

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4868938号  
(P4868938)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

|               |             |                  |             |
|---------------|-------------|------------------|-------------|
| (51) Int. Cl. |             | F I              |             |
| <b>CO1B</b>   | <b>3/38</b> | <b>(2006.01)</b> | CO1B 3/38   |
| <b>CO1B</b>   | <b>3/48</b> | <b>(2006.01)</b> | CO1B 3/48   |
| <b>CO1B</b>   | <b>3/56</b> | <b>(2006.01)</b> | CO1B 3/56 Z |
| <b>HO1M</b>   | <b>8/06</b> | <b>(2006.01)</b> | HO1M 8/06 G |

請求項の数 3 (全 10 頁)

|           |                               |           |                           |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-138077 (P2006-138077)  | (73) 特許権者 | 000211307                 |
| (22) 出願日  | 平成18年5月17日 (2006.5.17)        |           | 中国電力株式会社                  |
| (65) 公開番号 | 特開2007-308324 (P2007-308324A) |           | 広島県広島市中区小町4番33号           |
| (43) 公開日  | 平成19年11月29日 (2007.11.29)      | (74) 代理人  | 100077805                 |
| 審査請求日     | 平成21年5月15日 (2009.5.15)        |           | 弁理士 佐藤 辰彦                 |
|           |                               | (74) 代理人  | 100081477                 |
|           |                               |           | 弁理士 堀 進                   |
|           |                               | (72) 発明者  | 田中 誠                      |
|           |                               |           | 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 |
|           |                               | (72) 発明者  | 南原 滋                      |
|           |                               |           | 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

メタン、エタン、プロパン、ブタンの群から選ばれる1又は2以上のアルカンを含むガスをゲストガスとするガスハイドレートを分解するガスハイドレート分解装置と、

加熱部を有し、前記ガスハイドレートの分解により生成したアルカン及び水を、前記加熱部による高温下で改質反応させて水素及び一酸化炭素を含む気体を生成する改質器と、

前記改質反応によって生成した水素及び一酸化炭素を含む気体を冷却する第1のガスクーラと、

前記気体から水素以外の気体を除去する圧力スイング吸着(PSA)装置と、

前記ガスハイドレートの分解により生成した水を前記第1のガスクーラに導入し、該第1のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を前記改質器に導入するための第1の導管と

を備えることを特徴とする水素製造装置。

【請求項2】

請求項1記載の水素製造装置において、

前記ガスハイドレートの分解により生成した水と前記改質反応により生成した一酸化炭素とをシフト反応させて水素を生成するCO変性器と、

前記シフト反応によって生成した水素を含む気体を冷却する第2のガスクーラと、

前記ガスハイドレートの分解により生成した水を前記第2のガスクーラに導入し、該第2のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を前記改質器に導入するため

10

20

## の第2の導管と

を備えることを特徴とする水素製造装置。

### 【請求項3】

請求項1又は請求項2記載の水素製造装置において、

前記加熱部は、前記ガスハイドレートの分解により生成したアルカンを燃料に用いて発熱するガスバーナから成ることを特徴とする水素製造装置。

### 【発明の詳細な説明】

### 【技術分野】

### 【0001】

本発明は、水素製造装置に関する。

10

### 【背景技術】

### 【0002】

工業的な水素製造方法として、天然ガスの主成分であるメタン、エタン、プロパン、ブタン等のアルカンと水蒸気とを高温下で反応させて水素を得る方法（水蒸気改質法）が知られている。このときの反応（ $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{CO}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{H}_2 + 2\text{CO}$ 、 $\text{C}_3\text{H}_8 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 7\text{H}_2 + 3\text{CO}$ 、 $\text{C}_4\text{H}_{10} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 9\text{H}_2 + 4\text{CO}$ ）は改質反応と称される。なお、アルカンとは、メタン、エタン、プロパン、ブタン等の一般式  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  で表される鎖状飽和炭化水素をいう。

### 【0003】

他の水素製造方法として、水蒸気と一酸化炭素とを反応させて、水素を得る方法が知られている。このときの反応（ $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ）はシフト反応と称される。

20

### 【0004】

ところで、天然ガスを含む物質として、天然ガスハイドレート（以下「NGH」という）が知られており、液化天然ガスに代わる天然ガスの新しい輸送媒体及び貯蔵媒体として注目されている。NGHは、天然ガスの分子が水分子の作るカゴの中に取り込まれた結晶構造を持つ包接水和物（ガスハイドレート）である。水分子に取り込まれたガス（ここでは天然ガス）をゲストガスという。NGHは、常圧で $1\text{m}^3$ のNGH中（このうち水の体積は $0.8\text{m}^3$ ）に $170\text{m}^3$ の天然ガスを包蔵できるといわれている。NGHが分解すると、天然ガス及び水が生ずる。

### 【0005】

30

ゲストガスがメタンであるガスハイドレートをメタンハイドレート（理論化学式： $\text{CH}_4 \cdot 5.75\text{H}_2\text{O}$ ）といい、ゲストガスがエタンであるガスハイドレートをエタンハイドレート（理論化学式： $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 7.2/3\text{H}_2\text{O}$ ）といい、ゲストガスがプロパンであるガスハイドレートをプロパンハイドレート（理論化学式： $\text{C}_3\text{H}_8 \cdot 1.7\text{H}_2\text{O}$ ）といい、ゲストガスがブタンであるガスハイドレートをブタンハイドレート（理論化学式： $\text{C}_4\text{H}_{10} \cdot 1.7\text{H}_2\text{O}$ ）という。メタンハイドレートは、下記特許文献1に記載されているように、常圧で $1\text{m}^3$ のメタンハイドレート中（このうち水の体積は $0.8\text{m}^3$ ）に $164\text{m}^3$ のメタンを包蔵できるといわれている。メタンハイドレートが分解すると、メタン及び水が生ずる（ $\text{CH}_4 \cdot 5.75\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + 5.75\text{H}_2\text{O}$ ）。

### 【0006】

40

メタンハイドレートから水素を製造する技術として、下記特許文献2に記載の技術が知られている。特許文献2記載の高温作動型燃料電池は、燃料が触媒を内蔵する合成ガス生成装置で改質されて生成した水素及び一酸化炭素からなる合成ガスが供給されて発電するとともに、高温のアノード側排出ガス及びカソード側排出ガスを排出し、アノード側排出ガスに燃料を混合した混合ガスは、合成ガス生成装置に導入され、高温作動型燃料電池又は燃焼装置の排熱が反応熱として供給されて、再び合成ガスに改質され、該合成ガスは、高温作動型燃料電池と、燃焼装置とに配分手段により供給され、燃料として利用されるハイブリッド発電装置システムである。高温作動型燃料電池は、燃料に水又は水蒸気を混合するとともに、燃料を燃焼させる等により合成ガス生成装置に反応熱を供給し、燃料を水素と一酸化炭素を主成分とする合成ガスに改質し、その合成ガスが用いられる。また、前

50

記燃料は、天然ガス、メタンガス、メタンハイドレート、コークス炉ガス、石炭乾溜ガス（COG）、石炭ガス化ガス、し尿や生ゴミ等を発酵処理して得られるバイオガス（発酵メタンガスを含む。）、木材等の有機物等を高温処理して得られる乾溜又は熱分解ガスによって構成される群から選定された1又は2以上である。

【特許文献1】特開2002-220353号公報

【特許文献2】特開2005-141910号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献2には、燃料と水又は水蒸気とを混合するのに、前記燃料にメタンハイドレートの分解により生じたメタンを用いることが記載されているが、前記水又は水蒸気にメタンハイドレートの分解により生じた水を用いることは記載されていない。従って、前記水又は水蒸気として他の水又は水蒸気が用意されているだけでなく、メタンハイドレートの分解により生じた水は利用されることなく捨てられていると考えられ、メタンハイドレートの分解により生じた水を水素生成に利用することが望まれる。

【0008】

本発明の目的は、アルカンを含むガスをゲストガスとするガスハイドレートの分解により生じたアルカンと水とを原料に用いて水素を製造する方法及びこれを用いた水素製造装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の水素製造装置は、メタン、エタン、プロパン、ブタンの群から選ばれる1又は2以上のアルカンを含むガスをゲストガスとするガスハイドレートを分解するガスハイドレート分解装置と、加熱部を有し、前記ガスハイドレートの分解により生成したアルカン及び水を、前記加熱部による高温下で改質反応させて水素及び一酸化炭素を含む気体を生成する改質器と、前記改質反応によって生成した水素及び一酸化炭素を含む気体を冷却する第1のガスクーラと、前記気体から水素以外の気体を除去する圧力スイング吸着（PSA）装置と、前記ガスハイドレートの分解により生成した水を前記第1のガスクーラに導入し、該第1のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を前記改質器に導入するための第1の導管とを備えることを特徴とする。

【0012】

本発明の装置では、前記ガスハイドレートがメタンハイドレートである場合には、まず、前記ガスハイドレート分解装置によりメタンハイドレートが分解され、メタン及び水が生成する。また、前記ガスハイドレートが、天然ガスをゲストガスとするガスハイドレート、すなわちNGHである場合には、NGHが分解されて天然ガス及び水が生成する。

例えばメタンハイドレート1molは、前記ガスハイドレート分解装置により分解されて、式(1)で示されるように、メタン1molと水5.75molとが生成する。

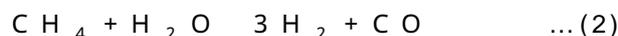
【0013】



次に、前記ガスハイドレート分解装置での前記分解により生成したメタンと水とが、前記改質器に導入される。前記改質器では、前記加熱部によりメタンと水とが加熱され、該メタンと水蒸気とが高温下で改質反応されて水素及び一酸化炭素が生成する。

例えば、前記分解により生成したメタン1molと、生成した水5.75molのうちの1molとが改質反応され、式(2)で示されるように、水素3molと一酸化炭素1molとが生成する。

【0014】



従って、本発明の装置は、メタンハイドレートを分解して生成したメタンと水とを原料に用いて水素を製造することができる。なお、前記ガスハイドレート分解装置での前記分解により生成したメタン1molと水5.75molとが前記改質器に導入された場合には、式(3)で示されるように、水4.75molが改質反応されずに前記改質器に残る。

10

20

30

40

50

## 【0015】



前記改質反応が終了した後、前記改質器には、水素だけでなく、一酸化炭素、水蒸気等の水素以外の気体が存在している。そこで、前記改質器内の気体を前記圧力スイング吸着装置に導入し、該気体から水素以外の気体を除去することにより、水素のみからなる気体を得ることができる。

前記改質反応は800前後の高温下で行われるため、前記改質器内の気体を前記圧力スイング吸着装置に導入するには、予め、該気体を常温付近の所定の温度にまで冷却しておくことが望まれる。

本発明の装置では、前記改質反応によって生成した水素及び一酸化炭素を含む気体を、前記第1のガスクーラにより冷却した後に、前記圧力スイング吸着装置に導入することができる。このとき、前記ガスハイドレートの分解により生成した水を、前記第1の導管を介して、前記ガスハイドレート分解装置から前記第1のガスクーラに導入することにより、該水の冷熱で前記第1のガスクーラの冷却効果を高めることができる。

さらに、第1のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を、前記第1の導管を介して、該第1のガスクーラから前記改質器に導入することにより、前記改質器において前記水を水蒸気に気化させるのに必要な熱エネルギーを削減することができる。

また、本発明の装置は、前記ガスハイドレートの分解により生成した水と前記改質反応により生成した一酸化炭素とをシフト反応させて水素を生成するCO変性器と、前記シフト反応によって生成した水素を含む気体を冷却する第2のガスクーラと、前記ガスハイドレートの分解により生成した水を前記第2のガスクーラに導入し、該第2のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を前記改質器に導入するための第2の導管とを備えることが望ましい。

## 【0016】

前記CO変性器を備えた場合、改質反応されずに前記改質器に残った例えば水4.75molのうちの1molと、前記改質反応により生成した一酸化炭素1molとが前記CO変性器でシフト反応すると、式(4)で示されるように、水素1molと二酸化炭素1molとが生成する。

## 【0017】



従って、前記CO変性器を備えることにより、水素の製造量を増やすことができる。なお、改質反応されずに前記改質器に残った水4.75molと改質反応で生成した一酸化炭素1molとが前記CO変性器に導入されている場合には、式(5)で示されるように、水3.75molがシフト反応されずに前記CO変性器に残る。

## 【0018】



前記シフト反応が終了した後、前記CO変性器には、水素だけでなく、二酸化炭素、水蒸気等の水素以外の気体が存在している。そこで、前記CO変性器内の気体を前記圧力スイング吸着装置に導入し、該気体から水素以外の気体を除去することにより、水素のみからなる気体を得ることができる。

前記シフト反応は200～500前後の高温下で行われるため、前記CO変性器内の気体を前記圧力スイング吸着装置に導入するには、予め、該気体を常温付近の所定の温度にまで冷却しておくことが望まれる。

前記CO変性器を備える装置では、前記シフト反応によって生成した水素を含む気体を、前記第2のガスクーラにより冷却した後に、前記圧力スイング吸着装置に導入することができる。このとき、前記ガスハイドレートの分解により生成した水を、前記第2の導管を介して、前記ガスハイドレート分解装置から前記第2のガスクーラに導入することにより、該水の冷熱で前記第2のガスクーラの冷却効果を高めることができる。

さらに、第2のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を、前記第2の導管を介して、該第2のガスクーラから前記改質器に導入することにより、前記改質器に

10

20

30

40

50

において前記水を水蒸気に気化させるのに必要な熱エネルギーを削減することができる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の装置において、前記加熱部は、前記ガスハイドレートの分解により生成したアルカンを燃料に用いて発熱するガスバーナから成ることが望ましい。ガスハイドレートの分解により生成したアルカンの一部をガスバーナの燃料に用いることができるので、ガスバーナ専用の燃料を用意する必要がない。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明の水素製造装置によれば、ガスハイドレート装置がアルカンを含むガスをゲストガスとするガスハイドレートを分解してアルカン及び水を生成し、改質器がそのアルカンと水とを改質反応させて水素を生成し、第1のガスクーラが水素を含む気体を冷却し、圧力スイング装置が前記気体から水素以外の気体を除去するので、アルカンを含むガスをゲストガスとするガスハイドレートの分解により生じたアルカンと水とを原料に用いて水素を製造することができる。例えば、メタンガスハイドレート1molの分解により生じたメタン1molと水1molとを改質反応することにより、水素3molを製造することができる。

10

また、前記ガスハイドレート分解装置によるガスハイドレートの分解により生成した水を、第1の導管を介して前記第1のガスクーラに導入するようにしたので、該水の冷熱によって前記第1のガスクーラの冷却効果を高めることができる。

さらに、第1のガスクーラの廃熱によって熱交換されて温水になった水を、前記第1の導管を介して、該第1のガスクーラから前記改質器に導入するようにしたので、前記改質器において前記水を水蒸気に気化させるのに必要な熱エネルギーを削減することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

図1は、実施例の水素製造装置の全体構成を示す図である。

【 0 0 2 5 】

水素製造装置1は、天然ガスハイドレートタンク（以下「NGHタンク」という）2、天然ガスハイドレート分解装置（以下「NGH分解装置」という）3、加熱部としてガスバーナ5を有する改質器6、改質ガスクーラ7、CO変性器8、変性ガスクーラ9、圧力スイング吸着装置（以下「PSA装置」という）10、水素タンク11、及びオフガスタンク12を備え、それぞれは、図中で実線、破線、及び一点鎖線の矢印で示される導管によって接続されている。なお、実線の矢印は気体を、破線の矢印は液体を、一点鎖線の矢印は固体を通すための導管を示す。さらに、NGH分解装置3と改質ガスクーラ7と改質器6とが第1の導管13によって接続され、NGH分解装置3と変性ガスクーラ9と改質器6とが第2の導管14によって接続されている。なお、改質ガスクーラ7は本発明の装置における第1のクーラに相当し、変性ガスクーラ9は第2のクーラに相当する。

30

【 0 0 2 6 】

NGHタンク2は、NGHをNGH分解装置3に供給する。

【 0 0 2 7 】

ここで、図2を参照してNGH分解装置3について説明する。

40

【 0 0 2 8 】

NGH分解装置3は、網24、天然ガスハイドレート供給口21、ガス出口22、及び水出口23を備えた容器20と、一端が水出口23に接続し、他端が容器20内に通じていて、途中にポンプ26及び加熱器27を備えた水導管25とで構成される。

【 0 0 2 9 】

容器20は、ステンレス製の耐圧容器であり、その内部に網24を備える。網24は、容器20内の水31に浸からない高さに、NGH30を載せる支持板として設けられ、水を通す（しかし、NGH30は通さない）孔24aを有している。

【 0 0 3 0 】

天然ガスハイドレート供給口21は、容器20側面に設けられ、容器20内にNGH3

50

0を供給する。

【0031】

ガス出口22は、容器20上部に設けられ、NGH30の分解により生じた天然ガスを容器20外に出す。

【0032】

水出口23は、容器20下部に設けられ、NGH30の分解により生じた、容器20下部に貯蔵された水31を容器20外に出す。

【0033】

水導管25は、水出口23から出た冷水(5程度の水)31の一部をポンプ26で汲み上げて、加熱器27によって適温(10程度の水)に温められた水を容器20内のNGH30に掛ける。これにより、温水(10程度の水)が有する熱エネルギーをNGH30に与えて、NGH30の分解を促進させる。

10

【0034】

NGH分解装置3において、容器20内でNGHタンク2から供給されたNGH30が分解して、天然ガス及び冷水31が生ずる。なお、天然ガスの組成は、例えばメタン80~90%、エタン2~10%、プロパン2~4%、ブタン1~2%である。

【0035】

天然ガスは、ガス出口22から容器20外に出て、改質器6に導入される。天然ガスの一部は、燃料としてガスバーナ5に導入される。

【0036】

冷水31は、網24の穴24aを通過して容器20下部に貯蔵され、水出口23から容器20外に出て、後述の改質器6に導入される。冷水31の一部は、第1の導管13を介して後述の改質ガスクーラ7に導入され、第2の導管14を介して変性ガスクーラ9に導入される。また、冷水31の一部は、先述のように、加熱器27で温められて温水となり、必要に応じて容器20内のNGH30に掛けられる。

20

【0037】

図1の改質器6は、NGH分解装置3から導入された天然ガス及び後述のオフガスを燃料に用いて発熱するガスバーナ5を有する。ガスバーナ5は、改質器6内の温度を800前後に加熱する。NGH分解装置3から導入された天然ガス及び水は、ガスバーナ5によって加熱され、水は水蒸気になる。改質器6は、高温(800前後)下で、天然ガスと水蒸気との混合ガスを改質反応させて、水素と一酸化炭素を生成する( $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$ ,  $C_2H_6 + 2H_2O \rightarrow 5H_2 + 2CO$ ,  $C_3H_8 + 3H_2O \rightarrow 7H_2 + 3CO$ ,  $C_4H_{10} + 4H_2O \rightarrow 9H_2 + 4CO$ )。このとき、水蒸気改質触媒として、ニッケル系触媒が用いられる。水素と、一酸化炭素と、未反応の水蒸気と、未反応の天然ガスとの混合ガスAは、改質ガスクーラ7に導入される。

30

【0038】

後述のCO変性器8に導入される混合ガスAは、所定の温度に冷却されている必要がある。改質ガスクーラ7は、改質器6から導入された、水素と、一酸化炭素と、水蒸気と、天然ガスとの混合ガスAを200~500に冷却する。冷却された混合ガスAは、CO変性器8に導入される。また、NGH分解装置3から導入された冷水31は、第1の導管13内で改質ガスクーラ7の廃熱によって熱交換されて温水になり、第1の導管13を介して改質器6に戻されて再び改質反応する。

40

【0039】

CO変性器8は、高温下で、改質ガスクーラ7から導入された、水素と、一酸化炭素と、水蒸気と、天然ガスとの混合ガスA中に含まれる水蒸気と一酸化炭素とを反応させて、水素と二酸化炭素とを生成する( $H_2O + CO \rightarrow H_2 + CO_2$ )。このとき、変性触媒として、CO変性器8内の温度が300~500の場合は鉄-クロム系触媒、200~300の場合は銅-亜鉛系触媒が用いられる。水素と、二酸化炭素と、未反応の一酸化炭素と、未反応の水蒸気と、天然ガスとの混合ガスBは、変性ガスクーラ9に導入される。

【0040】

50

後述の P S A 装置 1 0 に導入される混合ガス B は、所定の温度に冷却されている必要がある。変性ガスクーラ 9 は、C O 変性器 8 から導入された、水素と、二酸化炭素と、一酸化炭素と、水蒸気と、天然ガスとの混合ガス B を常温に冷却する。冷却された混合ガス B は、P S A 装置 1 0 に導入される。また、先述の N G H 分解装置 3 から導入された冷水 3 1 は、第 2 の導管 1 4 内で変性ガスクーラ 9 の廃熱によって熱交換されて温水になり、第 2 の導管 1 4 を介して改質器 6 に戻されて再び改質反応する。

【 0 0 4 1 】

P S A 装置 1 0 には、水素以外のガスを、高圧下で選択的に吸着し、低圧下で選択的に脱着する吸着剤が充填された吸着塔（図示しない）が複数設けられている。P S A 装置 1 0 は、常温下で、各吸着塔を時間的にずらして吸着 - 脱着 - 置換 - 昇圧のサイクルで運転し、P S A 装置全体で自動連続吸着装置として作動する。P S A 装置 1 0 は、変性ガスクーラ 9 から導入された、水素と、二酸化炭素と、一酸化炭素と、水蒸気と、天然ガスとの混合ガス B から、水素以外のガスを除去する。水素は水素タンク 1 1 に導入され、P S A 装置 1 0 に残留した二酸化炭素と、一酸化炭素と、水蒸気と、天然ガスとの混合ガス、すなわちオフガスは、オフガスタンク 1 2 に導入される。オフガスタンク 1 2 に導入されたオフガスは、燃料としてガスバーナ 5 に導入される。これにより、オフガス中に含まれる天然ガスを燃料として有効に利用できる。

10

【 0 0 4 2 】

以上のように、水素製造装置 1 において、N G H 3 0 を原料として、N G H 3 0 の分解により生じたメタンと水 3 1 とから水素が生成して、この水素は水素タンク 1 1 に導入される。

20

【 0 0 4 3 】

本発明は、以上の実施形態に限定されるものでなく、本発明の技術思想の範囲内において種々の変形及び変更が可能である。例えば、上記実施形態では、アルカンを含むガスをゲストガスとするガスハイドレートとして N G H を用いているが、メタンハイドレート、エタンハイドレート、プロパンハイドレート、ブタンハイドレートであってもよい。

【 0 0 4 4 】

また、本発明の製造装置は、燃料電池、半導体、光ファイバ、ガラスの製造や、金属の熱処理等に使用されることができる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 実施例の水素製造装置の全体構成を示す図。

【 図 2 】 実施例の水素製造装置に用いられる N G H 分解装置を示す図。

【 符号の説明 】

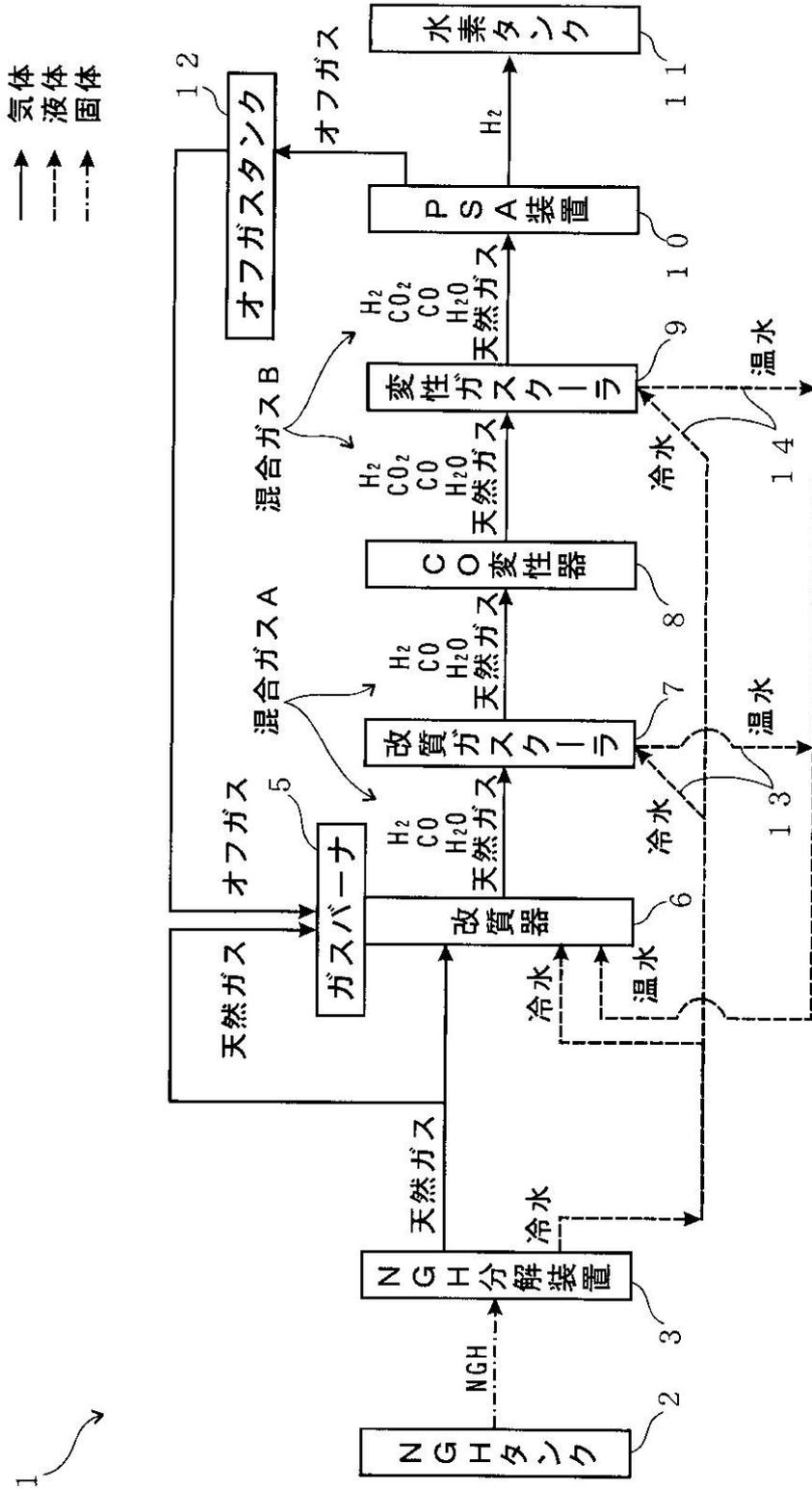
【 0 0 4 6 】

1 : 水素製造装置、 2 : 天然ガスハイドレートタンク、 3 : 天然ガスハイドレート分解装置、 5 : ガスバーナ、 6 : 改質器、 7 : 改質ガスクーラ、 8 : C O 変性器、 9 : 変性ガスクーラ、 1 0 : P S A 装置、 1 1 : 水素タンク、 1 2 : オフガスタンク、 1 3 : 第 1 の導管、 1 4 : 第 2 の導管、 2 0 : 容器、 2 1 : 天然ガスハイドレート供給口、 2 2 : ガス出口、 2 3 : 水出口、 2 4 : 網、 2 5 : 水導管、 2 6 : ポンプ、 2 7 : 加熱器、 3 0 : 天然ガスハイドレート、 3 1 : 水。

40

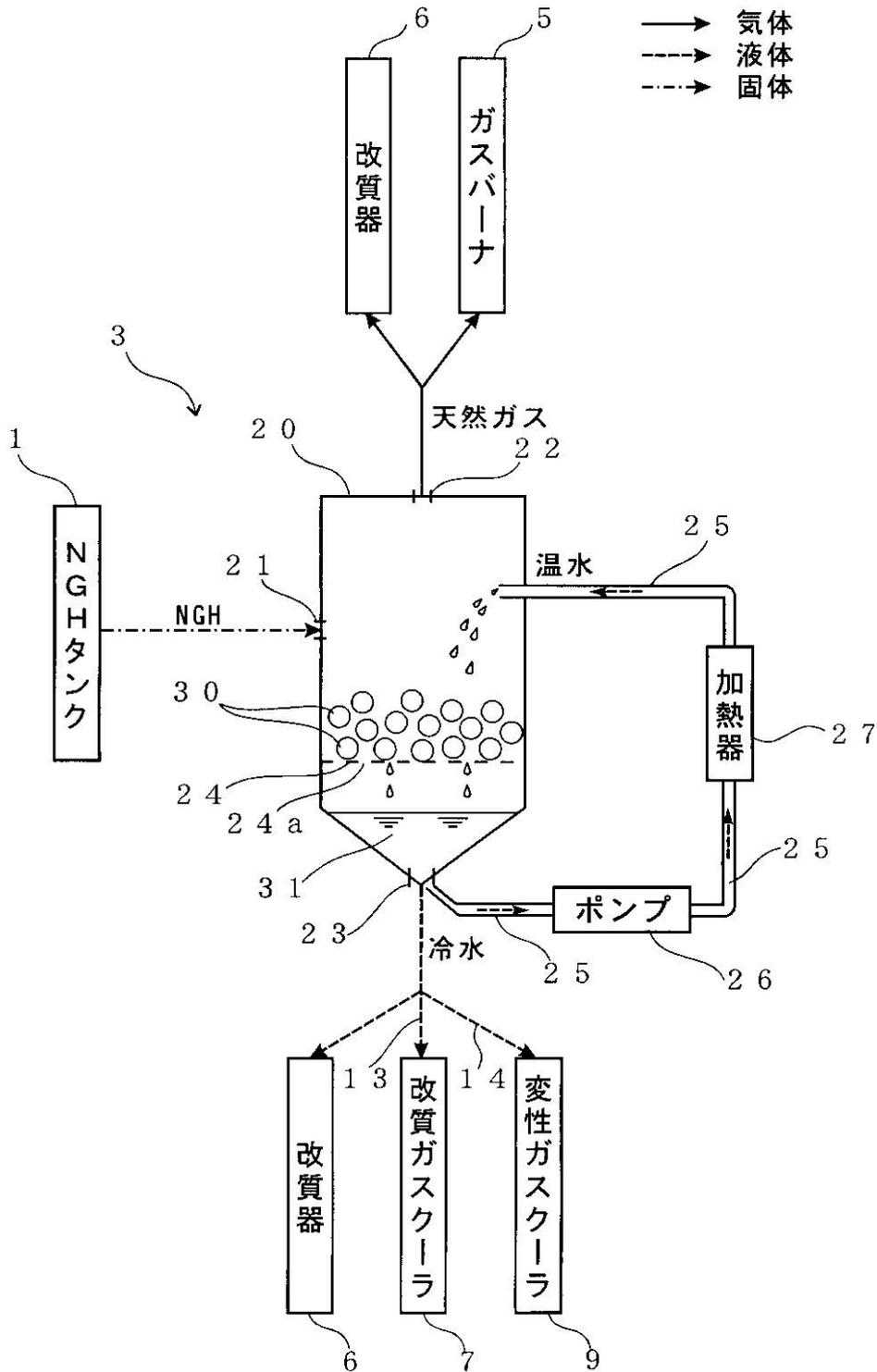
【図1】

FIG. 1



【図2】

FIG. 2



---

フロントページの続き

(72)発明者 村田 真史  
広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内

審査官 横山 敏志

(56)参考文献 特開2001-185184(JP,A)  
特開2000-251917(JP,A)  
特開2001-335304(JP,A)  
特開2002-220353(JP,A)  
特開2004-321952(JP,A)  
国際公開第2006/027175(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C01B3/00-6/34  
H01M8/06