028] バイナリー発電設備９０は、媒体蒸気で回転される媒体タービンによって発電機を駆動して発電する。媒体タービンを回転させた媒体蒸気は凝縮器９１で凝縮された後に蒸発器９３で蒸発されて媒体蒸気になる。凝縮器９１の冷却管９２と冷却塔５８との間で冷却水が循環される。蒸発器９３の伝熱管９４は熱媒体循環回路４３を介してＦＴ合成装置４０の冷却管４２に接続されている。

[0029] ５．第２実施形態の作動および効果

ＦＴ合成装置４０で生じた反応熱は、熱媒体循環回路４３を循環する熱媒体によってＦＴ合成装置４０から排出された排熱として蒸発器９３の伝熱管９４に移送され、凝縮器９１で凝縮して蒸発器９３に流入した媒体を加熱し媒体蒸気にする。媒体蒸気は媒体タービンを回転させて発電機を駆動しカーボンニュートラル電力を発電する。媒体タービンを回転させた媒体蒸気は凝縮器９１に流入し冷却管９２を循環する冷却水に潜熱を熱移動して凝縮し蒸発器９３に送出される。

[0030] 第２実施形態では、ＦＴ合成装置４０から排出された排熱でバイナリー発電設備９０を作動させて発電するので、第１実施形態の効果に加え、低エネルギー消費でカーボンニュートラル電力をより多く生産することができる。

[0031] 上記実施形態では、蒸気タービン発電機５３の蒸気タービンを復水タービン５４としたが、背圧タービンにしてもよい。背圧タービンにした場合、復水器５７は不要となり、復水器５７から送出された凝縮水をＦＴ合成装置４０から排出された排熱で高温水に加熱することもなくなる。

[0032] 次に、図３に示す第２実施形態のマス・エネルギーバランスの検討例について説明する。

Ａ．想定条件

１．合成ガス製造法は逆水性ガスシフト反応法とし、効率１００％とする。

２．炭酸ガス回収装置７０での炭酸ガスの回収率は１００％とする。

３．復水式蒸気タービン発電機５３の発電効率は３５％、バイナリー発電設備９０の発電効率は８％とする。

４．残渣油の炭酸ガス排出係数は、１．５Ｎｍ$^3$－ＣＯ２／ｋｇ－残渣油とする。

５．合成ガス製造装置３０での吸熱反応熱は、４３９ｋｃａｌ／Ｎｍ$^3$－ＣＯ$^2$、ＦＴ合成装置４０での発熱反応熱は、１７８９ｋｃａｌ／Ｎｍ$^3$－ＣＯとする。

Ｂ．発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムの効果

ＤＡＣ炭酸ガスを流量２０，６２５Ｎｍ３／ｈ、回収炭酸ガスを流量９．３７５Ｎｍ３／ｈで炭酸ガス混合装置８０に供給し、グリーン水素を流量９０，０００Ｎｍ３／ｈで合成ガス製造装置３０に供給した場合、各装置から送出される生成物の流量は図３に示す通りになり、発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システムの生産物は次のようになる。

１．ｅ－ｆｕｅｌ収量は、３４５ｋｌ／日

２．カーボンニュートラル電力は、約３６，０００ｋＷ

## 符号の説明

[0033] １ａ～１ｂ：発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム、１０：ＤＡＣ炭酸ガス供給装置、１１：ＤＡＣプラント、２０：グリーン水素供給装置、２１：グリーン水素製造装置、３０：合成ガス製造装置、４０：ＦＴ合成装置、４２：冷却管、４３：熱媒体循環回路、４５：精製装置、５０：発電装置、５１ボイラー、５２：伝熱管、５３：蒸気タービン発電機、５４：復水タービン、５５：発電機、５６：復水器、５７：冷却管、５８：冷却塔、６０：熱交換器、６１：伝熱管、７０：炭酸ガス回収装置、７１：吸収塔、７２：再生塔、７３：リボイラー、８０：炭酸ガス混合装置、９０：バイナリー発電設備、９１：凝縮器、９２：冷却管、９３：蒸発器、９４：伝熱管。

# 請求の範囲

[請求項1] 直接空気回収（ＤＡＣ）によって大気中から回収されたＤＡＣ炭酸ガスと再生可能エネルギー由来電力で水を電気分解して生成したグリーン水素ガスとが供給され、水素ガスと一酸化炭素ガスとのモル比がほぼ２：１の合成ガスを製造する合成ガス製造装置と、前記合成ガス製造装置から供給された前記合成ガスを所定の温度・圧力環境下で触媒によってＦＴ合成反応させてＦＴ粗油を生成するＦＴ合成装置を備えたｅ－ｆｕｅｌ生産システムであって、

前記ＦＴ粗油を精製装置で精製して製造された軽油および残渣油が燃料として供給され、前記燃料の燃焼によって過熱蒸気を生成するボイラー、および前記過熱蒸気で駆動される蒸気タービン発電機を備える発電設備と、

前記ボイラーから前記燃料の燃焼によって生じた排ガスが供給され、前記排ガスに含まれる炭酸ガスを吸収液に吸収させてＣＯ２含有吸収液を生成する吸収塔、および前記吸収塔から前記ＣＯ２含有吸収液が供給され、前記ＣＯ２含有吸収液を前記ＦＴ合成装置から供給された排熱で加熱し前記炭酸ガスを放出させて回収炭酸ガスとして回収する再生塔を備える炭酸ガス回収装置と、

前記回収炭酸ガスを前記ＤＡＣ炭酸ガスに混合して混合炭酸ガスとして前記合成ガス製造装置に供給する炭酸ガス混合装置と、を備え、

前記合成ガス製造装置は、前記混合炭酸ガスおよび前記混合炭酸ガスとで前記合成ガスを製造するのに必要な量の前記グリーン水素ガスを供給される、

発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム。

[請求項2] 前記蒸気タービン発電機の蒸気タービンは復水タービンであり、前記復水タービンから排出された低圧蒸気が復水器で凝縮水に凝縮され、前記凝縮水が前記ＦＴ合成装置から排出された排熱で加熱された後に前記ボイラーに供給されて前記過熱蒸気が生成される、

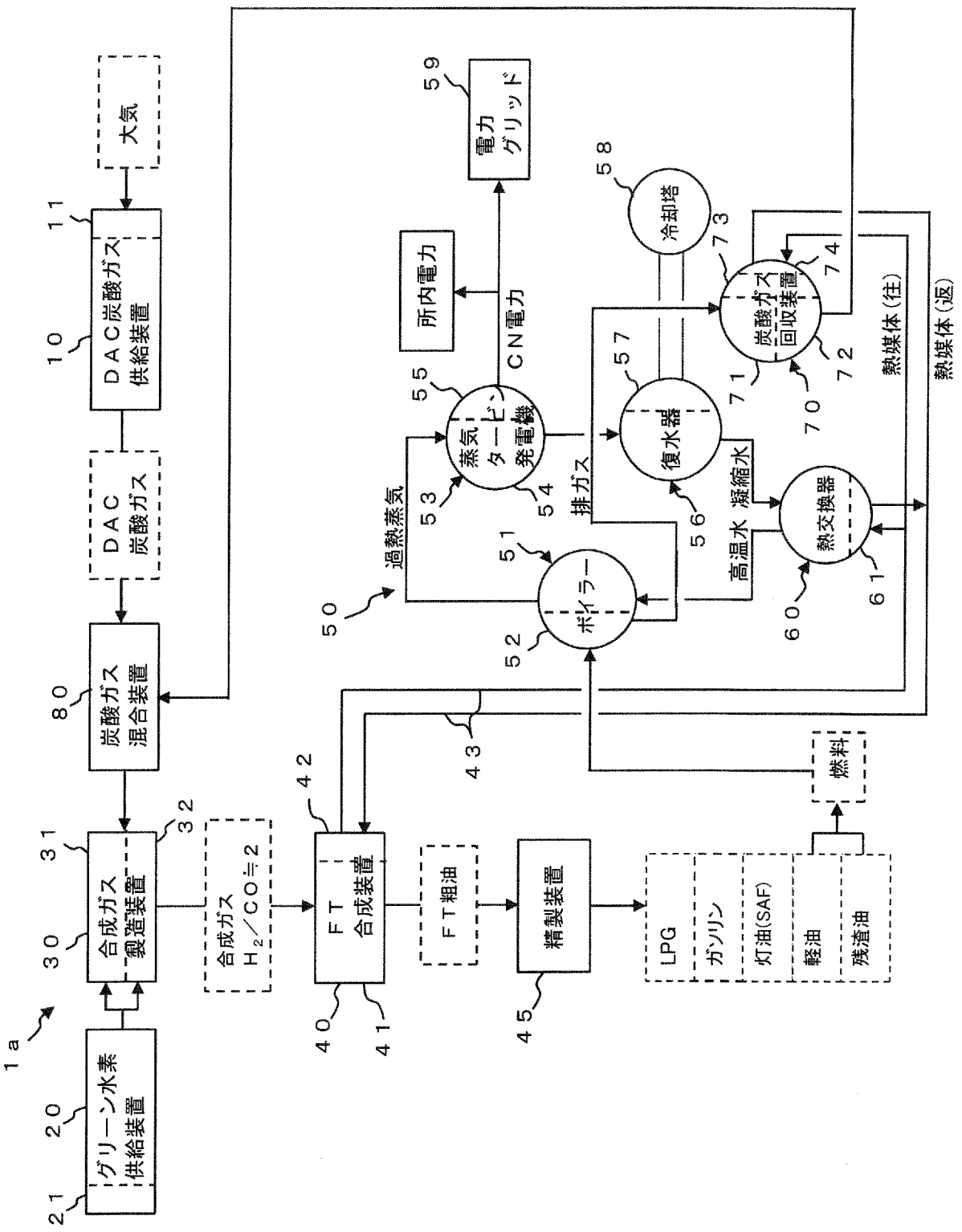
請求項１に記載の発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム。

[請求項3] 前記ＦＴ合成装置から排出された排熱をバイナリー発電設備で利用する、

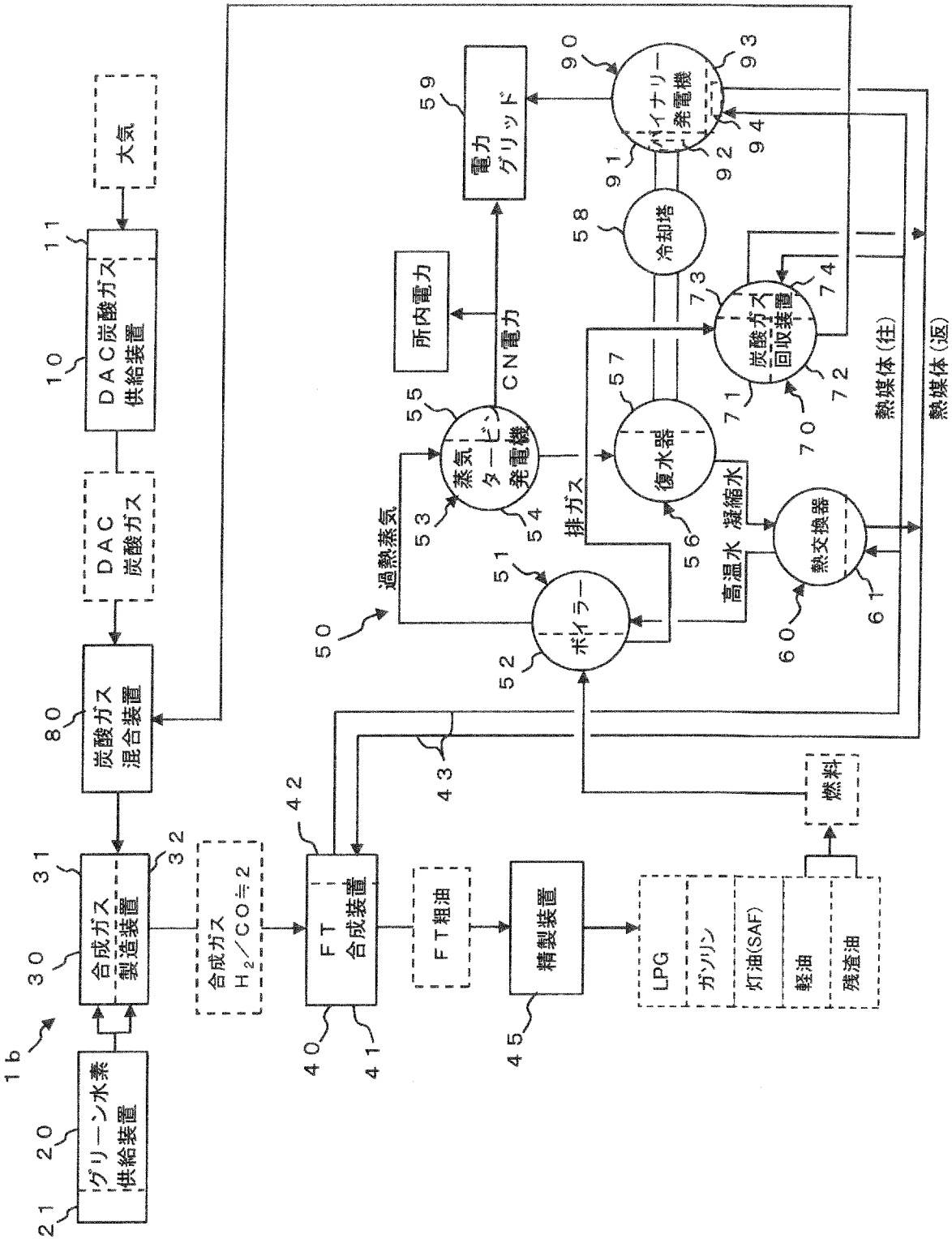
請求項1または請求項２に記載の発電設備併設ｅ－ｆｕｅｌ生産システム。

WO 2025/052643 PCT/JP2023/032761

[図1]

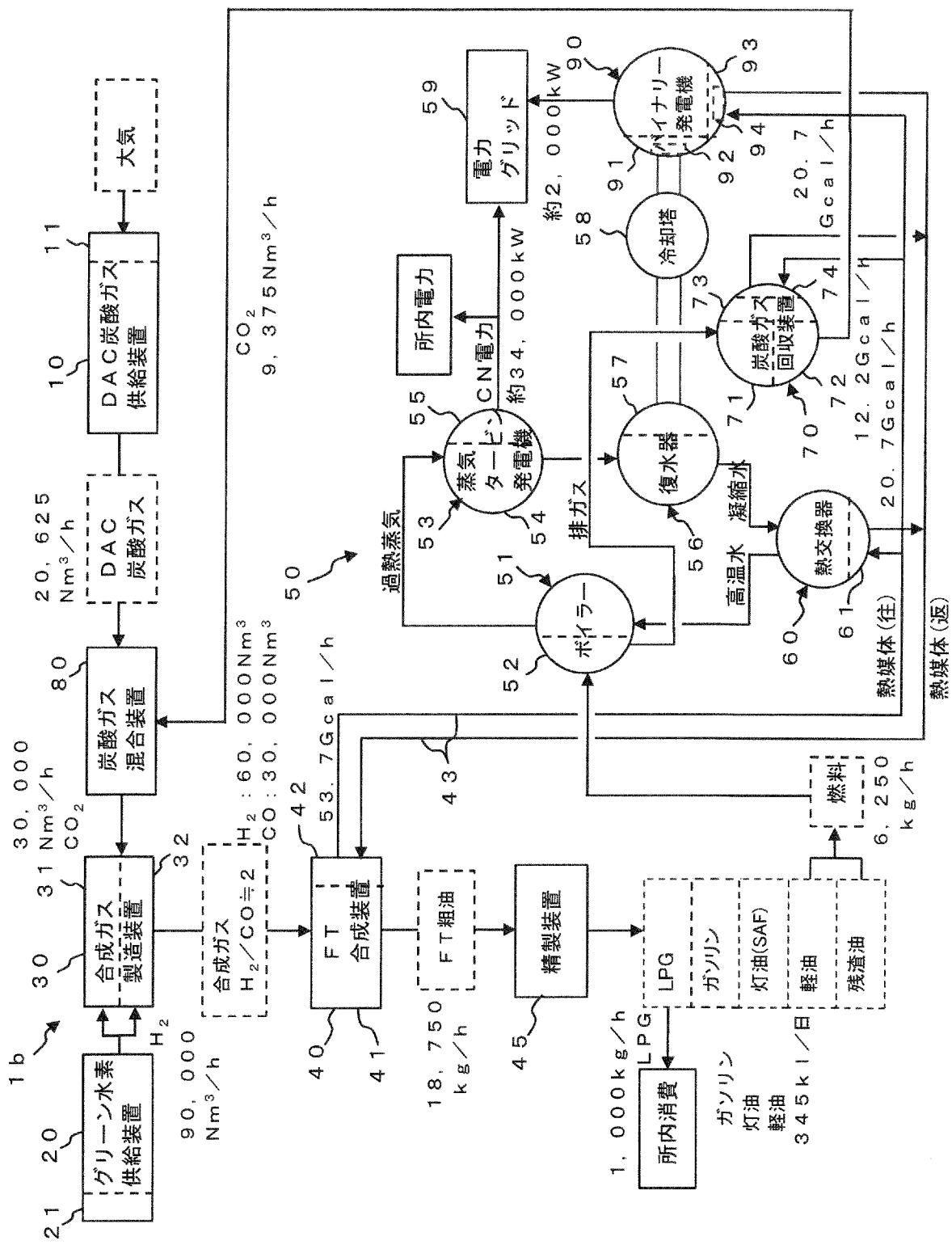


[図2]


大気
DAC炭酸ガス供給装置
DAC炭酸ガス
炭酸ガス混合装置
グリーン水素供給装置
合成ガス製造装置
合成ガス H2／CO≒2
FT合成装置
FT粗油
精製装置
LPG
ガソリン
灯油(SAF)
軽油
残渣油
燃料
電力グリッド
所内電力
CN電力
蒸気タービン発電機
過熱蒸気
ボイラー
排ガス
復水器
高温水
凝縮水
熱交換器
冷却塔
バイナリー発電機
炭酸ガス回収装置
熱媒体(往)
熱媒体(返)

WO 2025/052643 PCT/JP2023/032761

[図3]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2023/032761**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***C10G 2/00***(2006.01)i
FI: C10G2/00

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

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. |
|---|---|---|
| A | WO 2022/138910 A1 (ENEOS CORP.) 30 June 2022 (2022-06-30) | 1-3 |
| A | JP 2020-121944 A (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 13 August 2020 (2020-08-13) | 1-3 |
| A | JP 2008-533287 A (FUELCOR LLC) 21 August 2008 (2008-08-21) | 1-3 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **11 October 2023** | **24 October 2023** |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br>**Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2023/032761**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| WO 2022/138910 A1 | 30 June 2022 | (Family: none) | |
| JP 2020-121944 A | 13 August 2020 | (Family: none) | |
| JP 2008-533287 A | 21 August 2008 | US 2006/0211777 A1 | |
| | | WO 2006/099573 A1 | |
| | | EP 1861478 A1 | |
| | | CN 101160375 A | |
| | | RU 2010111716 A | |
| | | KR 10-2007-0122215 A | |

# 国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/032761

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
FI: C10G2/00

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

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 |
|---|---|---|
| A | WO 2022/138910 A1（ＥＮＥＯＳ株式会社）30.06.2022（2022-06-30） | 1-3 |
| A | JP 2020-121944 A（三菱自動車工業株式会社）13.08.2020（2020-08-13） | 1-3 |
| A | JP 2008-533287 A（フュエルコア エルエルシー）21.08.2008（2008-08-21） | 1-3 |

☐ 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 |
|---|---|
| 11.10.2023 | 24.10.2023 |

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/JP2023/032761

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| WO 2022/138910 A1 | 30.06.2022 | （ファミリーなし） | |
| JP 2020-121944 A | 13.08.2020 | （ファミリーなし） | |
| JP 2008-533287 A | 21.08.2008 | US 2006/0211777 A1 | |
| | | WO 2006/099573 A1 | |
| | | EP 1861478 A1 | |
| | | CN 101160375 A | |
| | | RU 2010111716 A | |
| | | KR 10-2007-0122215 A | |