

(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12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号  
**WO 2024/257735 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*C01B 3/26* (2006.01)      *C01B 3/56* (2006.01)  
*B01J 23/745* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2024/021085
- (22) 国際出願日:                    2024年6月10日(10.06.2024)
- (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 2023-097081    2023年6月13日(13.06.2023) JP  
特願 2023-175270    2023年10月10日(10.10.2023) 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

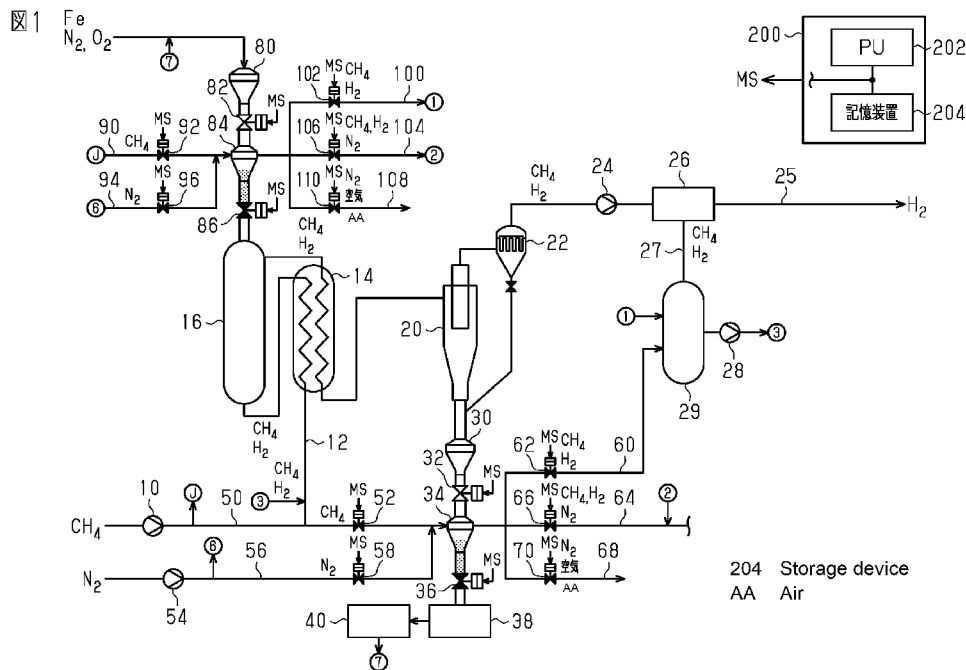
INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都  
千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(71) 出願人 (KR についてのみ): 三菱パワー株  
式会社 (MITSUBISHI POWER, LTD.) [JP/JP];  
〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみら  
い三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 當房 誠 (TOBO Makoto); 〒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). 大本 節男  
(OMOTO Setsuo); 〒6768686 兵庫県高砂市荒  
井町新浜2丁目1番1号 MHIソリュー  
ションテクノロジーズ株式会社内 Hyogo  
(JP). 吉本 俊純 (YOSHIMOTO Toshizumi);  
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2

(54) Title: GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 生成システム



(57) Abstract: This generation system generates a gas of interest in a pressurized state. The gas of interest is a combustible gas. The generation system is provided with a lock hopper (34) and a combustibility gas path. The lock hopper is configured to move a solid material from one of the inside of the generation system and the outside of the generation system to the other. In the lock hopper, a part different from an inlet port for the solid material and a discharge port for the solid material is connected to the combustibility gas path. The combustibility gas path is a path through which the combustibility gas in the



WO 2024/257735 A1

番 3 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).  
大宮 孝真(OMIYA Takamasa); 〒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: 恩 田 誠, 外 (ONDA Makoto et al.);  
〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目  
1 2 番地 1 Gifu (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 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

lock hopper is evacuated to the outside of the lock hopper. A downstream side of the combustible gas path is connected to an internal path in the generation system.

(57) 要約: 生成システムは、加圧された状態で生成対象ガスを生成する。生成対象ガスは、可燃性のガスである。生成システムは、ロックホッパ (34) と、可燃性ガス経路と、を備える。ロックホッパは、生成システム内および生成システム外のいずれか一方から他方に固体を移動させるように構成されて且つ、固体の導入口および固体の排出口とは別の箇所が可燃性ガス経路に接続されている。可燃性ガス経路は、ロックホッパ内の可燃性ガスをロックホッパの外に取り出す経路である。可燃性ガス経路の下流側は、生成システムにおける内部経路に接続されている。

## 明 細 書

発明の名称：生成システム

### 技術分野

[0001] 本開示は、生成システムに関する。

### 背景技術

[0002] たとえば下記特許文献1には、可燃性ガスを生成する際に生成される固形物を除去する集塵装置が記載されている。この集塵装置は、可燃性ガスから固形物を取り除くフィルタ装置を備える。そしてフィルタ装置は、受け入れ弁を介してロックホッパに接続されている。受け入れ弁が開状態となっている期間に、フィルタからロックホッパに固形物が蓄積する。ロックホッパに蓄積された固形物が所定量に達すると、受け入れ弁が閉じられる。そしてロックホッパ内に不燃性ガスとしての窒素が供給される。その後、ロックホッパから固形物が排出される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-110166号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上記装置では、受け入れ弁が開状態となる期間に、ロックホッパに固形物に加えて可燃性ガスが流入する。しかし、上記装置の場合、ロックホッパ内の可燃性ガスを有効利用できない。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様では、加圧された状態で生成対象ガスを生成する生成システムを提供する。前記生成対象ガスは、可燃性のガスであり、ロックホッパと、可燃性ガス経路と、を備える。前記ロックホッパは、前記生成システム内および前記生成システム外のいずれか一方から他方に固体を移動させるように構成されて且つ、前記固体の導入口および前記固体の排出口とは別の箇

所が可燃性ガス経路に接続されている。前記可燃性ガス経路は、前記ロックホッパ内の可燃性ガスを前記ロックホッパの外に取り出す経路である。前記可燃性ガス経路の下流側は、前記生成システムにおける内部経路に接続されている。前記内部経路は、前記生成システムにおいて前記生成対象ガスの原料が流入してから前記生成対象ガスが流出するまでの経路である。

### 図面の簡単な説明

- [0006] [図1]第1の実施形態にかかる生成システムの構成を示す図である。  
[図2]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図3]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図4]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図5]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図6]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図7]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図8]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図9]同実施形態にかかる炭素排出処理の一工程を示す図である。  
[図10]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図11]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図12]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図13]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図14]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図15]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図16]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図17]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図18]同実施形態にかかる触媒供給処理の一工程を示す図である。  
[図19]第2の実施形態にかかる生成システムの構成を示す図である。

### 発明を実施するための形態

- [0007] <第1の実施形態>

以下、第1の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

## 「システム構成」

図1に、本実施形態にかかる生成対象ガスの生成システムの構成を示す。

図1に示すシステムは、メタンを原料として水素を生成するシステムである。

[0008] 図1に示すように、生成システムに供給されるメタンは圧縮機10にて昇圧されて可燃性ガス供給経路50に供給される。可燃性ガス供給経路50には、原料ガス経路12が接続されている。原料ガス経路12内のメタンは、熱交換器14によって加熱された後、反応器16に供給される。反応器16は、熱分解によってメタンを水素と炭素とに分解する装置である。反応器16には、触媒が設けられている。触媒は、一例として、鉄である。反応器16において、触媒の状態は、一例として流動床触媒の状態とされる。反応器16内において、反応するメタンおよび触媒の温度は、たとえば、750～900°Cとされる。また、反応器16内の圧力は、大気圧よりも高い。反応器16内の圧力は、たとえば数atm～数十atmであってもよい。

[0009] 反応器16において熱分解により生成された水素および炭素と、反応器16内のメタンとは、熱交換器14へと流入する。熱交換器14から流出したメタンおよび水素の混合気と、炭素とは、サイクロン20に流入する。サイクロン20は、混合気と炭素との混合物から炭素を分離する遠心分離装置である。サイクロン20は、フィルタ装置22に接続されている。これは、サイクロン20によっては分離できなかった炭素を捕捉する装置である。フィルタ装置22から流出する混合気は、圧縮機24によって圧縮された後、水素精製装置26に供給される。水素精製装置26は、一例として、PSA (Pressure

Swing Adsorption) である。水素精製装置26によって混合気から抽出された水素が、本システムによって生成される水素である。水素精製装置26によって抽出された水素は、製品ガス経路25に流出する。

[0010] 水素精製装置26によって分離されたメタンは、オフガス経路27に流出

する。オフガス経路 27 には、オフガスタンク 29 が設けられている。オフガスタンク 29 内の気体は、圧縮機 28 によって圧縮された後、原料ガス経路 12 に戻される。なお、水素精製装置 26 においてメタンを分離する際に水素が利用されることから、圧縮機 28 には、メタンに加えて水素が流入する。

[0011] サイクロン 20 およびフィルタ装置 22 によって混合気から分離された炭素は、供給ホッパ 30 へと流入する。供給ホッパ 30 は、導入バルブ 32 を介してロックホッパ 34 に接続されている。ロックホッパ 34 は、排出バルブ 36 を介して炭素を貯蔵庫 38 に排出する。貯蔵庫 38 は、大気開放されている。

[0012] ロックホッパ 34 には、可燃性ガス供給バルブ 52 を介して可燃性ガス供給経路 50 が接続されている。また、ロックホッパ 34 には、不燃性ガス供給バルブ 58 を介して不燃性ガス供給経路 56 が接続されている。不燃性ガス供給経路 56 には、システムに供給される窒素が圧縮機 54 によって昇圧されて供給される。

[0013] ロックホッパ 34 は、生成ガスバルブ 62 を介して生成ガス経路 60 に接続されている。生成ガス経路 60 は、オフガスタンク 29 に接続されている。ロックホッパ 34 は、混在バルブ 66 を介して混在ガス経路 64 に接続されている。混在ガス経路 64 には、ロックホッパ 34 から、メタン、水素、および窒素の混合気が排出される。この混合気は、たとえば燃焼によって除去してもよい。

[0014] ロックホッパ 34 は、不燃性ガス排出バルブ 70 を介して不燃性ガス排出経路 68 に接続されている。不燃性ガス排出経路 68 は、大気開放されている。

貯蔵庫 38 に排出される固体には、厳密には、炭素のみならず、触媒である鉄と炭素との化合物が含まれる。再生装置 40 は、この化合物から鉄を抽出する。再生装置 40 によって抽出された鉄は、システムに新たに供給される鉄と合流して供給ホッパ 80 に供給される。

[0015] 供給ホッパ80は、導入バルブ82を介してロックホッパ84に接続されている。ロックホッパ84は、排出バルブ86を介して反応器16に接続されている。

ロックホッパ84には、可燃性ガス供給バルブ92を介して可燃性ガス供給経路90が接続されている。可燃性ガス供給経路90は可燃性ガス供給経路50に接続されている。ロックホッパ84は、不燃性ガス供給バルブ96を介して不燃性ガス供給経路94に接続されている。不燃性ガス供給経路94は、不燃性ガス供給経路56に接続されている。

[0016] ロックホッパ84は、生成ガスバルブ102を介して生成ガス経路100に接続されている。生成ガス経路100は、オフガスタンク29に接続されている。ロックホッパ84は、混在バルブ106を介して混在ガス経路104に接続されている。混在ガス経路104には、ロックホッパ84から、メタン、水素、および窒素の混合気が排出される。なお、これら混合気内の可燃性ガスは、たとえば燃焼除去してもよい。ロックホッパ84は、不燃性ガス排出バルブ110を介して不燃性ガス排出経路108に接続されている。不燃性ガス排出経路108は、大気開放されている。

[0017] 制御装置200は、上述の生成システムを制御対象とする。制御装置200は、導入バルブ32、排出バルブ36、可燃性ガス供給バルブ52、不燃性ガス供給バルブ58、生成ガスバルブ62、混在バルブ66、および不燃性ガス排出バルブ70を操作する。また、制御装置200は、導入バルブ82、排出バルブ86、可燃性ガス供給バルブ92、不燃性ガス供給バルブ96、生成ガスバルブ102、混在バルブ106および不燃性ガス排出バルブ110を操作する。

[0018] 制御装置200は、PU202および記憶装置204を備えている。PU202は、CPU、GPU、およびTPU等の少なくとも1つを備えるソフトウェア処理装置である。記憶装置204には、上記14個のバルブを開閉する指令を含んだプログラムが記憶されている。このプログラムをPU202が実行することにより、上記14個のバルブの開閉制御が実現される。

[0019] 「炭素排出処理」

上述したように、反応器 16 内の圧力は、大気圧よりも高い。これにより、サイクロン 20 内の圧力およびフィルタ装置 22 内の圧力も大気圧よりも高い。一方、貯蔵庫 38 は、大気開放されている。そのため、反応器 16 を含む加圧系内の圧力を維持しつつ、炭素を加圧系から排出するために、上記ロックホッパ 34 が利用される。以下では、ロックホッパ 34 を用いた炭素の排出処理について図 2～図 9 を用いて説明する。なお、図 2～図 9 の図番は、工程の時系列に従っている。

[0020] 図 2 は、ロックホッパ 34 に炭素 112 が蓄積された状態を示す。図 2 には、導入バルブ 32、排出バルブ 36、可燃性ガス供給バルブ 52、不燃性ガス供給バルブ 58、生成ガスバルブ 62、混在バルブ 66、および不燃性ガス排出バルブ 70 の開閉状態を色分けして示している。すなわち、黒塗りのバルブは、閉状態であることを示す一方、白塗りのバルブは、開状態であることを示す。図 2 に示すように、ロックホッパ 34 に炭素 112 を蓄積する工程においては、上記 7 個のバルブのうちの導入バルブ 32 のみが開状態となっている。これにより、供給ホッパ 30 に流入した炭素 112 は、ロックホッパ 34 に流入する。なお、ロックホッパ 34 には、さらに、反応器 16 から流出した水素およびメタンの混合気も流入する。

[0021] 図 3 は、ロックホッパ 34 内を減圧する工程を示す。この工程は、図 2 に示した状態となることを条件に実行される工程である。この工程では、PU202 により、7 個のバルブのうちの生成ガスバルブ 62 のみが開状態とされる。これにより、ロックホッパ 34 内の水素およびメタンの混合気である生成ガスが生成ガス経路 60 に流出する。

[0022] 図 4 は、ロックホッパ 34 から上記生成ガスを追い出す工程を示す。この工程は、図 3 に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202 により、7 個のバルブのうちの不燃性ガス供給バルブ 58 および混在バルブ 66 のみが開状態とされる。これにより、不燃性ガス供給経路 56 からロックホッパ 34 に窒素が流入する。これにより、ロックホッパ 34 内の生成ガス

が混在ガス経路64へと流出する。

[0023] 図5は、炭素112をロックホッパ34から排出する工程である。この工程は、図4に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの排出バルブ36のみが開状態とされる。これにより、炭素112は、重力の作用に従って、貯蔵庫38へと落下する。

[0024] 図6に、ロックホッパ34内の酸素を追い出す工程を示す。この工程は、図5に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの不燃性ガス供給バルブ58と不燃性ガス排出バルブ70との2つのみが開状態とされる。これにより、不燃性ガス供給経路56からロックホッパ34に窒素が流入する。ロックホッパ34には、図5の工程において排出口34bから酸素が流入している。そのため、この酸素は、ロックホッパ34への窒素の流入に伴って不燃性ガス排出経路68へと流出する。

[0025] 図7に、ロックホッパ34から窒素を追い出す工程を示す。この工程は、図6に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの可燃性ガス供給バルブ52と混在バルブ66との2つのみが開状態とされる。これにより、可燃性ガス供給バルブ52からロックホッパ34へとメタンが流入する。そのため、ロックホッパ34内の窒素が混在ガス経路64に排出される。

[0026] 図8に、ロックホッパ34内を加圧する工程を示す。この工程は、図7に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの可燃性ガス供給バルブ52のみが開状態とされる。これにより、ロックホッパ34内のメタンの充填濃度が上昇し、ロックホッパ34内の圧力が上昇する。この工程は、ロックホッパ34内の圧力と反応器16内の圧力との差を低減するための工程である。この工程では、供給ホッパ30内の圧力とロックホッパ34内の圧力とを等しくすることが望ましい。

[0027] 図9に、ロックホッパ34に炭素を堆積する工程を示す。この工程は、図8に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個

のバルブのうちの導入バルブ32のみが開状態とされる。これにより、炭素が蓄積されることにより、図2に示した状態となる。

[0028] 「触媒の供給処理」

上述した供給ホッパ80には、大気開放された状態で、鉄が供給される。大気圧下で供給される鉄を反応器16を備える加圧系に供給するために、ロックホッパ84が利用される。以下では、ロックホッパ84を用いた触媒の供給処理について図10～図18を用いて説明する。なお、図10～図18の図番は、工程の時系列に従っている。

[0029] 図10は、供給ホッパ80内に触媒としての鉄114が供給された状態を示す。この状態では、導入バルブ82、排出バルブ86、可燃性ガス供給バルブ92、不燃性ガス供給バルブ96、生成ガスバルブ102、混在バルブ106および不燃性ガス排出バルブ110の7個のバルブの全てが閉状態とされている。

[0030] 図11は、鉄114をロックホッパ84に供給する工程を示す。この工程は、図10の状態となることを条件に実行される。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの導入バルブ82のみが開状態とされる。これにより、供給ホッパ80内の鉄114は、重力の作用によってロックホッパ84の導入口84bへと落下する。

[0031] 図12は、ロックホッパ84内の酸素を追い出す工程を示す。この工程は、図11に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの不燃性ガス供給バルブ96および不燃性ガス排出バルブ110の2つのバルブのみが開状態とされる。これにより、不燃性ガス供給バルブ96からロックホッパ84へと窒素が供給される。ロックホッパ84には、図11に示した工程において供給ホッパ80から酸素が流入している。この酸素は、ロックホッパ84への窒素の流入に伴って、不燃性ガス排出経路108から排出される。

[0032] 図13は、ロックホッパ84内の窒素を追い出す工程を示す。図13に示す工程は、図12に示した工程に続く工程である。この工程では、PU20

2により、7個のバルブのうちの可燃性ガス供給バルブ92および混在バルブ106の2つバルブのみが開状態とされる。これにより、可燃性ガス供給経路90からロックホッパ84にメタンが流入する。そのため、ロックホッパ84内の窒素が混在ガス経路104に追い出される。

[0033] 図14に、ロックホッパ84内を加圧する工程を示す。この工程は、図13に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの可燃性ガス供給バルブ92のみが開状態とされる。これにより、可燃性ガス供給経路90からロックホッパ84にメタンが流入する。これにより、ロックホッパ84内のメタンの濃度が上昇することによって、ロックホッパ84内を加圧される。この工程は、ロックホッパ84内の圧力と反応器16内の圧力との差を低減するために設けられている。この工程において、ロックホッパ84内の圧力と排出バルブ86の下流の圧力とを等しくすることが望ましい。

[0034] 図15に、鉄114を反応器16に供給する工程を示す。この工程は、図14に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの排出バルブ86のみが開状態とされる。これにより、ロックホッパ84内の鉄114が重力の作用によりロックホッパ84から排出される。

[0035] 図16に、ロックホッパ84内の圧力を低下させる工程を示す。この工程は、図15に示した工程に続く工程である。この工程においては、PU202により、7個のバルブのうちの生成ガスバルブ102のみが開状態とされる。これにより、ロックホッパ84内の生成ガスが生成ガス経路100に流出する。なお、図15に示した工程では、反応器16側から生成ガスがロックホッパ84内に流入する。そのため、図16の工程が開始される時点においてロックホッパ84には、生成ガスが存在する。

[0036] 図17に、ロックホッパ84内の生成ガスを追い出す工程を示す。この工程は、図16に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの不燃性ガス供給バルブ96および混在バルブ1

06の2つのバルブのみが開状態とされる。これにより、不燃性ガス供給経路94からロックホッパ84へと窒素が流入する。これにより、ロックホッパ84内の生成ガスが混在ガス経路104に追い出される。

[0037] 図18に、ロックホッパ84内を減圧する工程を示す。この工程は、図17に示した工程に続く工程である。この工程では、PU202により、7個のバルブのうちの不燃性ガス排出バルブ110のみが開状態とされる。これにより、ロックホッパ84内の窒素が不燃性ガス排出経路108へと流出することによって、ロックホッパ84内の圧力が大気圧相当となる。

[0038] 「本実施形態の作用および効果」

反応器16から流出する水素、炭素およびメタンから、サイクロン20およびフィルタ装置22によって、炭素が分離される。そして、炭素が分離された後の水素およびメタンの混合気は、圧縮機24によって昇圧された後、水素精製装置26に取り込まれる。水素精製装置26は、混合気から水素を抽出する。水素精製装置26は、水素を抽出する処理の性質上、製品ガス経路25内の圧力の方が、オフガス経路27内の圧力よりも高くなる。

[0039] 一方、ロックホッパ34から生成ガス経路60に流出したメタンおよび水素は、オフガス経路27に設けられたオフガスタンク29に供給される。また、ロックホッパ84から生成ガス経路100に流出したメタンおよび水素は、オフガス経路27に設けられたオフガスタンク29に供給される。

[0040] ここで、生成ガス経路60、100内の圧力は、製品ガス経路25内の圧力よりも低い。そのため、生成ガス経路60、100内の混合気を製品ガス経路25に供給するためには、新たに圧縮機が必要となる。これに対し、本実施形態では、生成ガス経路60、100内の気体を、製品ガス経路25と比較して圧力が低いオフガス経路27に供給する。これにより、圧縮機を新たに設けることなく、生成ガス経路60、100内の混合気をオフガス経路27へと供給できる。こうして供給された混合気は、圧縮機28によって圧縮された後、反応器16に戻される。そのため、生成ガス経路60、100内の混合気を、本実施形態にかかる水素の生成システムにおける水素の生成

に有効利用できる。

[0041] <第2の実施形態>

以下、第2の実施形態について、第1の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

[0042] 図19に、本実施形態にかかる生成対象ガスの生成システムを示す。なお、図19において、図1に示した部材に対応する部材については、便宜上、同一の符号を付している。

本実施形態では、フィルタ装置22から流出した水素とメタンとの混合気は、圧縮機24によって昇圧された後、水素精製装置120に供給される。水素精製装置120は、分離膜を備えて混合気から水素を分離する装置である。水素精製装置120によって分離された水素は、製品ガス経路25に流出する。製品ガス経路25には、圧縮機124が設けられている。

[0043] また、水素精製装置120によって分離されたメタンは、オフガス経路27に流出する。

オフガス経路27内の圧力は、製品ガス経路25内の圧力と比較して高い。特に、オフガス経路27内の圧力は、生成ガス経路60、100内の圧力よりも高い。そのため、生成ガス経路60、100内の混合気をオフガス経路27に供給するためには、新たに圧縮機を設ける必要がある。そこで本実施形態では、生成ガス経路60、100を製品ガス経路25に接続する。これにより、製品ガス経路25内の気体は、水素に微量のメタンが混入したものとなる。そのため、本実施形態にかかる生成対象ガスの生成システムは、水素に微量のメタンが混ざること許容する製品を製造する場合に適している。なお、こうした場合としては、たとえば生成対象ガスが、ガスタービンの燃料となる場合等がある。

[0044] <対応関係>

上記実施形態における事項と、下記「付記」の欄に記載した事項との対応関係は、次の通りである。以下では、「付記」の欄に記載した解決策の番号毎に、対応関係を示している。

[0045] [1] 生成対象ガスは、水素に対応する。ロックホッパ、可燃性ガス経路、固体、導入口および排出口は、それぞれ、ロックホッパ34、生成ガス経路60、炭素112、導入口34aおよび排出口34bに対応する。また、ロックホッパ、可燃性ガス経路、固体、導入口および排出口は、それぞれ、ロックホッパ84、生成ガス経路100、鉄114、導入口84bおよび排出口84aに対応する。

[0046] [2] 分離装置は、図1の水素精製装置26および図19の水素精製装置120に対応する。第1経路、および第2経路は、それぞれ、製品ガス経路25、およびオフガス経路27に対応する。

[0047] [3] 解決策3に記載した事項は、図1に対応する。「内部経路のうちの前記第1経路よりも上流側の経路」は、原料ガス経路12に対応する。

[4] 解決策4に記載した事項は、図19に対応する。

[0048] [5] ロックホッパは、ロックホッパ34に対応する。

[6] ロックホッパは、ロックホッパ84に対応する。

#### <その他の実施形態>

なお、本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態および以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせることができる。

[0049] 「可燃性ガス経路について」

・生成システムにおいて生成対象ガスを生成する経路に接続される可燃性ガス経路としては、生成ガス経路60、100に限らない。たとえば混在ガス経路64、104であってもよい。ただし、その場合、混在ガス経路の途中に窒素を分離して除去する装置を備えることが望ましい。

[0050] 「可燃性ガス経路の下流側の接続先について」

・図19において、生成ガス経路60、100の下流を、圧縮機を介してオフガス経路27に接続してもよい。

[0051] ・図1において、生成ガス経路60、100の下流を、圧縮機を介して製品ガス経路25に接続してもよい。

「炭化水素について」

・熱分解の対象とされる炭化水素としては、メタンに限らない。たとえばプロパンであってもよい。

[0052] 「生成対象ガスについて」

・生成対象ガスが水素であることも必須ではない。要は、生成システム内および生成システム外のいずれか一方から他方に固体を移動させる工程を有して且つ、ロックホッパ内に可燃性ガスが混入する場合には、上記実施形態の要領で可燃性ガスを回収できる。

[0053] 「制御装置について」

制御装置としては、ソフトウェア処理を実行するものに限らない。たとえば、上記実施形態において実行される処理の少なくとも一部を実行するたとえばA S I C等の専用のハードウェア回路を備えてもよい。すなわち、制御装置は、以下の(a)～(c)のいずれかの構成を備える処理回路を含んでいればよい。(a)上記処理の全てを、プログラムに従って実行する処理装置と、プログラムを記憶する記憶装置等のプログラム格納装置とを備える処理回路。(b)上記処理の一部をプログラムに従って実行する処理装置およびプログラム格納装置と、残りの処理を実行する専用のハードウェア回路とを備える処理回路。(c)上記処理の全てを実行する専用のハードウェア回路を備える処理回路。ここで、処理装置およびプログラム格納装置を備えたソフトウェア実行装置は、複数であってもよい。また、専用のハードウェア回路は複数であってもよい。

[0054] <付記>

解決策1. 加圧された状態で生成対象ガスを生成する生成システムにおいて、前記生成対象ガスは、可燃性のガスであり、ロックホッパと、可燃性ガス経路と、を備え、前記ロックホッパは、前記生成システム内および前記生成システム外のいずれか一方から他方に固体を移動させるように構成されて且つ、前記固体の導入口および前記固体の排出口とは別の箇所が可燃性ガス経路に接続されており、前記可燃性ガス経路は、前記ロックホッパ内の可燃

性ガスを前記ロックホッパの外に取り出す経路であり、前記可燃性ガス経路の下流側は、前記生成システムにおける内部経路に接続されており、前記内部経路は、前記生成システムにおいて前記生成対象ガスの原料が流入してから前記生成対象ガスが流出するまでの経路である生成システム。

[0055] 上記構成では、ロックホッパから可燃性ガス経路に流出した可燃性ガスは、内部経路に供給される。そのため、ロックホッパに流入した可燃性ガスを、生成システムによって生成される生成対象ガスの生産量に寄与させることができる。そのため、生成システムに供給される原料に対する生成対象ガスの比率である生成効率を高めることができる。

[0056] 解決策 2. 分離装置を備え、前記分離装置は、供給された気体から前記生成対象ガスを分離するように構成されて且つ、前記生成対象ガスが流入する第 1 経路と、前記生成対象ガスを分離する際に生じた残余ガスが流入する第 2 経路と、に接続されており、前記第 2 経路の下流は、前記内部経路のうちの前記第 1 経路とは別の経路に接続されており、前記可燃性ガス経路は、前記第 1 経路および前記第 2 経路のうちの圧力が低い方の経路に接続されている上記解決策 1 記載の生成システム。

[0057] 分離装置において生成対象ガスを分離することに起因して、第 1 経路と第 2 経路とのいずれか一方の経路の圧力が他方の経路の圧力よりも高くなる。ここで、可燃性ガス経路を圧力の高い方の経路に接続する場合には、可燃性ガス経路内の可燃性ガスをその経路に流出させるには、可燃性ガス経路内の可燃性ガスを昇圧する圧縮機が必要となる。

[0058] そこで上記構成では、可燃性ガス経路を、第 1 経路および第 2 経路のうちの圧力が低い方の経路に接続する。これにより、可燃性ガス経路内の可燃性ガスを昇圧するための圧縮機を設けることなく、可燃性ガス経路内の可燃性ガスを所定の経路に供給できる。

[0059] 解決策 3. 前記第 2 経路内の圧力は、前記第 1 経路内の圧力よりも低く、前記第 2 経路は、圧縮機に接続されており、前記圧縮機は、昇圧したガスを前記内部経路のうちの前記第 1 経路よりも上流側の経路に戻すように構成さ

れている上記解決策2記載の生成システム。

- [0060] 上記構成では、可燃性ガス経路内の可燃性ガスが、内部経路のうちの第1経路よりも上流側の経路に戻される。そのため、可燃性ガス経路内の可燃性ガスを、生成対象ガスを生成する原料とすることができる。しかも、分離装置から排出される残余ガスを生成システムの上流側に戻すための圧縮機を流用することによって、可燃性ガス経路内の可燃性ガスを生成システムの上流側に戻すことができる。
- [0061] 解決策4. 前記第1経路内の圧力は、前記第2経路内の圧力よりも低く、前記ロックホッパから前記可燃性ガス経路に流出する前記可燃性ガスは、前記生成対象ガスを含む上記解決策2記載の生成システム。
- [0062] 上記構成では、可燃性ガス経路内の可燃性ガスが、分離装置によって分離された生成対象ガスに合流する。そのため、合流させない場合と比較して、生成システムによって生成される生成対象ガスの生産量を増やせる。
- [0063] 解決策5. 前記生成システムは、炭化水素を熱分解して前記生成対象ガスとしての水素を生成するシステムであり、前記ロックホッパは、前記熱分解して生じた炭素を前記生成システムの外に移動させるように構成され、前記可燃性ガス経路に流入する前記可燃性ガスは、前記水素と前記炭化水素との混合気である上記解決策1～4のいずれか1つに記載の生成システム。
- [0064] 熱分解して生じた炭素をロックホッパを介して生成システムの外部に移動させる際には、ロックホッパ内に炭化水素と水素との混合気が流入する。その混合気を可燃性ガス経路を介して回収することにより、ロックホッパ内の混合気を、生成システムによって生成される生成対象ガスの生産量の増加に寄与させることができる。
- [0065] 解決策6. 前記生成システムは、炭化水素を熱分解して前記生成対象ガスとしての水素を生成するシステムであり、前記ロックホッパは、前記熱分解のための触媒を前記生成システムの外から前記熱分解を行う反応器へと移動させるように構成され、前記可燃性ガス経路に流入する前記可燃性ガスは、前記反応器側から逆流した前記水素と前記炭化水素との混合気である上記解

決策 1～4 のいずれか 1 つに記載の生成システム。

[0066] 触媒を反応器に供給する際には、ロックホッパに反応器内の炭化水素および水素が逆流する。この炭化水素および水素を可燃性ガス経路を介して回収することにより、回収された混合気を、生成システムによって生成される生成対象ガスの生産量の増加に寄与させることができる。

## 請求の範囲

### [請求項1]

加圧された状態で生成対象ガスを生成する生成システムにおいて、  
前記生成対象ガスは、可燃性のガスであり、  
ロックホッパと、可燃性ガス経路と、を備え、  
前記ロックホッパは、前記生成システム内および前記生成システム外のいずれか一方から他方に固体を移動させるように構成されて且つ、前記固体の導入口および前記固体の排出口とは別の箇所が可燃性ガス経路に接続されており、  
前記可燃性ガス経路は、前記ロックホッパ内の可燃性ガスを前記ロックホッパの外に取り出す経路であり、  
前記可燃性ガス経路の下流側は、前記生成システムにおける内部経路に接続されており、  
前記内部経路は、前記生成システムにおいて前記生成対象ガスの原料が流入してから前記生成対象ガスが流出するまでの経路である生成システム。

### [請求項2]

分離装置を備え、  
前記分離装置は、供給された気体から前記生成対象ガスを分離するように構成されて且つ、前記生成対象ガスが流入する第1経路と、前記生成対象ガスを分離する際に生じた残余ガスが流入する第2経路と、に接続されており、  
前記第2経路の下流は、前記内部経路のうちの前記第1経路とは別の経路に接続されており、  
前記可燃性ガス経路は、前記第1経路および前記第2経路のうちの圧力が低い方の経路に接続されている請求項1記載の生成システム。

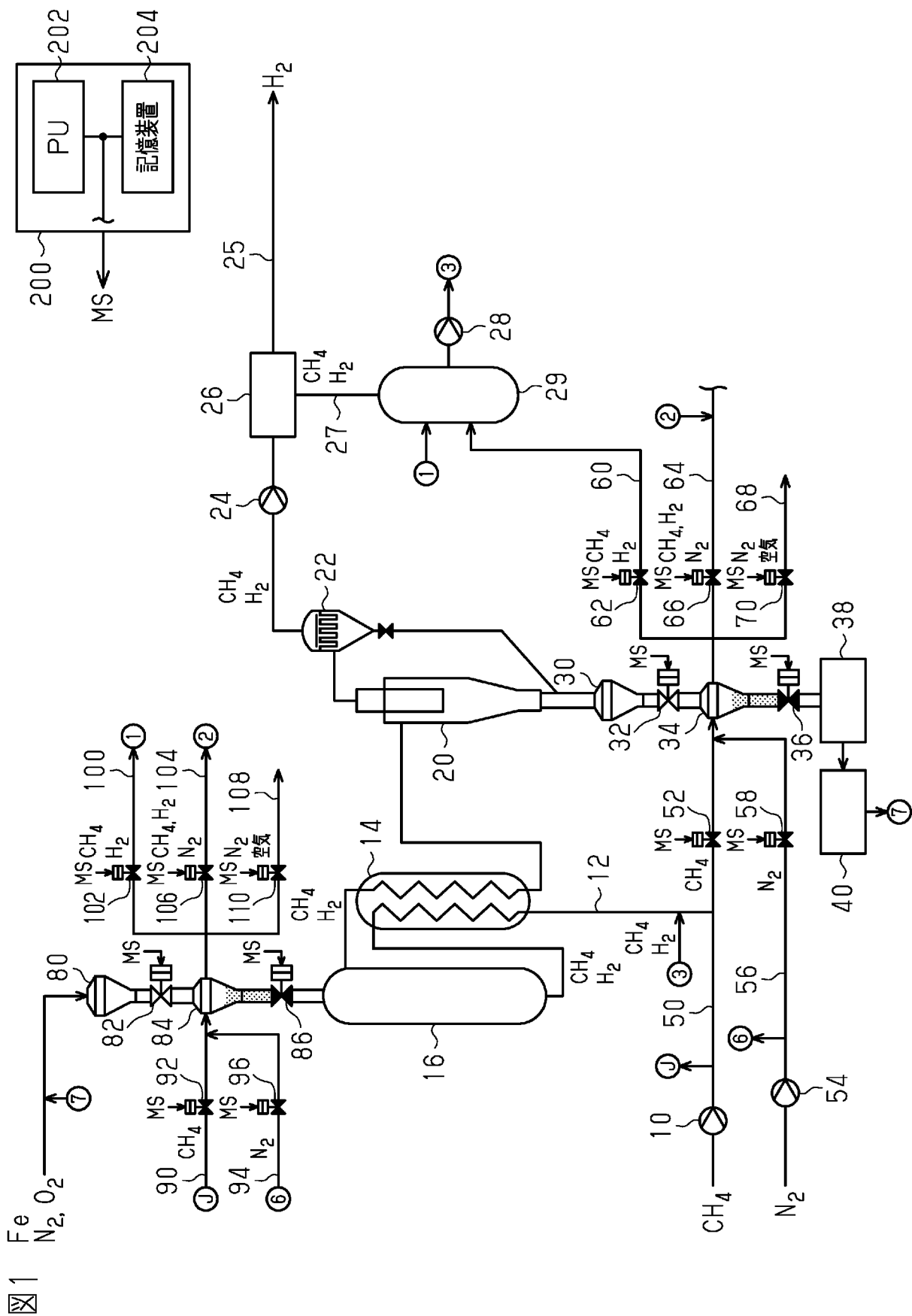
### [請求項3]

前記第2経路内の圧力は、前記第1経路内の圧力よりも低く、  
前記第2経路は、圧縮機に接続されており、  
前記圧縮機は、昇圧したガスを前記内部経路のうちの前記第1経路よりも上流側の経路に戻すように構成されている請求項2記載の生成

システム。

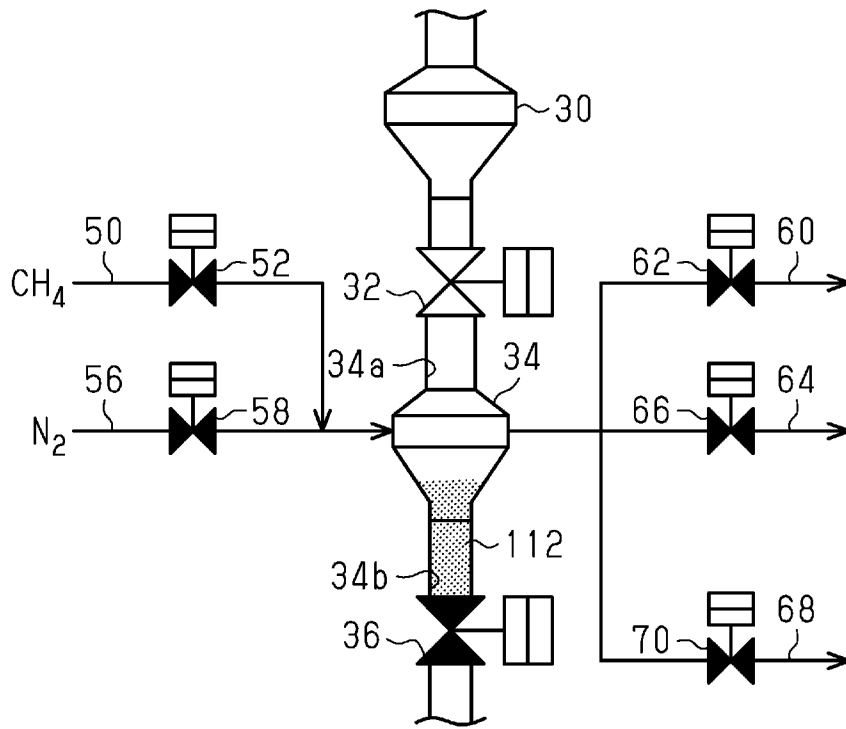
- [請求項4] 前記第1経路内の圧力は、前記第2経路内の圧力よりも低く、  
前記ロックホッパから前記可燃性ガス経路に流出する前記可燃性ガスは、前記生成対象ガスを含む請求項2記載の生成システム。
- [請求項5] 前記生成システムは、炭化水素を熱分解して前記生成対象ガスとしての水素を生成するシステムであり、  
前記ロックホッパは、前記熱分解して生じた炭素を前記生成システムの外に移動させるように構成され、  
前記可燃性ガス経路に流入する前記可燃性ガスは、前記水素と前記炭化水素との混合気である請求項1記載の生成システム。
- [請求項6] 前記生成システムは、炭化水素を熱分解して前記生成対象ガスとしての水素を生成するシステムであり、  
前記ロックホッパは、前記熱分解のための触媒を前記生成システムの外から前記熱分解を行う反応器へと移動させるように構成され、  
前記可燃性ガス経路に流入する前記可燃性ガスは、前記反応器側から逆流した前記水素と前記炭化水素との混合気である請求項1記載の生成システム。

図1



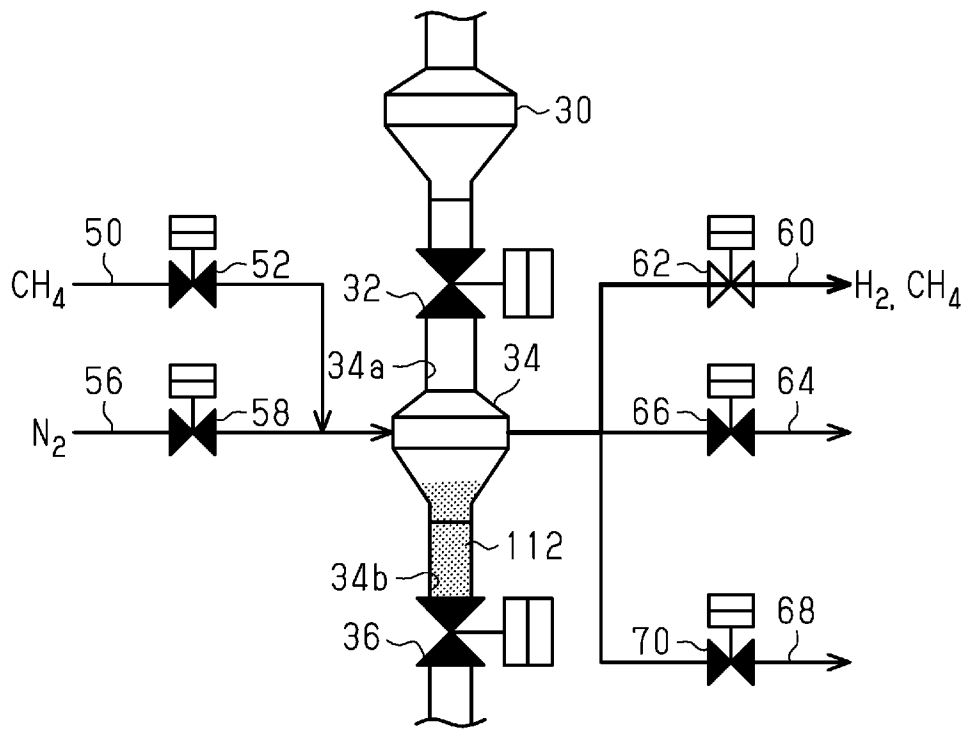
[図2]

図2



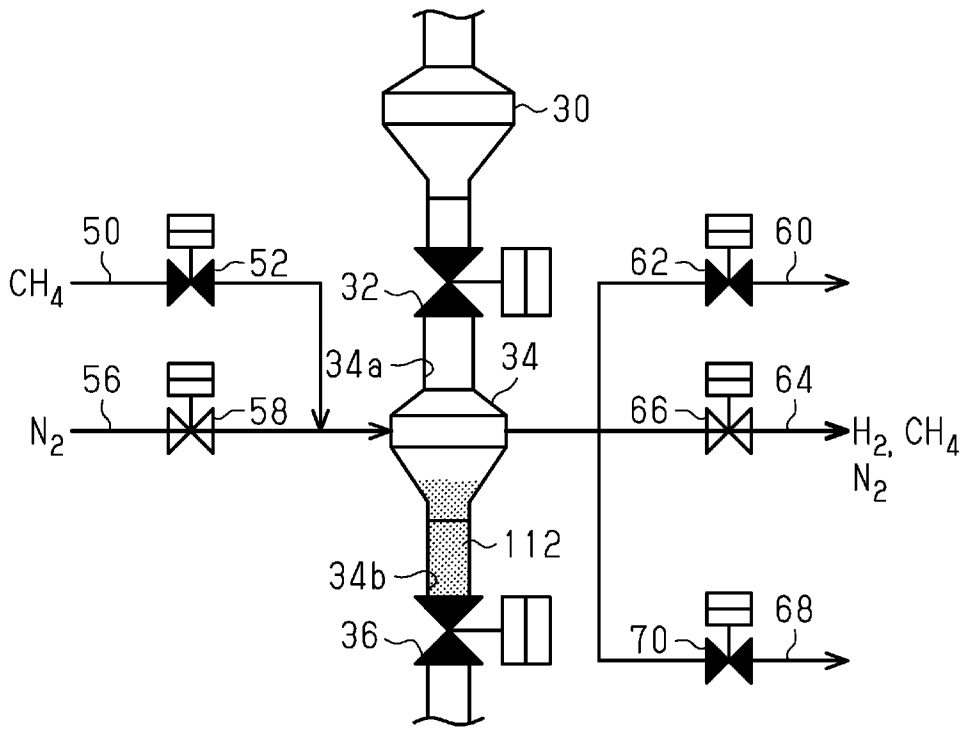
[図3]

図3



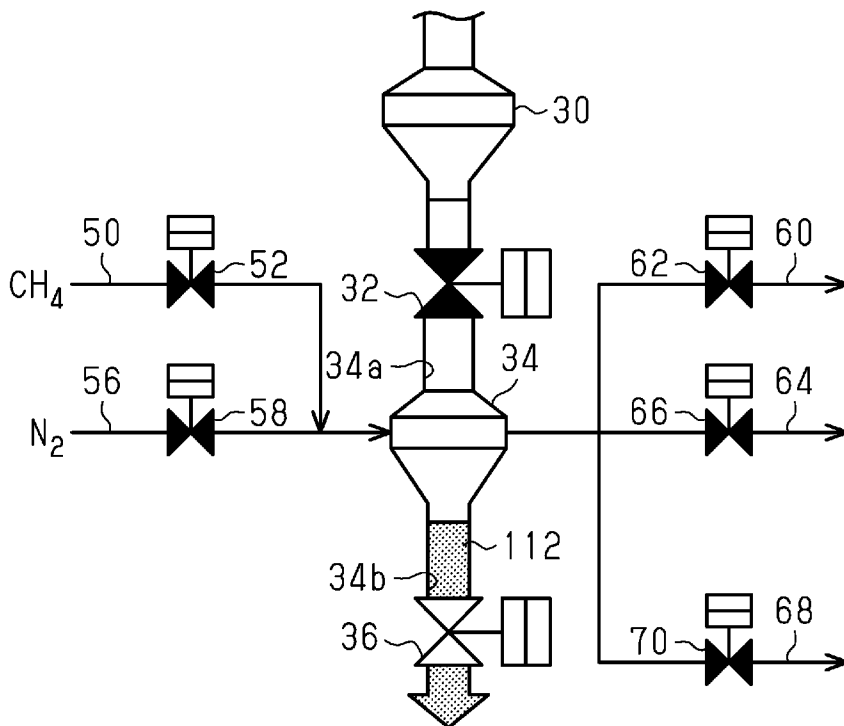
[図4]

図4



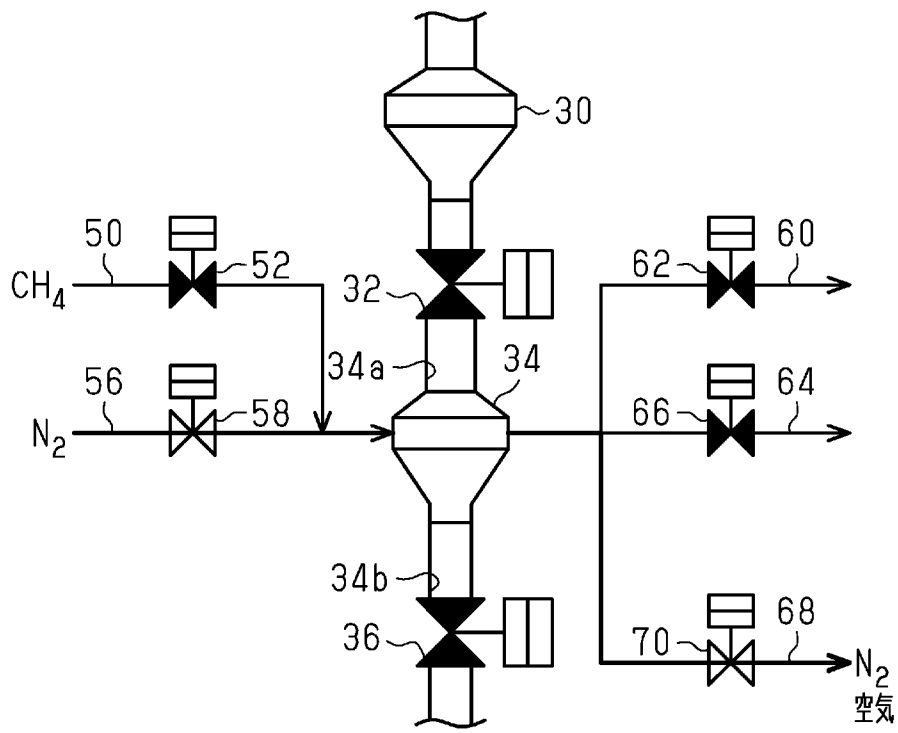
[図5]

図5



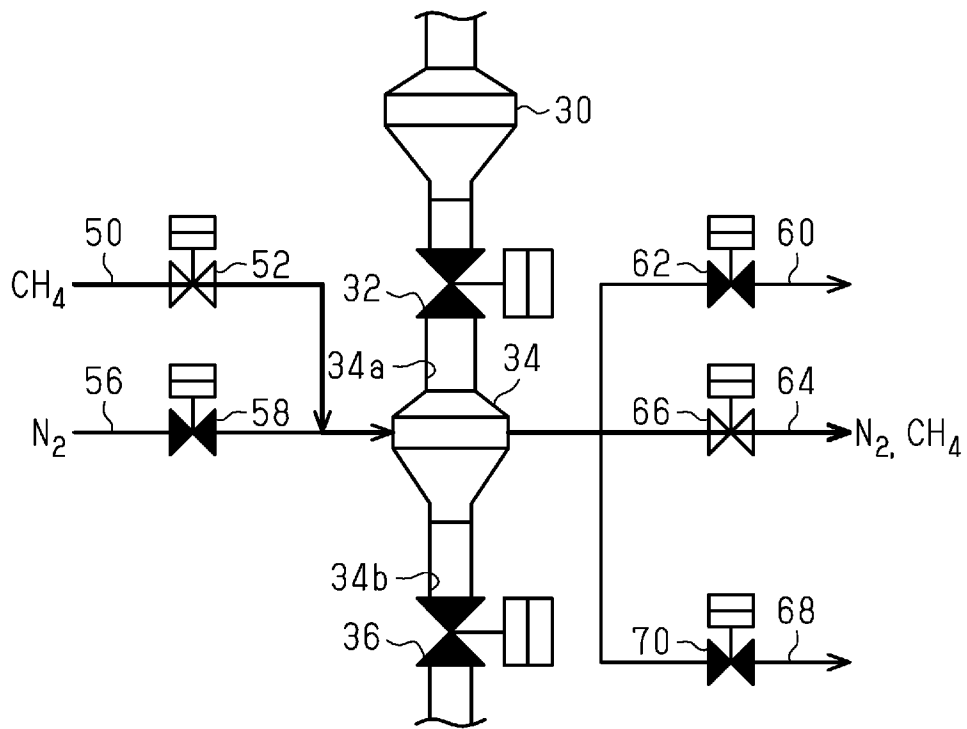
[図6]

図6



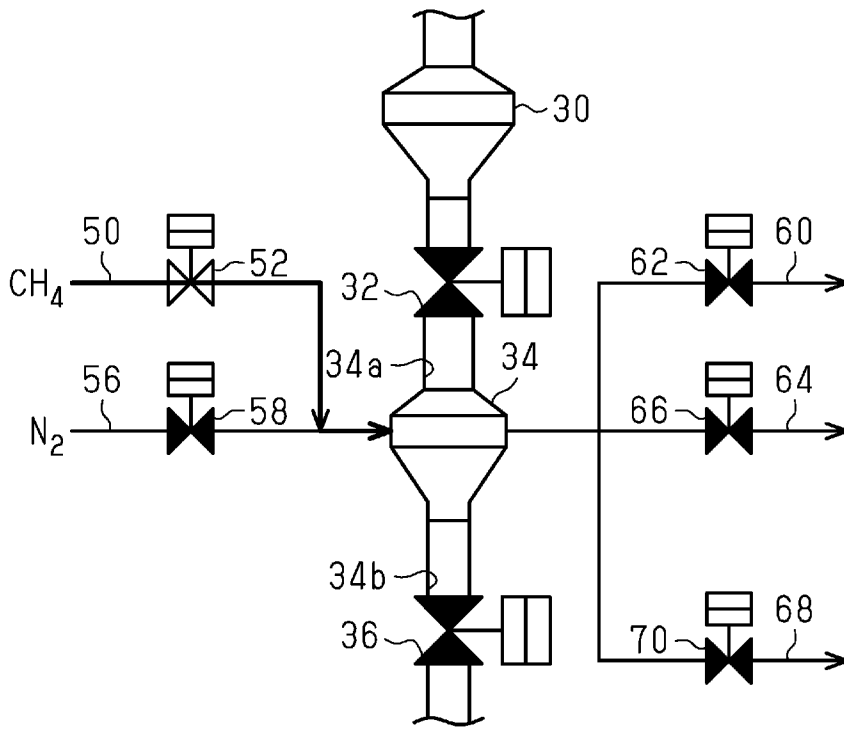
[図7]

図7



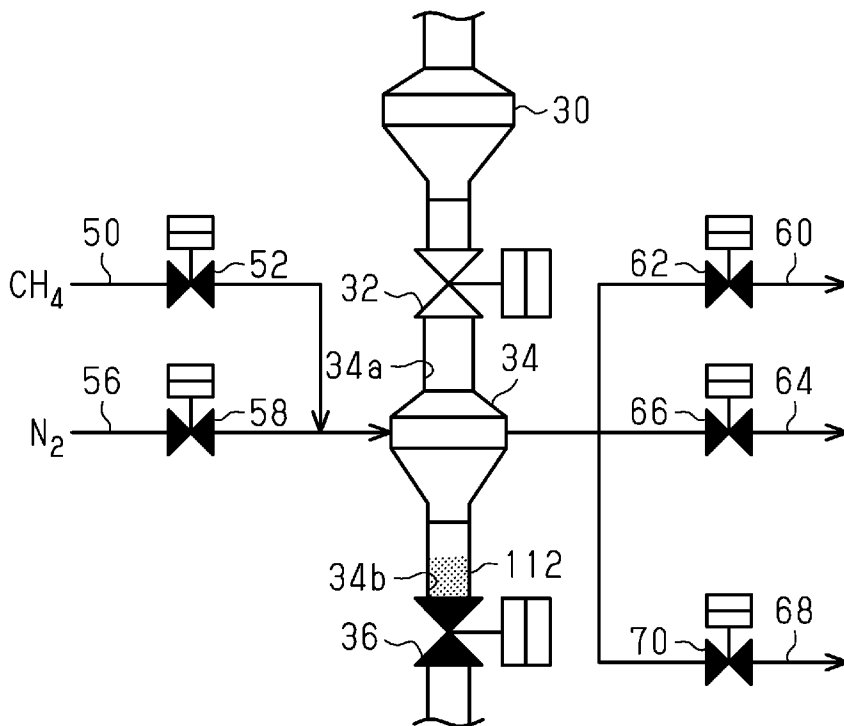
[図8]

図8



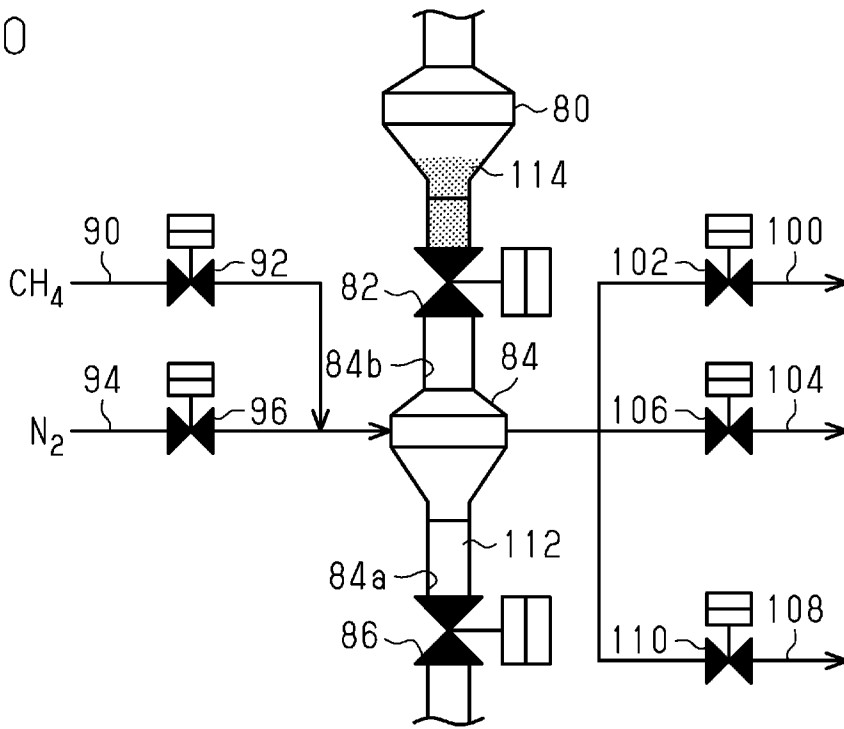
[図9]

図9



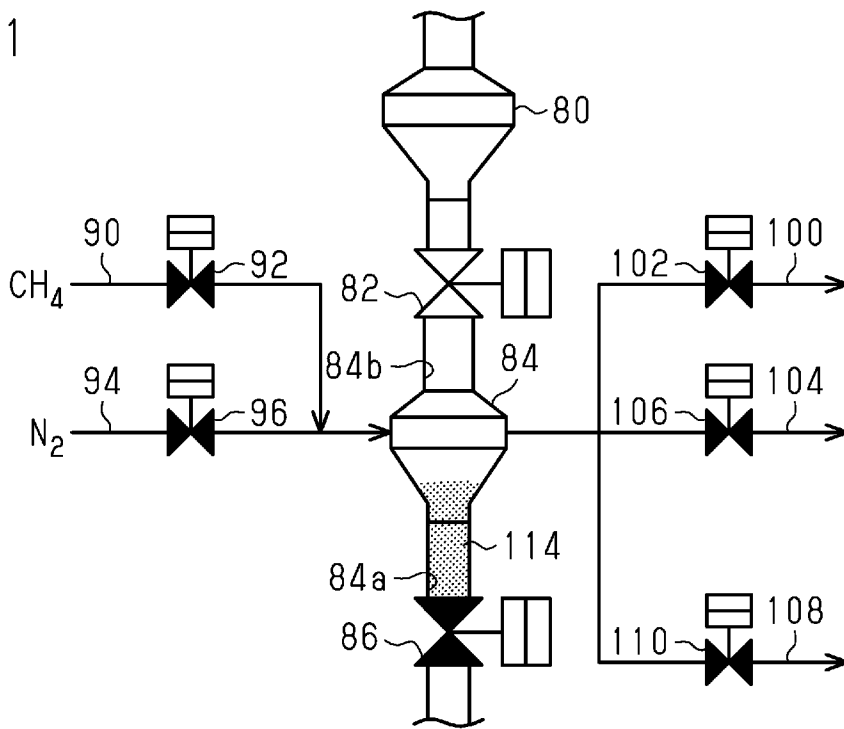
[図10]

図10



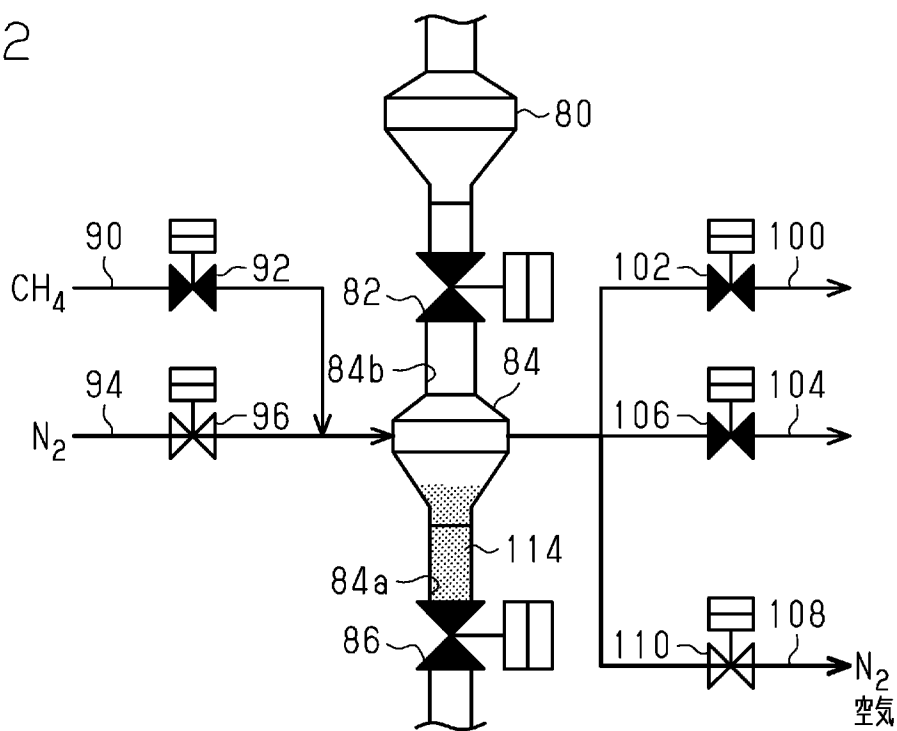
[図11]

図11



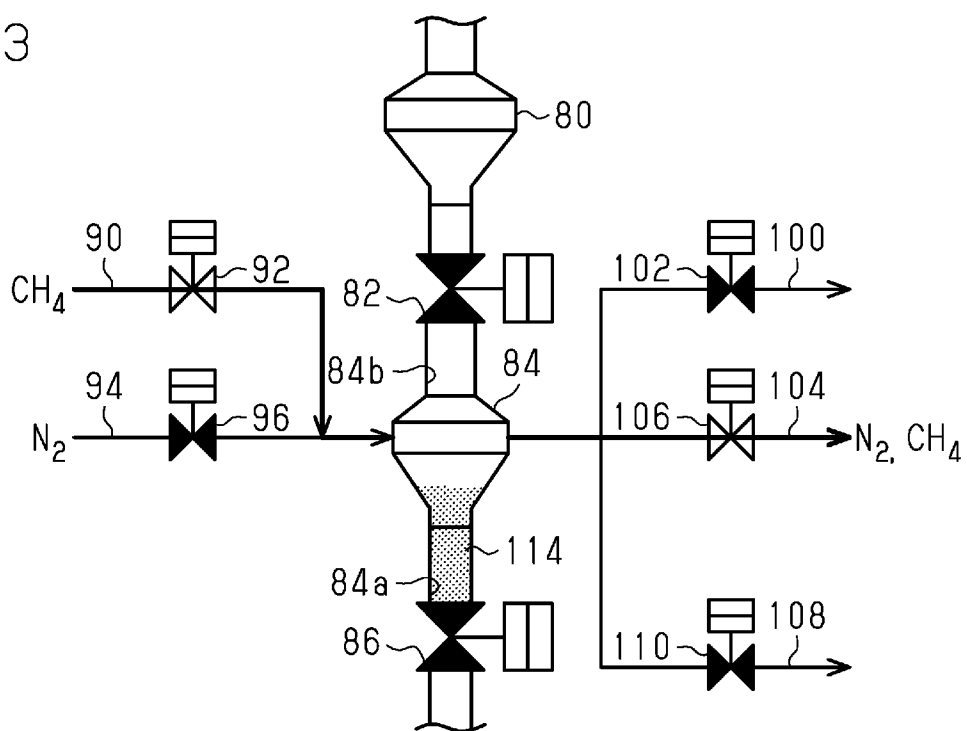
[図12]

図12



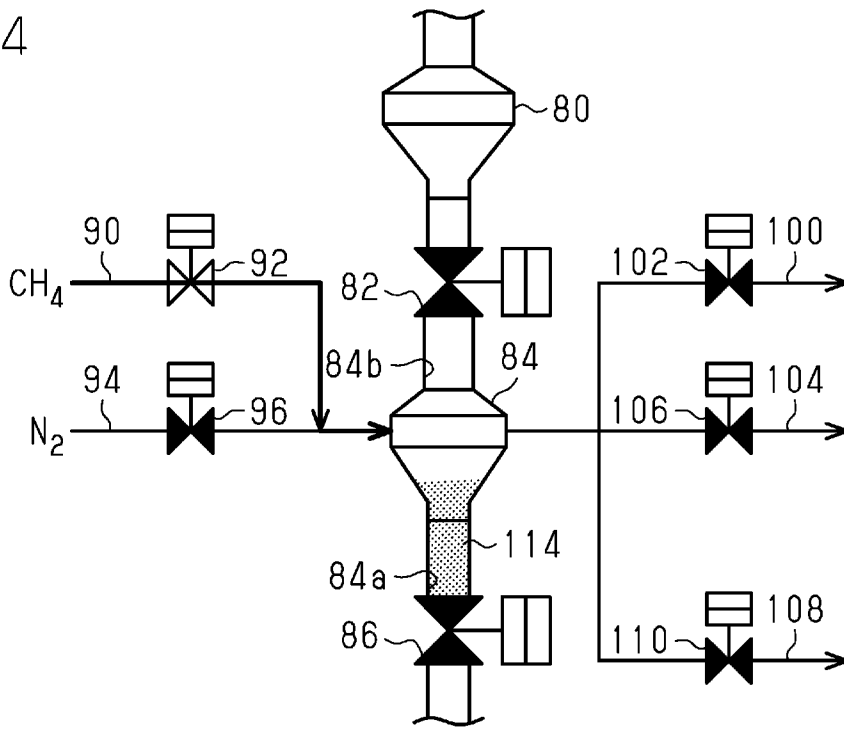
[図13]

図13



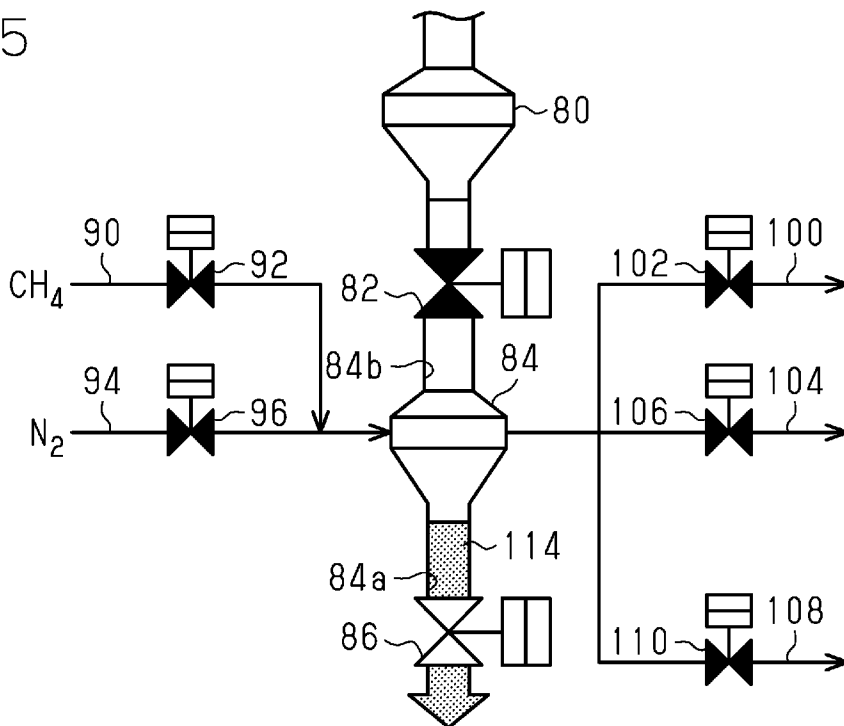
[図14]

図14



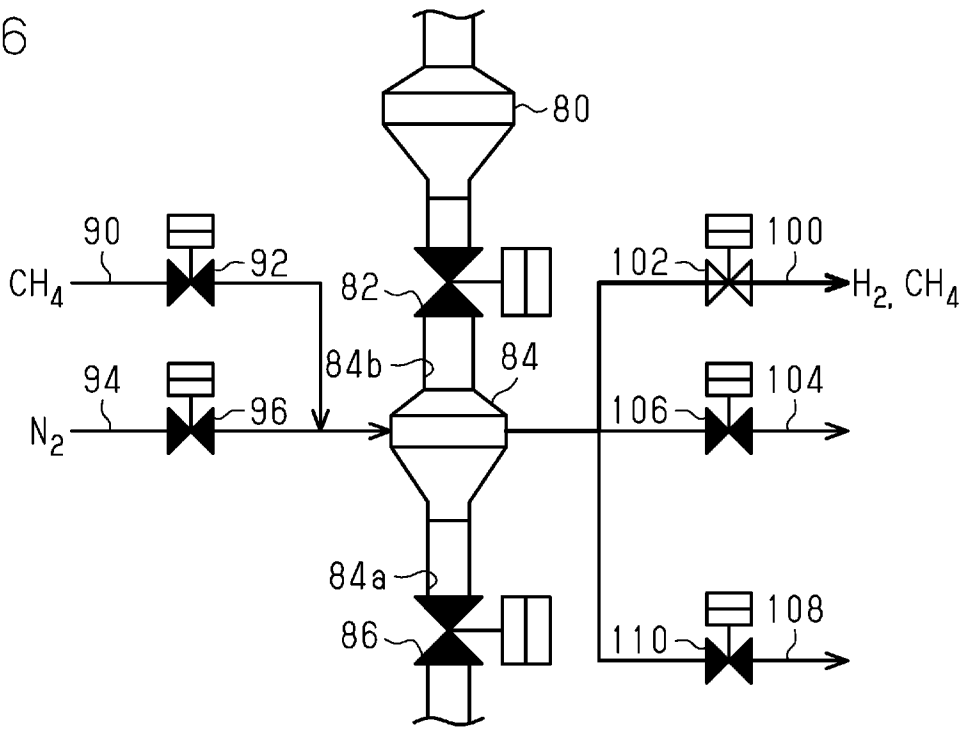
[図15]

図15



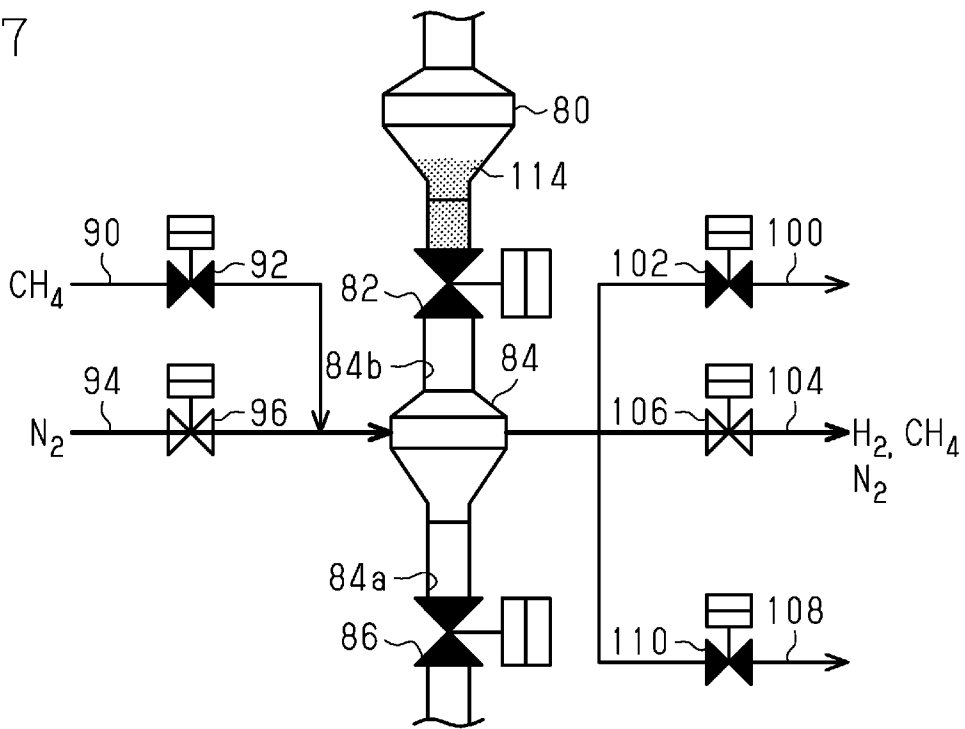
[図16]

図16



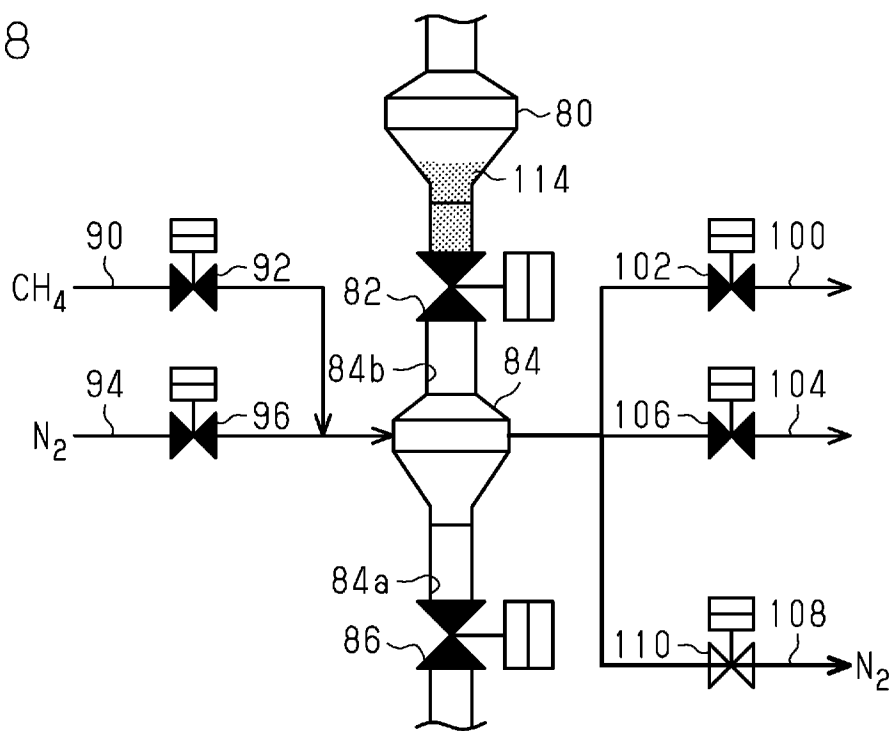
[図17]

図17

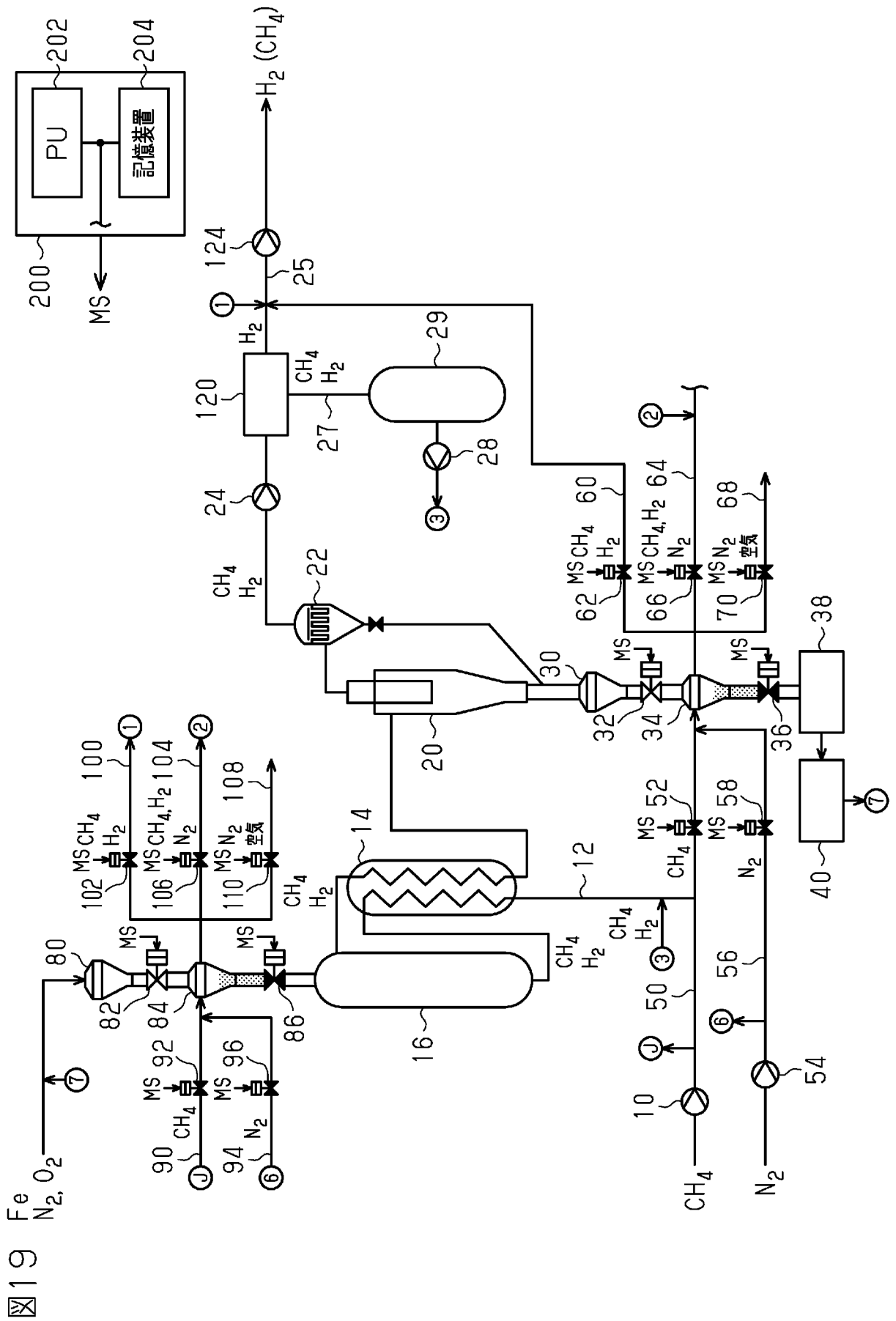


[図18]

図18



[図19]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/021085

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C01B 3/26</i> (2006.01)i; <i>B01J 23/745</i> (2006.01)i; <i>C01B 3/56</i> (2006.01)i FI: C01B3/26; B01J23/745 M; C01B3/56 Z		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C01B3/26; B01J23/745; C01B3/56		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-319671 A (EBARA CORPORATION) 21 November 2000 (2000-11-21) entire text, all drawings	1-6
A	JP 10-025483 A (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) 27 January 1998 (1998-01-27) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2010-254382 A (ELECTRIC POWER DEV CO., LTD.) 11 November 2010 (2010-11-11) entire text, all drawings	1-6
A	WO 2019/177149 A1 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 19 September 2019 (2019-09-19) entire text, all drawings	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>22 July 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>30 July 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

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

International application No.

**PCT/JP2024/021085**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2000-319671	A	21 November 2000	(Family: none)	
JP	10-025483	A	27 January 1998	(Family: none)	
JP	2010-254382	A	11 November 2010	(Family: none)	
WO	2019/177149	A1	19 September 2019	AU 2019235819	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C01B 3/26(2006.01)i; B01J 23/745(2006.01)i; C01B 3/56(2006.01)i FI: C01B3/26; B01J23/745 M; C01B3/56 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）） C01B3/26; B01J23/745; C01B3/56 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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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	JP 2000-319671 A（株式会社荏原製作所）21.11.2000（2000-11-21） 全文,全図	1-6
A	JP 10-025483 A（パブコック日立株式会社）27.01.1998（1998-01-27） 全文,全図	1-6
A	JP 2010-254382 A（電源開発株式会社）11.11.2010（2010-11-11） 全文,全図	1-6
A	WO 2019/177149 A1（三菱日立パワーシステムズ株式会社）19.09.2019（2019-09-19） 全文,全図	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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	22.07.2024	国際調査報告の発送日 30.07.2024
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）  森坂 英昭 4G 4760  電話番号 03-3581-1101 内線 3416	

国際調査報告  
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/021085

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2000-319671 A	21.11.2000	(ファミリーなし)	
JP 10-025483 A	27.01.1998	(ファミリーなし)	
JP 2010-254382 A	11.11.2010	(ファミリーなし)	
WO 2019/177149 A1	19.09.2019	AU 2019235819 A	