

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7474013号
(P7474013)

(45)発行日 令和6年4月24日(2024.4.24)

(24)登録日 令和6年4月16日(2024.4.16)

(51)国際特許分類

F I

C 1 0 G 2/00 (2006.01)

C 1 0 G 2/00

請求項の数 4 (全11頁)

(21)出願番号	特願2024-503488(P2024-503488)	(73)特許権者	306047996
(86)(22)出願日	令和5年9月7日(2023.9.7)		株式会社 ユーリカ エンジニアリング
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/032761		神奈川県横浜市栄区桂台中 8 - 2
審査請求日	令和6年1月25日(2024.1.25)	(74)代理人	110000604
早期審査対象出願			弁理士法人 共立特許事務所
		(74)代理人	100089082
			弁理士 小林 脩
		(72)発明者	伊藤 信三
			神奈川県横浜市栄区桂台中 8 - 2 株式
			会社 ユーリカ エンジニアリング内
		審査官	森 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発電設備併設 e - f u e l 生産システムおよび発電設備併設 e - f u e l 生産方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直接空気回収（D A C）によって大気中から回収された D A C 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 F T 合成反応させて F T 粗油を生成する F T 合成装置を備えた e - f u e l 生産システムであって、

前記 F T 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、

10

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 C O 2 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 C O 2 含有吸収液が供給され、前記 C O 2 含有吸収液を前記 F T 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 D A C 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、

20

発電設備併設 e - f u e l 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 F T 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 - f u e l 生産システム。

【請求項 3】

前記 F T 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 - f u e l 生産システム。

【請求項 4】

直接空気回収 (D A C) によって大気中から回収された D A C 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を合成ガス製造装置に供給して水素ガスと一酸化炭素ガスとのモル比がほぼ 2 : 1 の合成ガスを製造し、前記合成ガスを前記合成ガス製造装置から F T 合成装置に供給して所定の温度・圧力環境下で触媒によって F T 合成反応させて F T 粗油を生成する e - f u e l 生産方法であって、

前記 F T 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 C O 2 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 C O 2 含有吸収液が供給され、前記 C O 2 含有吸収液を前記 F T 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 D A C 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、を設け、

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前記合成ガス製造装置に供給する、

発電設備併設 e - f u e l 生産方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直接空気回収 (D i r e c t A i r C a p t u r e , D A C) によって大気中から回収された D A C 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 F T 合成反応させて F T 粗油を生成する e - f u e l 生産に関する。

【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 - f u e l」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 - f u e l は、D A C 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、D A C 炭酸ガスとグリーン水素ガスを F T 合成して F T 粗油を製造し、F T 粗油を精製して、L P G、ナフサ、灯油、軽油、残渣油を製造する。

【0003】

e - f u e l の生産には、D A C 炭酸ガスが必要であるが、大気中の炭酸ガスの濃度は

10

20

30

40

50

約 400 ppm と非常に薄く、所要量の炭酸ガスの約 4000 倍の大気进行处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】

10

【特許文献】

【0004】

【文献】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。

20

【0006】

本発明の目的は、合成ガス製造装置で DAC 炭酸ガスとグリーン水素ガスから合成ガスを製造し、FT 合成装置で合成ガスを 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 生産システムおよび発電設備併設 e-fuel 生産方法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。

30

40

また、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を合成ガス製造装置に供給して水素ガスと一酸化炭素ガスとのモル比がほぼ 2 : 1 の合成ガスを製造し、前記合成ガスを前記合成ガス製造装置から FT 合成装置に供給して所定の温度・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 e-fuel 生産方法で

50

あって、前記 F T 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 C O₂ 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 C O₂ 含有吸収液が供給され、前記 C O₂ 含有吸収液を前記 F T 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 D A C 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、を設け、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前記合成ガス製造装置に供給する、発電設備併設 e - f u e l 生産方法である。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、D A C 炭酸ガスとグリーン水素ガスとから生成された F T 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 F T 合成装置から排出された排熱を利用して回収し、D A C 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 D A C 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、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 - f u e l とカーボンニュートラル電力を生産することができる。

20

【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 - f u e l 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 - f u e l 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 - f u e l 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】

30

【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 - f u e l 生産システム 1 a は、図1に示すように、D A C 炭酸ガス供給装置 1 0 と、グリーン水素供給装置 2 0 と、合成ガス製造装置 3 0 と、F T 合成装置 4 0 と、発電設備 5 0 と、熱交換器 6 0 と、炭酸ガス回収装置 7 0 と、炭酸ガス混合装置 8 0 を備える。

【0011】

D A C プラント 1 1 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 D A C 炭酸ガスとして直接回収する。D A C 炭酸ガス供給装置 1 0 は、D A C プラント 1 1 で回収された D A C 炭酸ガスを設定流量で炭酸ガス混合装置 8 0 を介して合成ガス製造装置 3 0 に供給する。グリーン水素製造装置 2 1 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 2 0 は、グリーン水素製造装置 2 1 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 3 0 に供給する。

40

【0012】

合成ガス製造装置 3 0 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 3 1 と混合器 3 2 を備える。逆水性ガスシフト反応器 3 1 は、D A C 炭酸ガス供給装置 1 0 から D A C 炭酸ガスを、グリーン水素供給装置 2 0 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

50

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。

$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ (吸熱反応 439 kcal / Nm³ - CO₂) (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。

$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (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。

$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ (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

10

20

30

40

50

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 5 8 で凝縮熱を放出して冷却され冷却管 5 7 に戻される。

【 0 0 1 8 】

復水器 5 6 から送出された凝縮水は熱交換器 6 0 に流入し加熱されてボイラー 5 1 に戻される。熱交換器 6 0 の伝熱管 6 1 は F T 合成装置 4 0 の冷却管 4 2 に熱媒体循環回路 4 3 を介して接続されている。F T 合成装置 4 0 で生じた反応熱は、熱媒体循環回路 4 3 を循環する熱媒体によって伝熱管 6 1 に F T 合成装置 4 0 で排出された排熱として移送され、熱交換器 6 0 に流入した凝縮水を加熱して高温水にする。

【 0 0 1 9 】

炭酸ガス回収装置 7 0 は、ボイラー 5 1 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 7 0 は、例えば特許第 4 9 5 6 5 1 9 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 C O 2 含有吸収液にする吸収塔 7 1 と、C O 2 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 7 2 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 7 3 を備える。吸収塔 7 1 は、ボイラー 5 1 の燃焼室 5 2 から排ガスが底部から供給され、再生塔 7 2 から吸収塔 7 1 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 C O 2 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 7 2 は、吸収塔 7 1 から再生塔 7 2 に往く途中で加熱された C O 2 含有吸収液が上部から供給され、降下する C O 2 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 7 2 底部に滞留する再生吸収液は吸収塔 7 1 に戻される。リボイラー 7 3 の伝熱管 7 4 は F T 合成装置 4 0 の冷却管 4 2 に熱媒体循環回路 4 3 を介して接続されている。再生塔 7 2 底部からリボイラー 7 3 に供給された再生吸収液の一部は、熱媒体循環回路 4 3 を循環する熱媒体によって伝熱管 7 4 に移送された F T 合成装置 4 0 の排熱で加熱され水分の一部を水蒸気にして再生塔 7 2 に戻される。

【 0 0 2 0 】

炭酸ガス混合装置 8 0 は、D A C 炭酸ガス供給装置 1 0 から D A C 炭酸ガスが供給され、炭酸ガス回収装置 7 0 から回収炭酸ガスが供給され、回収炭酸ガスを D A C 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 3 0 に供給する。混合炭酸ガスが合成ガス製造装置 3 0 に供給され場合、グリーン水素供給装置 2 0 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 3 0 に供給する。

【 0 0 2 1 】

2 . 第 1 実施形態の作動

合成ガス製造装置 3 0 は、混合炭酸ガスを混合装置 8 0 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 2 0 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、F T 合成装置 4 0 に送出する。

【 0 0 2 2 】

F T 合成装置 4 0 は、触媒が充填された反応器 4 1 に合成ガスが合成ガス製造装置 3 0 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、F T 粗油を生成する。触媒反応で生じる反応熱は、冷却管 4 2 を循環する熱媒体に熱移動され、反応器 4 1 の内部を所定温度に維持する。

【 0 0 2 3 】

F T 粗油は精製装置 4 5 に供給され、常圧蒸留装置で L P G、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 5 0 のボイラー 5 1 に供給される。ボイラー 5 1 は、燃焼室 5 2 で精製装置 4 5 から供給された軽油および残渣油を燃焼させ、熱交換器 6 0 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

10

20

30

40

50

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 - f u e l 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 F T 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。

【 0 0 2 4 】

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 C O 2 含有吸収液になる。再生塔 72 に送られた C O 2 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 F T 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。

【 0 0 2 5 】

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、D A C 炭酸ガス供給装置 10 から供給される D A C 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。

【 0 0 2 6 】

3 . 第 1 実施形態の効果

第 1 実施形態によれば、D A C 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 F T 粗油を製造する e - f u e l 生産システムにおいて、F T 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。F T 合成装置 40 で F T 反応によって生じた反応熱が F T 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、F T 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、D A C 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 D A C 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 D A C 炭酸ガスのみである発電設備併設 e - f u e l 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 - f u e l 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。

【 0 0 2 7 】

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 - f u e l 生産システム 1b は、第 1 実施形態において、F T 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。

【 0 0 2 8 】

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 F T 合成装置 40 の冷却管 42 に接続されている。

【 0 0 2 9 】

5 . 第 2 実施形態の作動および効果

F T 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 F T 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、F T 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。

10

【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 F T 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。

20

4. 残渣油の炭酸ガス排出係数は、 $1.5 \text{ Nm}^3 - \text{CO}_2 / \text{kg} - \text{残渣油}$ とする。

5. 合成ガス製造装置 30 での吸熱反応熱は、 $439 \text{ kcal} / \text{Nm}^3 - \text{CO}_2$ 、

F T 合成装置 40 での発熱反応熱は、 $1789 \text{ kcal} / \text{Nm}^3 - \text{CO}$ 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 20,625 Nm^3 / h 、回収炭酸ガスを流量 9,375 Nm^3 / h で炭酸ガス混合装置 80 に供給し、グリーン水素を流量 90,000 Nm^3 / 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。

30

1. e - fuel 収量は、345 $\text{kl} / \text{日}$

2. カーボンニュートラル電力は、約 36,000 kW

【0033】

本発明にかかる発電設備併設 e - fuel 生産方法は、第1実施形態の構成に記載された発電設備併設 e - fuel 生産システム 1a を第1実施形態の作動に記載されたように作動させることによって構成することができ、発電設備併設 e - fuel 生産システム 1a と同様の作用効果を奏する。

【符号の説明】

【0034】

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 : F T 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。

40

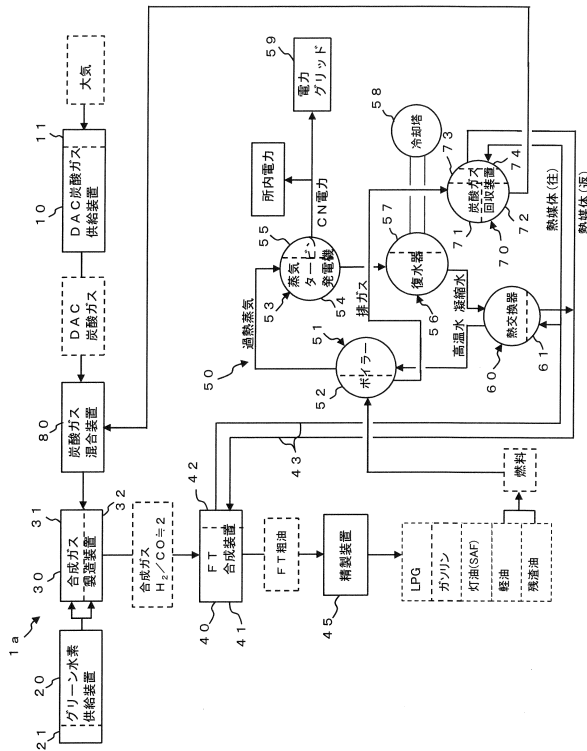
【要約】

本発電設備併設 e - f u e l 生産システム 1 a は、大気中から直接空気回収された D A C 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 3 0 と、合成ガスを F T 合成反応させて F T 粗油を生成する F T 合成装置 4 0 を備える。F T 粗油の精製で製造された軽油および残渣油をボイラー 5 1 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 5 3 を駆動する発電設備 5 0 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 D A C 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 F T 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 - f u e l を製造することができる。

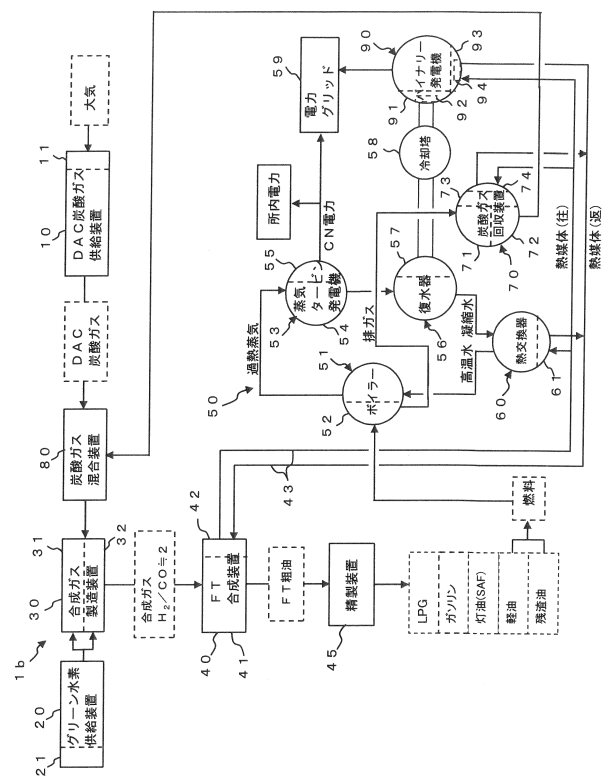
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



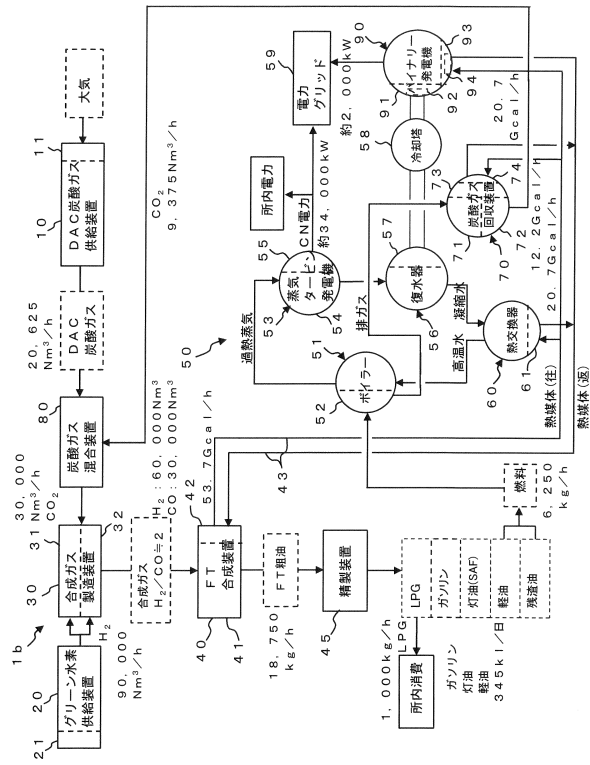
20

30

40

50

【 図 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 2 2 / 1 3 8 9 1 0 (W O , A 1)
特開 2 0 2 0 - 1 2 1 9 4 4 (J P , A)
特表 2 0 0 8 - 5 3 3 2 8 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 1 0 G 2 / 0 0