

(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
2017年9月14日(14.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/154043 A1

- (51) 国際特許分類:
F25J 3/06 (2006.01) *C10L 3/10* (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001345
- (22) 国際出願日: 2016年3月10日(10.03.2016)
- (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: 日揮株式会社(JGC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目
2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 嘉之(WATANABE, Yoshiyuki); 〒
2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-
3-1 日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 大森 英
史(OMORI, Hidefumi); 〒2206001 神奈川県横浜市
西区みなとみらい2-3-1 日揮株式会社内
Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 渡辺 喜平, 外(WATANABE, Kihei et al.);
〒1010041 東京都千代田区神田須田町一丁目2
6番 芝信神田ビル3階 Tokyo (JP).

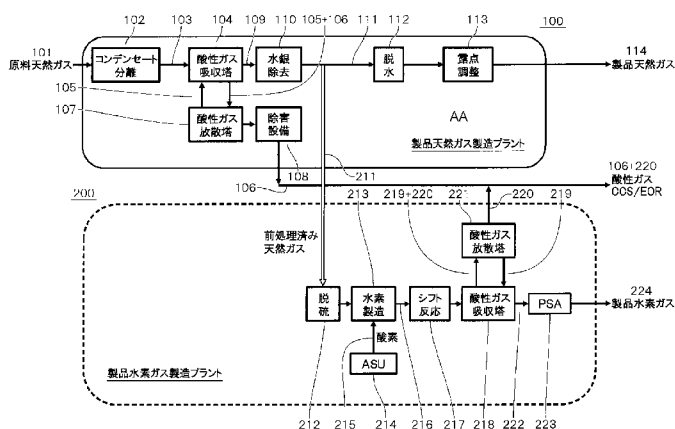
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: NOVEL PRODUCTION EQUIPMENT AND PRODUCTION METHOD OF NATURAL GAS AND HYDROGEN

(54) 発明の名称: 天然ガス及び水素の新規な製造設備及び製造方法



100 Product natural gas production plant
101 Raw material natural gas
102 Condensate separation
104, 218 Acid gas absorption tower
107, 221 Acid gas desorption tower
108 Abatement equipment
110 Mercury removal
112 Dehydration
113 Dew point adjustment
114 Product natural gas

200 Product hydrogen gas production plant
212 Desulfurization
213 Hydrogen production
215 Oxygen
217 Shift reaction
224 Product hydrogen gas
AA Pretreated natural gas

(57) Abstract: This production equipment, for producing a product hydrogen gas and a product natural gas with natural gas as the raw material, is provided with a product natural gas production line and a product hydrogen gas production line, wherein the product hydrogen gas production line and the product natural gas production line share one or multiple pre-treatment devices of raw material natural gas, wherein said one or multiple pre-treatment devices are selected from the group consisting of a condensate separator, an acid gas absorption tower, and acid gas desorption tower and a mercury removal device.

(57) 要約: 天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための設備であって、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとを備え、前記製品水素ガス製造ラインと、前記製品天然ガス製造ラインが、コンデンサートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、及び水銀の除去装置からなる群から選択される一つ、又は複数の原料天然ガスの前処理装置を共有する、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。

WO 2017/154043 A1

明 細 書

発明の名称：天然ガス及び水素の新規な製造設備及び製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、天然ガス及び水素の新規な製造設備及び製造方法に関する。本発明は、より具体的には、天然ガスの製造設備（又は製造方法）と組み合わせた水素の新規な製造設備（又は製造方法）に関する。

背景技術

[0002] 将来の水素社会を目指して、水素エネルギーや燃料電池に関して、多くの研究開発や実証計画が遂行されている。

[0003] 国内向け燃料電池車用の水素は、国内の遊休装置や余剰設備を活用することで当面は供給可能であるとの見通しであるが、将来、水素発電が実施されると、国内水素では不足し、海外から水素を輸入する必要があると言われていいる。水素は輸送に際して、気体から液体に変換する必要があるが、水素の液化には10.8～12.7kW/kg程度の多量のエネルギーを必要とするため、液体に変換する際のエネルギー削減や効率向上が課題である。液化水素を製造するためには、エネルギー原単位や製造コストの低減を目指した例が知られている（例えば、特許文献1～3等を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平6－241647号公報

特許文献2：特開平8－178520号公報

特許文献3：特開平9－303954号公報

発明の概要

[0005] エネルギー用途の水素を普及させるためには、水素製造に関わる供給コストを低減することが課題である。そのために、水素製造プラントのコストや水素輸送のコストの低減を図る必要がある。本発明の目的は、製造コストを低減できる、天然ガス処理プラントと水素製造プラントをインテグレーション

ンした新規な製品天然ガス及び製品水素の製造設備、及び製造方法を提供することにある。

[0006] 上記の課題に鑑み、本発明者らは、産ガス国においてエネルギー用途のために安価な水素を製造することを着想し、本発明を考案した。産ガス国では従来から製品天然ガスをパイプラインで輸出するために、天然ガス処理プラントを設置している場合が多い。本発明は、この天然ガス処理プラントと水素製造プラントを併設して、必要な設備を共用、共通化することで、水素製造プラントのコスト削減の実現に寄与するものである。

[0007] 本発明の一態様によれば、以下の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備等を提供できる。

1. 天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための設備であって、

製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとを備え、

前記製品水素ガス製造ラインと、前記製品天然ガス製造ラインが、コンデンセートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、及び水銀の除去装置からなる群から選択される一つ、又は複数の原料天然ガスの前処理装置を共有する、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。

2. 前記共有する前処理装置が少なくとも酸性ガス放散塔を含む、1に記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。

3. 前記製品天然ガス製造ライン及び前記製品水素ガス製造ラインにおいて、酸性ガス除去装置を複数備え、これら複数の酸性ガス除去装置が単一の酸性ガス放散塔を共有する、2に記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。

4. 1～3のいずれかに記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備を備え、さらに製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する設備を備える、水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための設備。

5. 天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための方法であって、

コンデンセートの分離、酸性ガスの吸収、酸性ガスの放散、及び水銀の除去からなる群から選択される一つ、又は複数の前処理に原料天然ガスを供した後、前処理後の原料天然ガスを、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとに分岐させることを含む、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法。

6. 5に記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法を含み、さらに製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する工程を含む、水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法。

7. 前記混合ガス中の水素濃度は33vol%以下である、6に記載の水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法。

8. さらに、前記混合ガスをパイプライン又は圧縮ガスホルダで出荷することを含む、7に記載の水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法。

[0008] 本発明によれば、製造コストを低減できる、天然ガス処理プラントと水素製造プラントをインテグレーションした新規な製品天然ガス及び製品水素の製造設備及び製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、製品天然ガスと水素ガスを製造するための従来の典型的なプロセスを示す工程ブロック図である。

[図2]図2は、実施例1で用いた原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスを示す工程ブロック図である。

[図3]図3は、実施例2で用いた原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスを示す工程ブロック図である。

[図4]図4は、実施例3で用いた原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスを示す工程ブロック図である。

[図5]図5は、実施例4で用いた原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスを示す工程ブロック図である。

[図6]図6は、実施例5で用いたプロセスを示す工程ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] [水素ガス及び製品天然ガスの製造設備]

本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備は、天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための設備であって、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとを備え、前記製品水素ガス製造ラインと、前記製品天然ガス製造ラインが、コンデンセートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、及び水銀の除去装置からなる群から選択される一つ、又は複数の原料天然ガスの前処理装置を共有することを特徴とする。

[0011] 本発明者らは、従来技術の課題に鑑み、天然ガス処理プラントと水素製造プラントのインテグレーションに着目した。本発明は、天然ガス処理プラントと水素製造プラントを併設することにより、機器の削減によるプラントコストの低減を実現するものである。

[0012] 本発明における製品水素ガス製造ラインは、ガス田から得られる原料天然ガスを精製して、製品として流通可能な品質の水素ガスを製造するもので、水蒸気改質を利用するものである。具体的には、天然ガスを原料とし、高温下で水蒸気と反応させて、水素と一酸化炭素を含むガスを発生させる。製品水素ガス製造ラインは、コンデンセートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、及び水銀の除去装置からなる群から選択される一つ、又は複数の原料天然ガスの前処理装置を製品天然ガス製造ラインと共有することを条件として、既知の製造ラインを使用することができる。

[0013] 本発明における製品天然ガス製造ラインは、ガス田から得られる原料天然ガスを精製して、製品として流通可能な品質の天然ガスを製造するものである。製品天然ガス製造ラインは、コンデンセートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、及び水銀の除去装置からなる群から選択される一つ、又は複数の原料天然ガスの前処理装置を水素ガス製造ラインと共有することを条件として、既知の製造ラインを使用することができる。

[0014] 本発明において、コンデンセートの分離装置とは、原料天然ガス中に含まれる重質液体炭化水素（コンデンセート、凝縮物）を分離、回収するための

装置であり、既知のものを使用することができる。

[0015] 本発明において、酸性ガス吸収塔とは、原料天然ガス中に含まれる酸性ガスを吸収して除去するための装置であり、既知のものを使用することができる。酸性ガスとしては、例えば、硫化水素ガスや炭酸ガス等が挙げられる。

[0016] 本発明において、酸性ガス放散塔とは、酸性ガス吸収塔により原料天然ガス中から吸収した酸性ガスを放散するための装置であり、既知のものを使用することができる。

[0017] 本発明において、水銀の除去装置とは、原料天然ガス中に含まれる水銀を分離、除去するための装置であり、既知のものを使用することができる。

[0018] 本発明において、脱水装置とは、原料天然ガス中に含まれる水分を分離、除去するための装置であり、既知のものを使用することができる。

[0019] 本発明において、露点調整装置とは、製品天然ガス中に含まれる炭化水素の露点を調整するための装置であり、既知のものを使用することができる。

[0020] 本発明において、製品天然ガスとは、ガス田から得られる原料天然ガスを精製して、製品として流通可能な品質にした天然ガスをいうものとする。

[0021] 本発明において、製品水素ガスとは、ガス田から得られる原料天然ガスを精製して、製品として流通可能な品質にした水素ガスをいうものとする。

[0022] 本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備の一態様において、前記共有する前処理装置が少なくとも酸性ガス放散塔を含むものであってもよい。これにより、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインが、酸性ガス放散塔を共有するため、それぞれの製造ラインで独立した酸性ガス放散塔を有する必要がなく、機器の削減によりプラントコストを低減することができる。

[0023] この態様では、例えば、製品天然ガス製造ラインにおいて、原料天然ガスをコンデンセート分離装置において処理してコンデンセートを分離回収し、次いで酸性ガス吸収塔及び酸性ガス放散塔において処理して酸性ガスを分離回収する。一方、製品水素ガス製造ラインは、コンデンセート分離装置及び酸性ガス吸収塔については、製品天然ガス製造ラインのものとは別の独立し

た装置を有するものとし、酸性ガス放散塔については、製品天然ガス製造ラインのものと共有することとする。

[0024] また、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備の一態様において、前記製品天然ガス製造ライン及び前記製品水素ガス製造ラインにおいて、酸性ガス吸収塔を複数備え、これら複数の酸性ガス吸収塔が単一の酸性ガス放散塔を共有するものであってもよい。この態様では、製品天然ガス製造ラインにおいて、原料天然ガスの前処理装置として酸性ガス吸収塔を有するものとし、製品水素ガス製造ラインにおいては、原料天然ガスの前処理装置として酸性ガス吸収塔を有し、さらに、シフト反応工程後に、シフト反応により生ずる二酸化炭素を分離吸収するための酸性ガス吸収塔を有するものとすることができる。合計三つの酸性ガス吸収塔からのプロセス流体を単一の酸性ガス放散塔に供給して、酸性ガスを分離回収することができる。

[0025] また、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備の一態様において、前記共有する前処理装置が、少なくとも酸性ガス放散塔を含み、さらに、コンデンセート分離装置、及び酸性ガス吸収塔を含んでいてもよい。この態様では、コンデンセート分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔を共有する。原料天然ガスを、コンデンセート分離装置において処理してコンデンセートを分離回収し、次いで酸性ガス吸収塔及び酸性ガス放散塔において処理して酸性ガスを分離回収する。得られた前処理後の天然ガスは、製品天然ガス製造ラインと、製品水素ガス製造ラインに分けて供給する。

[0026] また、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備の一態様において、前記共有する前処理装置が、少なくとも酸性ガス放散塔を含み、さらに、コンデンセート分離装置、酸性ガス吸収塔、及び水銀除去装置を含んでいてもよい。この態様では、コンデンセート分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、水銀除去装置を共有する。原料天然ガスを、コンデンセート分離装置において処理してコンデンセートを分離回収し、酸性ガス吸収塔及び酸性ガス放散塔において処理して酸性ガスを分離回収し、次いで水銀除去装置において処理して水銀を分離回収する。得られた前処理後の天然ガスは、

製品天然ガス製造ラインと、水素ガス製造ラインに分けて供給する。

[0027] また、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備の一態様において、前記共有する前処理装置がコンデンセート分離装置であってもよい。この態様では、原料天然ガスをコンデンセート分離装置において処理してコンデンセートを分離回収し、コンデンセート分離装置で処理した天然ガスを、製品天然ガス製造ラインと、製品水素ガス製造ラインに分けて供給する。

[0028] 以上説明した本発明の種々の態様において、原料天然ガスの前処理装置を共有することにより、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインのそれぞれで独立した前処理装置を有する必要がなく、機器の削減によりプラントコストを低減することができる。

[0029] [水素及び天然ガスの混合ガスの製造設備]

本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備を備え、さらに製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する設備を備えることにより、水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための設備を提供できる。

本発明の水素及び天然ガスの混合ガスの製造設備は、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備により製造した製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する設備を備える。

これにより、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備を備えることで、原料天然ガスの前処理装置を共有してプラントコストを低減でき、さらに例えば、水素発電向けに製品天然ガスと製品水素ガスを混合して出荷することにより、輸送コストの低減も図ることができる。

[0030] [水素ガス及び製品天然ガスの製造方法]

本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法は、天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための方法であって、コンデンセートの分離、酸性ガスの吸収、酸性ガスの放散、及び水銀の除去からなる群から選択される一つ、又は複数の前処理に原料天然ガスを供した後、前処理後の原料天然ガスを、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとに分岐させることを含む。

これにより、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインで共通する原料天然ガスの前処理を独立して行うのではなく、一括して行うことにより、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造に要するコストを低減することができる。

[0031] 以上説明した本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法は、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備を用いて実施することができる。

[0032] [水素ガス及び天然ガスの混合ガスの製造方法]

本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法を含み、さらに製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する工程を含むことにより、水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法を提供できる。

本発明の水素及び天然ガスの混合ガスの製造方法は、本発明の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法により製造した製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する工程を備える。

これにより、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインで共通する原料天然ガスの前処理を一括して行うことにより、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造に要するコストを低減することができ、さらに例えば、水素発電向けに製品天然ガスと製品水素ガスを混合して出荷することにより、輸送コストの低減も図ることができる。

[0033] 本発明の製造方法により製造される水素ガス及び天然ガスの混合ガス中の水素濃度は、例えば、33vol%以下である。

これにより、都市ガスの規格を満足できる。

[0034] 本発明の製造方法は、さらに、水素及び天然ガスの混合ガスをパイプライン又は圧縮ガスホルダで出荷することを含んでもよい。

これにより、水素及び天然ガスの出荷設備、輸送設備、受入設備を共通化でき、出荷、輸送、受入に係わるコストが削減できる。

実施例

[0035] 以下、実施例を示して本発明をさらに具体的に説明するが、本発明の範囲

はこれら実施例の記載に何ら限定されるものではない。

[0036] 以下の各例において、年産500万トンの製品天然ガスを生産するプラントに年産10万トンの製品水素ガスを生産するプラントを併設することを想定する。原料の天然ガスはガス田から生産され、製品天然ガス製造プラント及び製品水素ガス製造プラントに必要量が供給されるものとする。

[0037] (比較例1)

従来技術においてそれぞれ一般的な天然ガス製造工程と水素ガス製造工程とを組合せた、製品天然ガスと製品水素ガスの併産プラントを比較例1に示す。比較例1のプロセスのブロック工程図を図1に示す。

[0038] 製品天然ガスの製造プラント100において、まず、ガス田から供給された原料天然ガス101は、コンデンセート分離装置102でコンデンセート(重質系炭化水素)が分離され、メタンを主成分とするガス103となる。このガス中には二酸化炭素や硫化水素などの酸性ガスが含まれているため、酸性ガス吸収塔104において溶剤105により酸性ガス106が吸収除去される。酸性ガス吸収塔104で吸収された酸性ガス106は、放散塔107で溶剤105から放散され、必要に応じて除害設備108で除害処理をした後、大気に放出される。酸性ガス106が除去された天然ガス109は、さらに水銀除去工程110においてガス中の水銀が除去され、水銀除去工程110を経た天然ガス111は、脱水工程112において脱水される。次いで、露点調整工程113において炭化水素の露点調整をした後、製品天然ガス114となり、パイプラインで移送したり、圧縮ガスとして出荷したりする。

[0039] 一方、製品水素ガスの原料となる水素は、ガス田から供給される原料天然ガスの改質によって製造される。製品水素ガスの製造プラント200では、原料天然ガス201をコンデンセートの分離(コンデンセート分離装置202)、酸性ガスの吸収除去(酸性ガス吸収塔204、酸性ガス放散塔207)、水銀の除去(水銀除去工程210)、必要に応じて除害処理(除害設備208)に供する。製品天然ガス製造プラント100と同じである。

[0040] これらの前処理後のガス 211 は、脱硫工程（具体的には、水素化脱硫と吸着脱硫）212 を経て、改質工程（水素製造工程）213 にて水蒸気と、また必要に応じて、空気分離装置（Air Separation Unit : ASU）214 により空気から分離した酸素 215 と反応させて、水素を主成分とする改質ガス 216 を得る。次いで、シフト反応工程 217 において、改質ガス中の一酸化炭素を水蒸気と反応させて、水素と二酸化炭素に変換させ、生成された二酸化炭素 220 は、酸性ガス吸収塔 218 にて溶剤 219 により吸収除去する。酸性ガス吸収塔 218 で吸収された二酸化炭素 220 は、放散塔 221 で溶剤 219 から放散され、大気に放出される。二酸化炭素 220 が除去された水素ガス 222 は、その後、圧力スイング吸着工程（Pressure Swing Adsorption : PSA）223 等により水素純度を高めた後、製品水素ガス 224 として、パイプラインで移送したり、圧縮ガスとして出荷したりする。

[0041] 例として、図 1 では、製品天然ガスの製造プラント 100 において、原料天然ガス 101 を 690 MMscfd（百万立方フィート／日、酸性ガスを除く）の流量で供給する場合、製品天然ガス 114 は 690 MMscfd 得られ、製品水素ガスの製造プラント 200 において、原料天然ガスを 50 MMscfd の流量で供給し、ASU 214 により空気から分離した酸素 215 を 40 MMscfd の流量で供給する場合、製品水素ガス 224 は 120 MMscfd 得られる。

[0042] （実施例 1）

水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインが、原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスの一態様を実施例 1 として図 2 に示す。具体的には、共有する前処理装置は、コンデンセートの分離装置、酸性ガスの除去装置、及び水銀の除去装置である。

図 2 において、図 1 と同じ符号は、プロセス流体、装置、又は処理が同じであることを意味する。

[0043] 図 2 は、図 1 と比較して、製品天然ガスの製造プラント 100 のプロセス

は同じである。

[0044] 製品水素ガスの製造プラント200において、コンデンセートの分離（コンデンセート分離装置202）、酸性ガスの吸収除去（酸性ガス吸収塔204、酸性ガス放散塔207）、水銀の除去（水銀除去工程210）は、製品天然ガスの製造プラント100の各工程（機器）を共用している。即ち、製品天然ガスの製造プラント100の水銀除去工程110を経た天然ガス111を、前処理済み天然ガス211として、製品水素ガスの製造プラント200の脱硫工程（具体的には、水素化脱硫と吸着脱硫）212に供する。その後の工程は、図1と同じである。

[0045] 尚、酸性ガス放散塔107、221で放散された酸性ガス106、220は、図2に示すように、圧縮した後、地中に圧入し貯留するか（CCS：Carbon dioxide Capture and Storage）、又は、原油の増進回収（EOR：Enhanced Oil Recovery）等に使用してもよい。

[0046] 例として、図2では、製品天然ガスの製造プラント100において、原料天然ガス101を740MMscfd（百万立方フィート／日、酸性ガスを除く）の流量で供給する。前処理後の天然ガス111のうち、690MMscfdを製品天然ガスの製造プラント100のその後の工程に供給し、50MMscfdを製品水素ガスの製造プラント200に供給し、ASU214により空気から分離した酸素215を40MMscfdの流量で供給する。結果として、比較例1と同様に、製品天然ガス114は690MMscfd得られ、製品水素ガス224は120MMscfd得られる。

[0047] 原料天然ガスの前処理プロセスを共用することにより、コンデンセートの分離、酸性ガスの除去、水銀除去処理等に関わる機器を削減することができ、結果として、プラントコストの低減が期待できることから、水素製造コストを低減できる。

[0048] （実施例2）

水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインが、原料天然ガスの前処

理装置を共有するプロセスの一態様を実施例2として図3に示す。具体的には、共有する前処理装置は、コンデンセートの分離装置である。

図3において、図1と同じ符号は、プロセス流体、装置、又は処理が同じであることを意味する。

[0049] 図3は、図1と比較して、製品天然ガスの製造プラント100のプロセスは同じである。

[0050] 製品水素ガスの製造プラント200において、コンデンセートの分離（コンデンセート分離装置）は、製品天然ガスの製造プラント100の工程（機器）を共用している。即ち、製品天然ガスの製造プラント100のコンデンセートの分離工程（コンデンセート分離装置102）を経た天然ガス103を、前処理済み天然ガス203として、製品水素ガスの製造プラント200の酸性ガスの吸収除去工程（酸性ガス吸収塔204、酸性ガス放散塔207）に供する。その後の工程は、図1と同じである。

[0051] 尚、酸性ガス放散塔107、207、221で放散された酸性ガス106、206、220は、図3に示すように、CCS又はEOR等に使用してもよい。

[0052] 例として、図3では、製品天然ガスの製造プラント100において、原料天然ガス101を740MMscfd（百万立方フィート／日、酸性ガスを除く）の流量で供給する。前処理後の天然ガス103のうち、690MMscfdを製品天然ガスの製造プラント100のその後の工程に供給し、50MMscfdを製品水素ガスの製造プラント200に供給し、ASU214により空気から分離した酸素215を40MMscfdの流量で供給する。結果として、比較例1と同様に、製品天然ガス114は690MMscfd得られ、製品水素ガス224は120MMscfd得られる。

[0053] 原料天然ガスの前処理プロセスを共用することにより、コンデンセートの分離等に関わる機器を削減することができ、結果として、プラントコストの低減が期待できることから、水素製造コストを低減できる。

[0054] （実施例3）

水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインが、原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスを実施例3として図4に示す。具体的には、共有する前処理装置は、コンデンセートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔である。

図4において、図1と同じ符号は、プロセス流体、装置、又は処理が同じであることを意味する。

[0055] 図4は、図1と比較して、製品天然ガスの製造プラント100のプロセスは同じである。

[0056] 製品水素ガスの製造プラント200において、コンデンセートの分離（コンデンセート分離装置202）、酸性ガスの吸収除去（酸性ガス吸収塔204、酸性ガス放散塔207）は、製品天然ガスの製造プラント100の各工程（機器）を共用している。即ち、製品天然ガスの製造プラント100の酸性ガス除去工程（酸性ガス吸収塔104、酸性ガス放散塔107）を経た天然ガス109を、前処理済み天然ガス209として、製品水素ガスの製造プラント200の水銀除去工程210に供する。その後の工程は、図1と同じである。

[0057] 尚、酸性ガス放散塔107、221で放散された酸性ガス106、220は、図4に示すように、CCS又はEOR等に使用してもよい。

[0058] 例として、図4では、製品天然ガスの製造プラント100において、原料天然ガス101を740MMscfd（百万立方フィート／日、酸性ガスを除く）の流量で供給する。前処理後の天然ガス109のうち、690MMscfdを製品天然ガスの製造プラント100のその後の工程に供給し、50MMscfdを製品水素ガスの製造プラント200に供給し、ASU214により空気から分離した酸素215を40MMscfdの流量で供給する。結果として、比較例1と同様に、製品天然ガス114は690MMscfd得られ、製品水素ガス224は120MMscfd得られる。

[0059] 原料天然ガスの前処理プロセスを共用することにより、コンデンセートの分離、酸性ガスの除去等に関わる機器を削減することができ、結果として、

プラントコストの低減が期待できることから、水素製造コストを低減できる。

[0060] (実施例4)

水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインが、原料天然ガスの前処理装置を共有するプロセスを実施例4として図5に示す。具体的には、共有する前処理装置は、酸性ガスの放散装置である。

[0061] 図5において、図1と同じ符号は、プロセス流体、装置、又は処理が同じであることを意味する。

[0062] 図5は、図1と比較して、製品天然ガスの製造プラント100のプロセスは同じである。

[0063] 製品水素ガスの製造プラント200において、酸性ガス吸収塔204で吸収した酸性ガス206を、製品天然ガスの製造プラント100と共有する酸性ガス放散塔107に供する。その他の工程は、図1のプロセスと同じであるが、製品水素ガスの製造プラント200において、シフト反応工程217の後で、酸性ガス吸収塔218にて溶剤219により吸収除去した二酸化炭素220を酸性ガス放散塔107に供給してもよい。

[0064] 尚、酸性ガス放散塔107で放散された酸性ガス106、206、220は、図5に示すように、CCS又はEOR等に使用してもよい。

[0065] 例として、図5では、製品天然ガスの製造プラント100において、原料天然ガス101を690MMscfd（百万立方フィート／日、酸性ガスを除く）の流量で供給する場合、製品天然ガス114は690MMscfd得られ、製品水素ガスの製造プラント200において、原料天然ガスを50MMscfdの流量で供給し、ASU214により空気から分離した酸素215を40MMscfdの流量で供給する場合、製品水素ガス224は120MMscfd得られる。原料供給量、製品製造量は、比較例1と同じである。

[0066] 酸性ガスの放散塔を共用することにより、放散塔等に関わる機器を削減することができ、結果として、プラントコストの低減が期待できることから、

水素製造コストを低減できる。

[0067] (実施例5)

実施例5のプロセスは、製品天然ガスの製造プラント100において、露点調整工程113で炭化水素の露点調整をした後の製品天然ガスに、製品水素ガスの製造プラント200で製造した水素ガスを混合して出荷することを除いては、実施例1と同じである。ブロック工程図を図6に示す。

図6において、図1と同じ符号は、プロセス流体、装置、又は処理が同じであることを意味する。

[0068] 消費地で製品天然ガスに水素を混合して発電する場合、ガス生産地で製品天然ガスと水素を混合してパイプラインや圧縮ガスホルダで出荷することにより、製品天然ガスと水素を別々のパイプラインや圧縮ガスホルダで出荷する場合に比べて、製品輸送コストを削減できる。

[0069] 例として、図6では、製品天然ガスの製造プラント100において、原料天然ガス101を690MMscfd（百万立方フィート／日、酸性ガスを除く）の流量で供給する場合、製品天然ガス114は690MMscfd得られ、製品水素ガスの製造プラント200において、原料天然ガスを50MMscfdの流量で供給し、ASU214により空気から分離した酸素215を40MMscfdの流量で供給する場合、製品水素ガス224は120MMscfd得られる。結果として、水素混合天然ガスは810MMscfd得られることになる。

[0070] 尚、製品天然ガスに水素を混合すると、燃焼速度が大きくなるため、13A都市ガスの燃焼速度を満足させるためには、製品天然ガス中の水素濃度は33vol%以下にすることが求められる。

[0071] エネルギー用途の水素を普及させるためには、水素製造に関わる供給コストを低減することが課題である。本発明によれば、上記課題が解決され、産ガス国において安価に水素を製造することができ、燃料電池や水素発電への利用促進に資することができる。

[0072] 上記に本発明の実施形態及び／又は実施例を幾つか詳細に説明したが、当

業者は、本発明の新規な教示及び効果から実質的に離れることなく、これら例示である実施形態及び／又は実施例に多くの変更を加えることが容易である。従って、これらの多くの変更は本発明の範囲に含まれる。

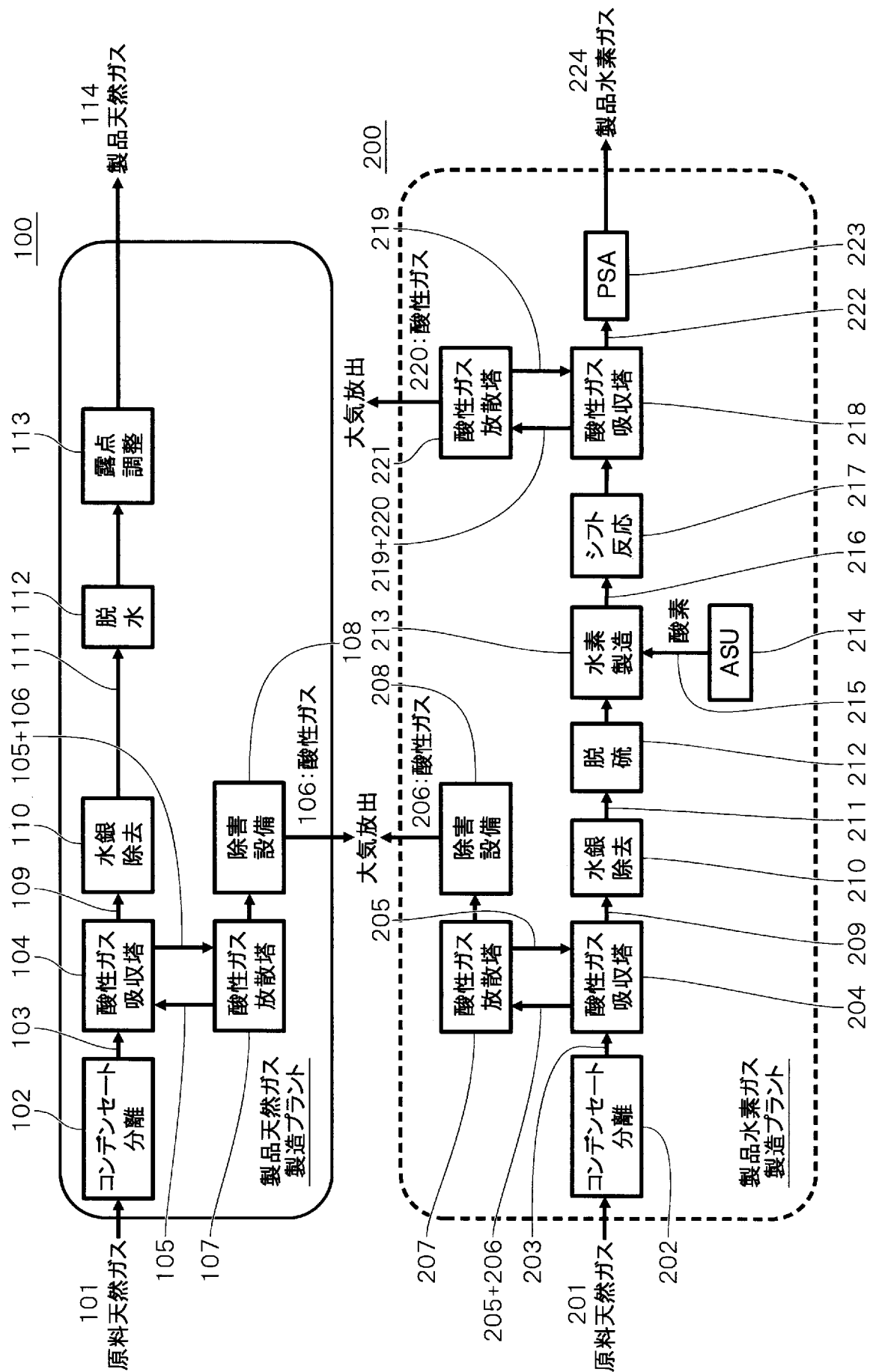
請求の範囲

- [請求項1] 天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための設備であって、
- 製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとを備え、
- 前記製品水素ガス製造ラインと、前記製品天然ガス製造ラインが、コンデンセートの分離装置、酸性ガス吸収塔、酸性ガス放散塔、及び水銀の除去装置からなる群から選択される一つ、又は複数の原料天然ガスの前処理装置を共有する、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。
- [請求項2] 前記共有する前処理装置が少なくとも酸性ガス放散塔を含む、請求項1に記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。
- [請求項3] 前記製品天然ガス製造ライン及び前記製品水素ガス製造ラインにおいて、酸性ガス除去装置を複数備え、これら複数の酸性ガス除去装置が単一の酸性ガス放散塔を共有する、請求項2に記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれかに記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造設備を備え、さらに製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する設備を備える、水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための設備。
- [請求項5] 天然ガスを原料として製品水素ガス及び製品天然ガスを製造するための方法であって、
- コンデンセートの分離、酸性ガスの吸収、酸性ガスの放散、及び水銀の除去からなる群から選択される一つ、又は複数の前処理に原料天然ガスを供した後、前処理後の原料天然ガスを、製品水素ガス製造ラインと、製品天然ガス製造ラインとに分岐させることを含む、製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法。
- [請求項6] 請求項5に記載の製品水素ガス及び製品天然ガスの製造方法を含み、さらに製品水素ガスと製品天然ガスとを混合する工程を含む、水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法。

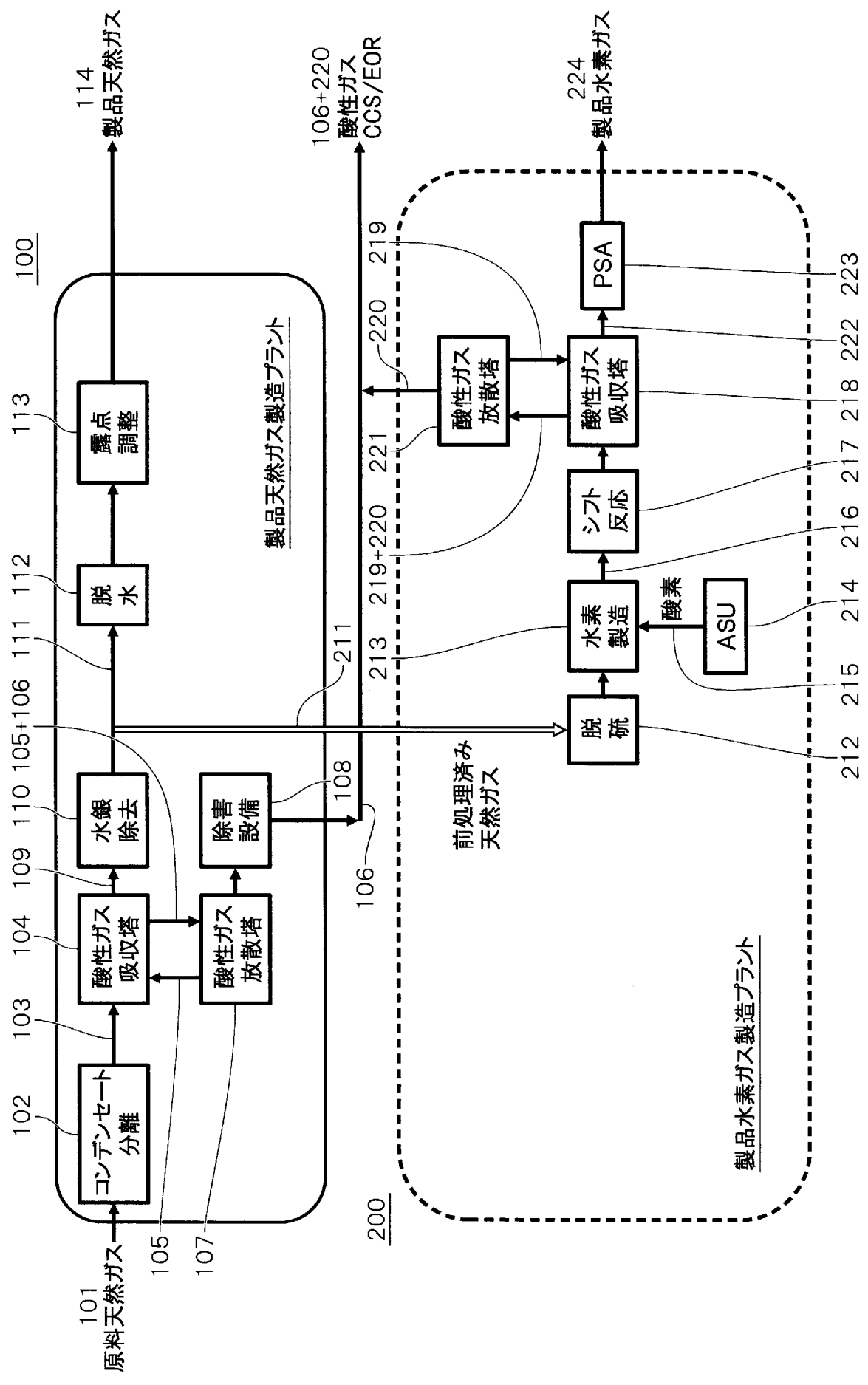
[請求項7] 前記混合ガス中の水素濃度は33vol%以下である、請求項6に記載の水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法。

[請求項8] さらに、前記混合ガスをパイプライン又は圧縮ガスホルダで出荷することを含み、請求項7に記載の水素及び天然ガスの混合ガスを製造するための方法。

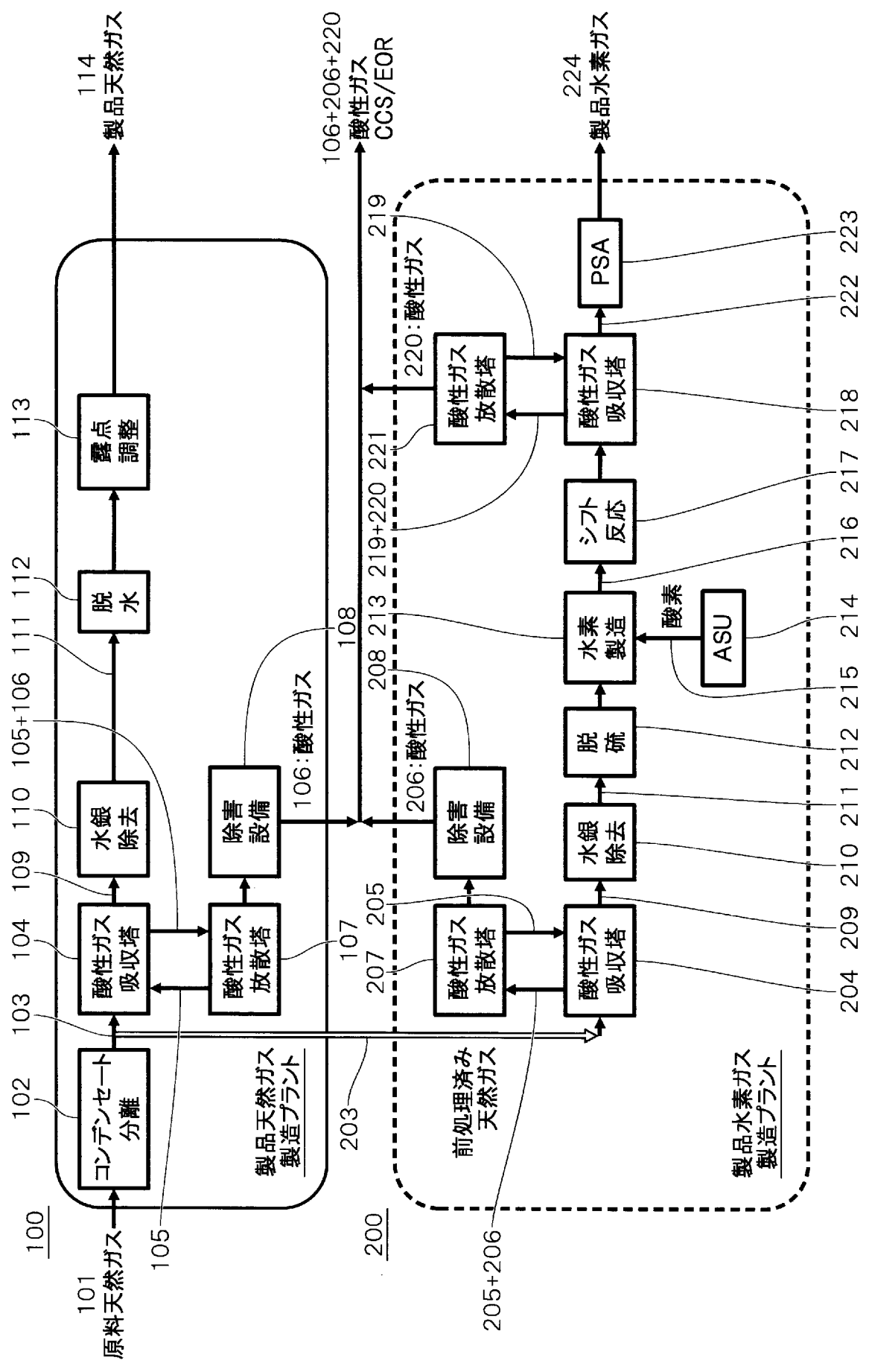
[図1]



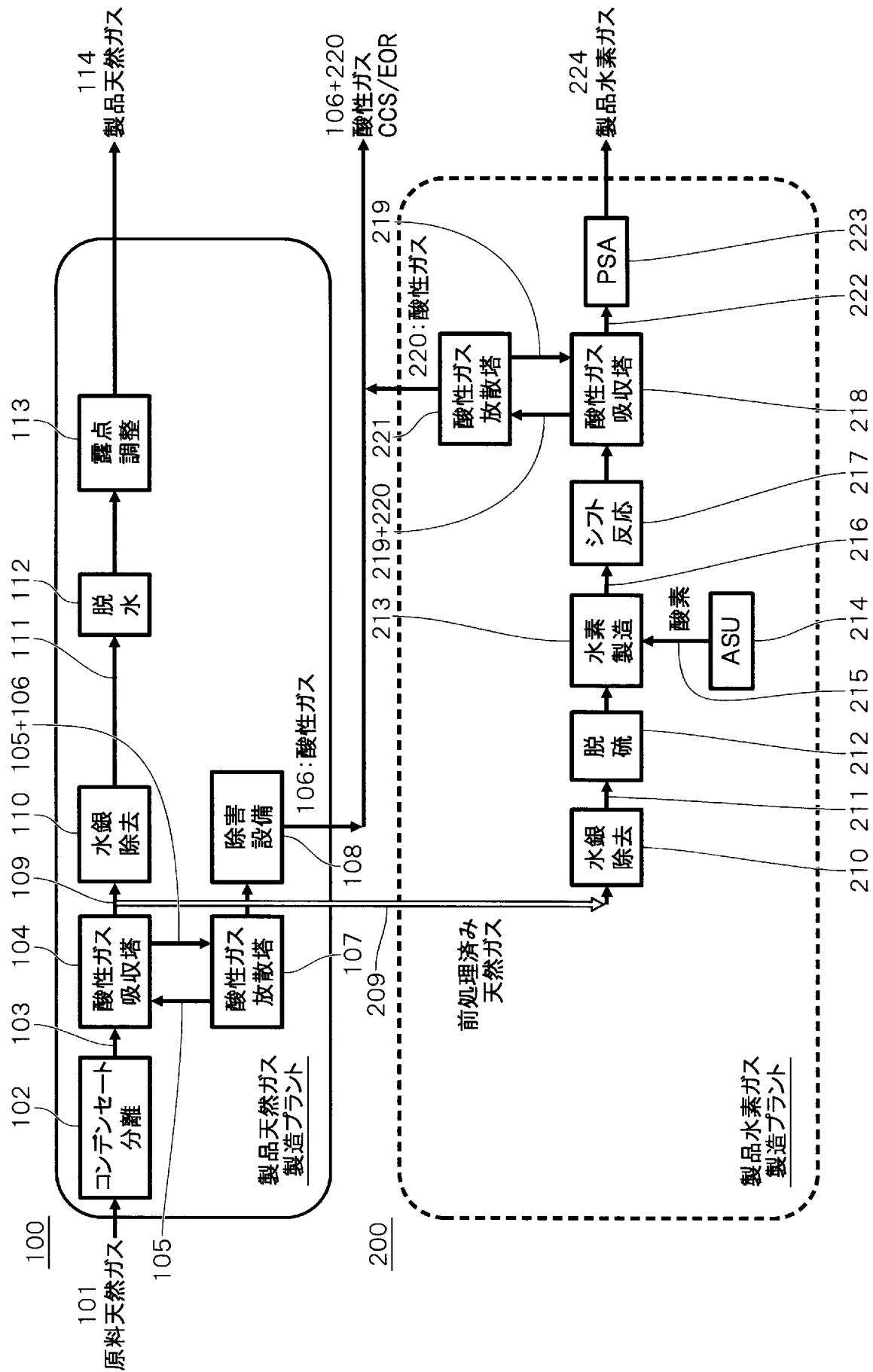
[図2]



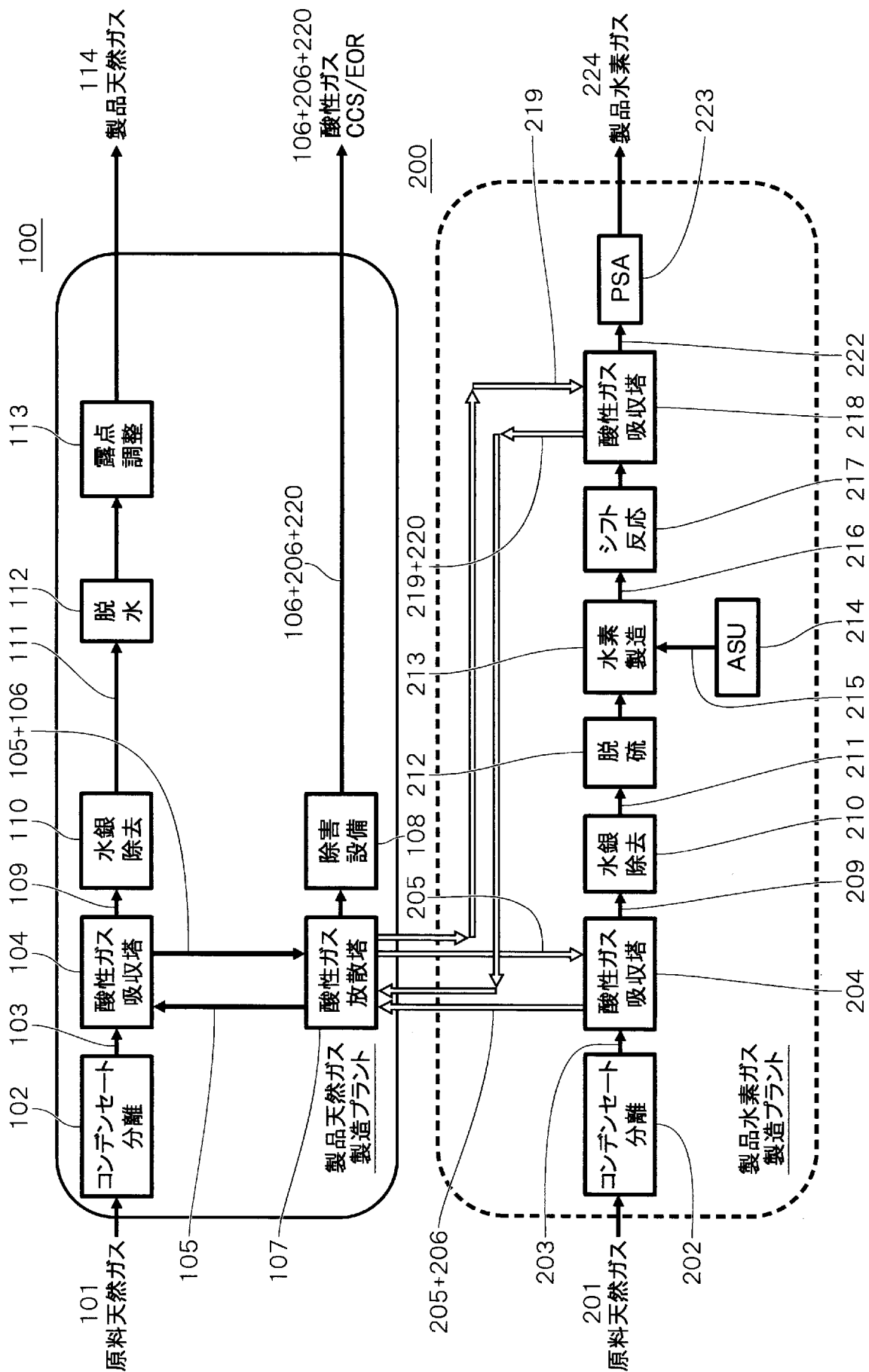
[図3]



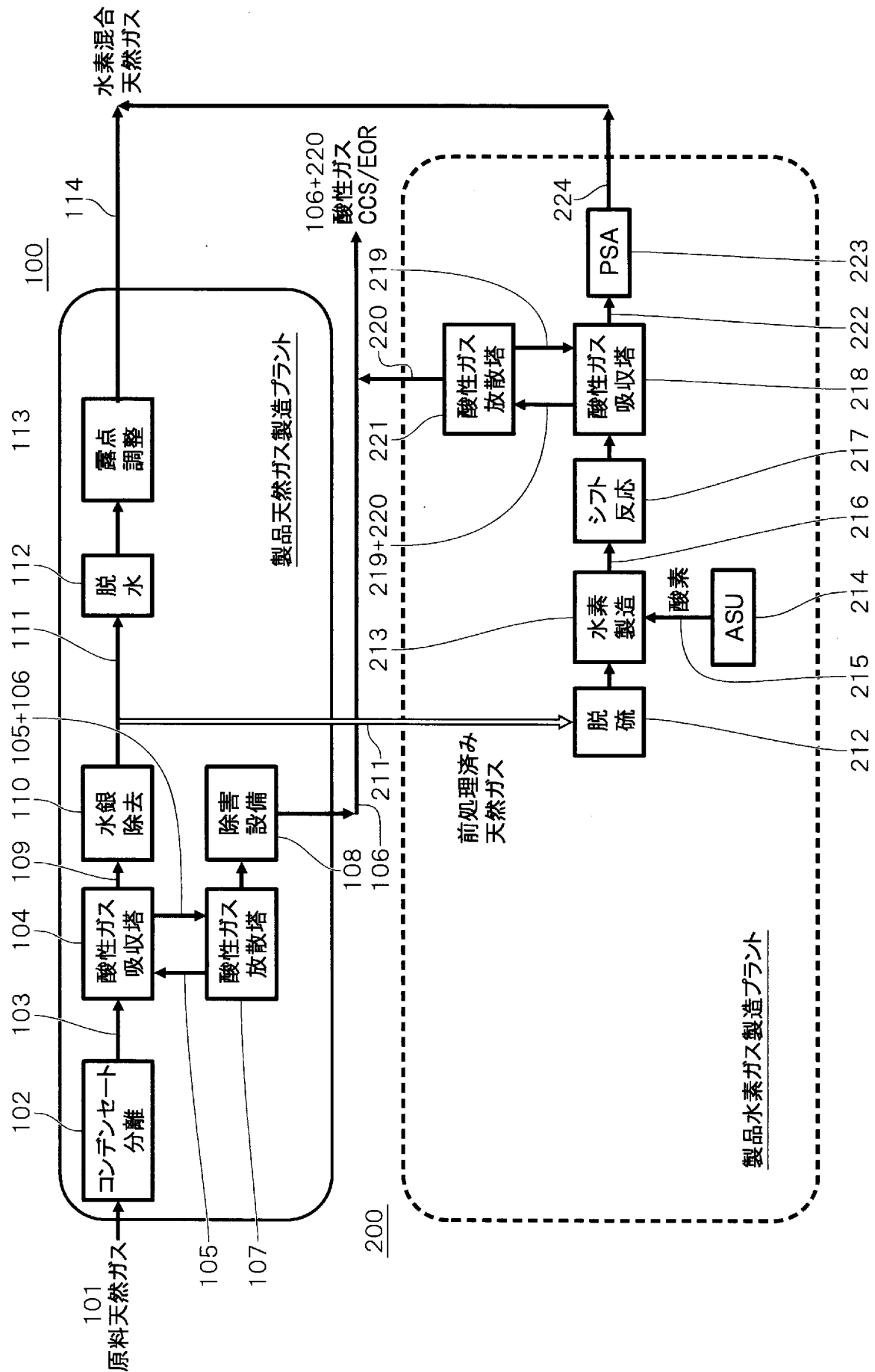
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25J3/06(2006.01)i, C01B3/02(2006.01)i, C10L3/10(2006.01)i

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)

F25J3/06, C01B3/02, C10L3/10

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Japio-GPG/FX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2012/0036889 A1 (IACCINO Larry), 16 February 2012 (16.02.2012), abstract; paragraphs [0046] to [0050], [0076] to [0079]; fig. 1 to 3 & WO 2012/021256 A2 & CN 103221365 A	1-2, 4-8 3
Y	US 2011/0062722 A1 (Avinash Sirdeshpande), 17 March 2011 (17.03.2011), abstract; paragraph [0171] & WO 2011/034890 A2 & CN 102575181 A	1-2, 4-8
Y	JP 11-228101 A (Shinko Pantec Co., Ltd.), 24 August 1999 (24.08.1999), paragraph [0021]; fig. 4 (Family: none)	4, 6-8



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

19 May 2016 (19.05.16)

Date of mailing of the international search report

31 May 2016 (31.05.16)

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

International application No.

PCT/JP2016/001345

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-500272 A (L'Air Liquide, Societe Anonyme pour L'Etude et L'Exploitation des Procedes Georges Claude), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraphs [0002] to [0004] & US 2010/0322845 A1 paragraphs [0002] to [0004] & WO 2008/017781 A2 & FR 2904821 A & CA 2660545 A	4, 6-8
A	JP 46-014242 B1 (Hitachi, Ltd.), 16 April 1971 (16.04.1971), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25J3/06(2006.01)i, C01B3/02(2006.01)i, C10L3/10(2006.01)i

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))

Int.Cl. F25J3/06, C01B3/02, C10L3/10

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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)

Japio-GPG/FX

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
Y A	US 2012/0036889 A1 (IACCINO Larry) 2012.02.16, abstract, [0046]-[0050], [0076]-[0079], Fig.1-3 & WO 2012/021256 A2 & CN 103221365 A	1-2, 4-8 3
Y	US 2011/0062722 A1 (Avinash Sirdeshpande) 2011.03.17, abstract, [0171] & WO 2011/034890 A2 & CN 102575181 A	1-2, 4-8
Y	JP 11-228101 A (神鋼パンテック株式会社) 1999.08.24, [0021], 図 4 (ファミリーなし)	4, 6-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的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矛盾するものではなく、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

19.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関根 崇

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

4Q

3838

C (続き) . 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
Y	JP 2010-500272 A (レール・リキードーソシエテ・アノニム・プール・レテュード・エ・レクスプロワタシオン・デ・プロセデ・ジョルジュ・クロード) 2010.01.07, [0002]-[0004] & US 2010/0322845 A1, [0002]-[0004] & WO 2008/017781 A2 & FR 2904821 A & CA 2660545 A	4, 6-8
A	JP 46-014242 B1 (株式会社日立製作所) 1971.04.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8