

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-201610

(P2012-201610A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C07C 29/151 (2006.01)</b>	C07C 29/151	4G140
<b>C07C 31/04 (2006.01)</b>	C07C 31/04	4H006
<b>C01B 3/02 (2006.01)</b>	C01B 3/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-66128 (P2011-66128)  
 (22) 出願日 平成23年3月24日 (2011.3.24)  
 特許法第30条第1項適用申請有り 刊行物名; 第6回  
 バイオマス科学会議 発表論文集 発行者; 一般社団法人  
 日本エネルギー学会 発行日; 平成23年1月12日

(71) 出願人 504136568  
 国立大学法人広島大学  
 広島県東広島市鏡山1丁目3番2号  
 (71) 出願人 000003137  
 マツダ株式会社  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号  
 (74) 代理人 110001427  
 特許業務法人前田特許事務所  
 (74) 代理人 100077931  
 弁理士 前田 弘  
 (74) 代理人 100110939  
 弁理士 竹内 宏  
 (74) 代理人 100110940  
 弁理士 嶋田 高久

最終頁に続く

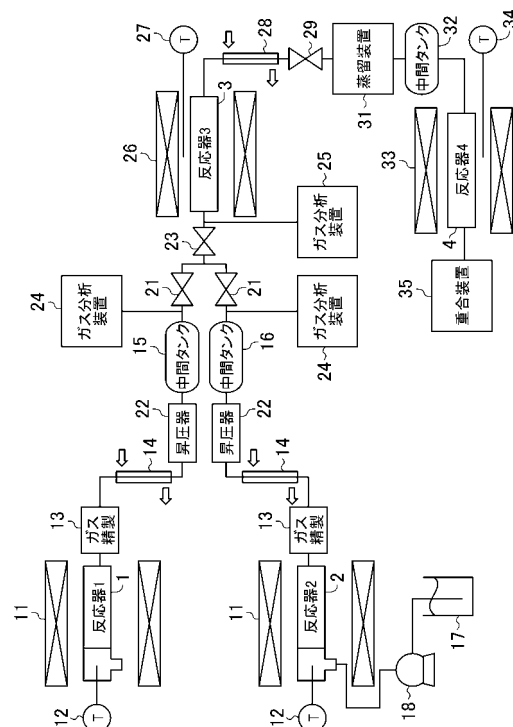
(54) 【発明の名称】 アルコール製造方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】原料の種類又は性状が変化する場合でも、メタノール合成に適したH<sub>2</sub>/COモル比の合成ガスを簡単に且つ安定的に得る。

【解決手段】バイオマス等の固体状原料の熱分解ガス化処理によって、H<sub>2</sub>及びCOを含有する第1ガスを得る工程と、同じくバイオマス等の固体状原料の水蒸気ガス化処理によって、H<sub>2</sub>及びCOを含有する第2ガスを得る工程と、この第1ガスと第2ガスとを、各々のH<sub>2</sub>/COモル比に応じた割合で混合して所望H<sub>2</sub>/COモル比の合成ガスを得る工程とを備え、該合成ガスからメタノールを合成する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

炭素元素及び水素元素を分子内に含む固体状の第 1 原料の熱分解ガス化処理によって、 $H_2$  及び  $CO$  を含有する第 1 ガスを得る工程と、

炭素元素及び水素元素を分子内に含む、上記第 1 原料と同一の又は異なる固体状の第 2 原料の水蒸気ガス化処理によって、 $H_2$  及び  $CO$  を含有する第 2 ガスを得る工程と、

上記第 1 ガスと上記第 2 ガスとを、各々の  $H_2 / CO$  モル比に応じた割合で混合してアルコール製造用の合成ガスを得る工程と、

上記合成ガスからアルコールを合成する工程とを備えていることを特徴とするアルコール製造方法。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

上記アルコールとしてメタノールを合成するために、上記第 1 ガスと上記第 2 ガスとを混合して  $H_2 / CO$  モル比が 1.3 以上 3.5 以下の合成ガスを得ることを特徴とするアルコール製造方法。

**【請求項 3】**

$H_2$  及び  $CO$  を含有する第 1 ガスを得るための、炭素元素及び水素元素を分子内に含む固体状の第 1 原料を熱分解ガス化処理する第 1 反応器と、

$H_2$  及び  $CO$  を含有する第 2 ガスを得るための、炭素元素及び水素元素を分子内に含む、上記第 1 原料と同一の又は異なる固体状の第 2 原料を水蒸気ガス化処理する第 2 反応器と、

20

アルコール合成用の第 3 反応器と、

上記第 1 ガスと上記第 2 ガスとを各々の  $H_2 / CO$  モル比に応じた割合でアルコール合成用の合成ガスとなるように混合して、上記第 3 反応器に供給する合成ガス供給手段とを備えていることを特徴とするアルコール製造装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 において、

上記第 1 ガスと上記第 2 ガスとは、メタノールを合成すべく、 $H_2 / CO$  モル比が 1.3 以上 3.5 以下の合成ガスとなるように混合して上記第 3 反応器に供給されることを特徴とするアルコール製造装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、バイオマス、廃プラスチック等を原料とするアルコール製造方法及びその装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

バイオマスをガス化してメタノールを得るプロセスについては広く研究されている。例えば特許文献 1 には、バイオマスを熱分解してガス化するガス化炉に、酸素又は酸素と水蒸気との混合物からなる燃焼酸化剤を投入して、バイオマスの部分酸化反応を促進する（ $H_2$  の生成を促進する）ことにより、生成ガスの  $H_2 / CO$  モル比（ $CO$  に対する  $H_2$  のモル比率）を 2 に近づけることが記載されている。 $CO$  と  $H_2$  とからなる合成ガスからメタノールを合成するために、当該モル比を化学量論比に近づけるといものである。

40

**【0003】**

また、同文献には、上記ガス化炉での副生成物であるメタン等の炭化水素系物質から、水蒸気改質反応によって  $CO$  及び  $H_2$  を生成し、これをメタノール合成の原料ガスとすることも記載されている。また、バイオマスの熱分解ガス化反応器の後段に水性ガスシフト反応器を置いて生成ガスの  $H_2 / CO$  モル比を調整することも一般に知られている。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 4 0 8 7 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ガス化炉におけるバイオマスの部分酸化反応を促進する手法では、 $H_2 / CO$ モル比を所望の値に調整することは必ずしも容易ではない。

【 0 0 0 6 】

すなわち、原料となるバイオマスの種類が限定され且つその品質が安定しているならば、所望の $H_2 / CO$ モル比にするための燃焼酸化剤の最適投入量を実験で求めることはある程度可能であると考えられる。しかし、例えば、おがくずを原料とする場合でも、その水分含有量はおがくず（木材）の種類や気候によって異なってくるのが通例である。そのため、得られる生成ガスの $H_2 / CO$ モル比は所望値からずれたものになり易い。また、バイオマスと廃プラスチックとの混合物を原料とする場合、特に、その混合比がその時々で変化する場合には、生成ガスの $H_2 / CO$ モル比を所望値にすることは難しい。

10

【 0 0 0 7 】

同様の問題は、水性ガスシフト反応によって $H_2 / CO$ モル比を調整する手法にも当てはまり、原料の種類又は性状が変われば、それに応じて水蒸気の添加量等の反応条件を変える必要があり、所望の $H_2 / CO$ モル比を得るように反応を制御することは難しい。しかも、水性ガスシフト反応器を設置するためにコスト的に不利になり、さらに、一旦生成した $CO$ を $CO_2$ に転換することになるから、合成に必要な $CO$ が減少してしまうという問題を生ずる。

20

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、原料の種類又は性状が変化する場合でも、アルコール合成に適した $H_2 / CO$ モル比の合成ガスを簡単に且つ安定的に得ることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記課題を解決するために、従来 of 化学反応を利用して $H_2 / CO$ モル比を調整するという考え方から発想を変えて、 $H_2 / CO$ モル比が異なる 2 種類のガスを生成し、その両ガスを各々の $H_2 / CO$ モル比に応じた割合で混合する手法を提供するものである。

30

【 0 0 1 0 】

すなわち、ここに開示するアルコール製造方法は、炭素元素及び水素元素を分子内に含む固体状の第 1 原料の熱分解ガス化処理によって、 $H_2$  及び $CO$ を含有する第 1 ガスを得る工程と、

炭素元素及び水素元素を分子内に含む、上記第 1 原料と同一の又は異なる固体状の第 2 原料の水蒸気ガス化処理によって、 $H_2$  及び $CO$ を含有する第 2 ガスを得る工程と、

上記第 1 ガスと上記第 2 ガスとを、各々の $H_2 / CO$ モル比に応じた割合で混合してアルコール製造用の合成ガスを得る工程と、

上記合成ガスからアルコールを合成する工程とを備えていることを特徴とする。

40

【 0 0 1 1 】

また、ここに開示するアルコール製造装置は、 $H_2$  及び $CO$ を含有する第 1 ガスを得るための、炭素元素及び水素元素を分子内に含む固体状の第 1 原料を熱分解ガス化処理する第 1 反応器と、

$H_2$  及び $CO$ を含有する第 2 ガスを得るための、炭素元素及び水素元素を分子内に含む、上記第 1 原料と同一の又は異なる固体状の第 2 原料を水蒸気ガス化処理する第 2 反応器と、

アルコール合成用の第 3 反応器と、

上記第 1 ガスと上記第 2 ガスとを各々の $H_2 / CO$ モル比に応じた割合でアルコール合成用の合成ガスとなるように混合して、上記第 3 反応器に供給する合成ガス供給手段とを

50

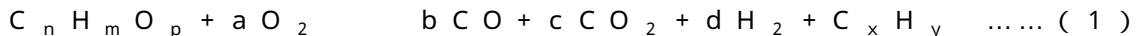
備えていることを特徴とする。

【0012】

上記第1原料及び第2原料としては、おがくず、間伐材等の木質系バイオマス、その他のバイオマス（紙、家畜糞、食品廃棄物、下水汚泥、生ゴミ、稲わら、麦わら、籾殻、資源作物、飼料作物等）、廃プラスチック、その他の有機系廃棄物など、炭素元素及び水素元素を分子内に含む固体状のものであれば、採用することができ、異種材料を混合して用いることもできる。第1原料と第2原料とは、同じものであっても、異なるものであってもよい。

【0013】

上記第1原料の熱分解ガス化処理では、原則として水蒸気を添加することなく加熱処理し、これにより、 $H_2 / CO$ モル比が2よりも小さい、さらには、 $H_2 / CO$ モル比が1以下の第1ガスを得ることができる。熱分解ガス化反応の一般式は次のとおりに表示ことができ、無酸素雰囲気中で熱分解ガス化するようにしてもよい。



10

【0014】

バイオマスの場合、これを簡単のために $CH_2O$ と表すと、その熱分解ガス化反応は次のように表示することができる。



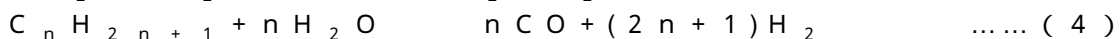
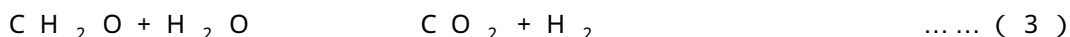
【0015】

但し、第1原料の種類や該第1原料自体の水分含有量に応じて生成する $CO$ と $H_2$ のモル比は異なるが、水蒸気を添加しないこと、並びに $C_x H_y$ 等の副生成物を生ずることから、第1ガスの $H_2 / CO$ モル比は2よりも小さくなり、さらには、1以下になる。

20

【0016】

上記第2原料の水蒸気ガス化処理では、水蒸気を添加してガス化することから、 $H_2 / CO$ モル比が2よりも大きい、さらには4以上の第2ガスを得ることができる。水蒸気ガス化反応は、バイオマスの場合の次の(3)式のように表示ことができ、廃プラスチックの場合は(4)式のように表示することができる。この場合も、得られる第2ガスの $H_2 / CO$ モル比は、第2原料の種類や該第1原料自体の水分含有量に応じて異なる。



30

【0017】

上記第1ガスと上記第2ガスとは、製造すべきアルコールの合成に適した $H_2 / CO$ モル比となるように、両ガス各々の $H_2 / CO$ モル比に応じた割合で混合する。バッチ式の場合は、得られた第1ガス及び第2ガス各々の $H_2 / CO$ モル比を分析によって求め、両ガスを混合して合成ガスを得ることになる。連続式の場合は、第1ガス及び第2ガスをアルコール合成用の反応器に供給する供給管の途中にガスの $H_2 / CO$ モル比を分析するガス分析装置を設ければよい。すなわち、分析で得られる両ガス各々の $H_2 / CO$ モル比に応じて、アルコールの合成に適した $H_2 / CO$ モル比となるように、両ガス各々の供給量をフィードバック制御すればよい。

【0018】

上記アルコールとしてメタノールを合成する場合は、上記第1ガスと上記第2ガスを、例えば、 $H_2 / CO$ モル比が1.3以上3.5以下の合成ガスが得られるように混合すればよい。

40

【発明の効果】

【0019】

従って、本発明によれば、第1原料の熱分解ガス化処理によって得られる $H_2$ 及び $CO$ を含有する第1ガスと、第2原料の水蒸気ガス化処理によって得られる $H_2$ 及び $CO$ を含有する第2ガスを、各々の $H_2 / CO$ モル比に応じた割合で混合してアルコールの製造に供するようにしたから、熱分解ガス化反応や水性ガスシフト反応を制御する場合とは違って、アルコールの合成に適した $H_2 / CO$ モル比の合成ガスを簡単に且つ安定的に得る

50

ことができ、コスト及びエネルギー効率の面で有利になるという格別な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明を応用したポリプロペン製造システムを示す図である。

【図2】熱分解ガス化処理及び水蒸気ガス化処理各々による生成ガスの濃度を示すグラフ図である。

【図3】メタノール合成における温度及び圧力の経時変化を示すグラフ図である。

【図4】メタノール合成反応前後の成分ガス量を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

10

以下、本発明を実施するための形態を図面に基づいて説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

【0022】

図1は各々バイオマス、廃プラスチック等の炭素元素及び水素元素を分子内に含む常温常圧で固体状の第1原料及び第2原料からアルコールとしてのメタノールを合成し、さらにポリプロペンを製造するシステムの全体構成を示す。このシステムに本発明に係るアルコール製造方法及びその装置が利用されている。同図において、1は $H_2$ 及びCOを含有する第1ガスを得るための、第1原料を熱分解ガス化処理する第1反応器、2は $H_2$ 及びCOを含有する第2ガスを得るための、第2原料を水蒸気ガス化処理する第2反応器、3は上記第1ガスと上記第2ガスとが混合して供給されるメタノール合成用の第3反応器、4はメタノールからプロペンを生成する第4反応器である。

20

【0023】

第1及び第2の各反応器1, 2にはヒータ11及び温度センサ12が設けられている。各反応器1, 2で生成した第1ガス及び第2ガス各々は、ガス精製装置13、熱交換器14及び昇圧器22を通して第1及び第2の各中間タンク15, 16に貯留され、この中間タンク15, 16から各々の $H_2$ /COモル比に応じた割合で混合して第3反応器3に供給される。

【0024】

第1反応器1では、ヒータ11及び第1原料の一部の燃焼によって400 ~ 1000の反応温度場を形成し、水蒸気を添加することなく、該第1原料の熱分解ガス化を進める。これにより、 $H_2$ /CO < 2 (モル比)の、さらには $H_2$ /CO 1 (モル比)の第1ガスを得ることができる。

30

【0025】

第2反応器2では、ヒータ11及び第2原料の一部の燃焼によって700 ~ 1100の反応温度場を形成し、該第2原料の水蒸気ガス化を進める。第2反応器2には、水蒸気添加のために、水源17がポンプ18を介して接続されている。水蒸気の添加により、第2反応器2では、 $H_2$ /CO > 2 (モル比)の、さらには $H_2$ /CO 4 (モル比)の第2ガスを得ることができる。必要に応じて、副生成物であるタールの分解に有効なドロマイト、その他の触媒を第2反応器2に添加する。例えば、酸化ニッケルを活性アルミナ

40

【0026】

ガス精製装置13では、生成ガス(第1ガス, 第2ガス)中の灰分、未分解分、水溶性成分、余剰水分、触媒被毒物等を除去する。熱交換器14では、生成ガス中の冷却及び水蒸気を除去する。当該熱交換で得られる熱は第2反応器2に添加する水蒸気の発生に利用することができる。熱交換器14を経た生成ガス(第1ガス, 第2ガス)はそれぞれ昇圧器22にて昇圧して第1及び第2の各中間タンク15, 16に貯留する。この昇圧によって後述のメタノール合成に必要な圧力を得る。

【0027】

第1及び第2の各中間タンク15, 16から第3反応器3に向かって各々生成ガスの供

50

給管が延び、該両供給管は1本の合流管になって第3反応器3に接続されている。各供給管には流量制御弁21が設けられ、合流管には開閉弁23が設けられている。そうして、中間タンク15、16、又は流量制御弁21よりも上流側の供給管に各生成ガスの $H_2 / CO$ モル比を分析するガス分析装置24が設けられ、開閉弁23よりも下流側の合流管に供給ガスの $H_2 / CO$ モル比を分析するガス分析装置25が設けられている。

#### 【0028】

上記供給管、合流管、流量制御弁21及びガス分析装置24は、上記第1ガス及び第2ガスからメタノールを合成するための合成ガス供給手段を構成している。すなわち、第1及び第2の反応器1、2各々で得られるガスの $H_2 / CO$ モル比は第1原料及び第2原料の種類や性状によってそのときどきで変化する。一方、メタノールの合成に適した合成ガスは、理論的には $H_2 / CO$ モル比 = 2である。そこで、第1ガス及び第2ガス各々の $H_2 / CO$ モル比をガス分析装置24によって分析し、この分析値に基づいて流量制御弁21をフィードバック制御することにより、第1ガスと第2ガスとをそれらの $H_2 / CO$ モル比に応じた割合で混合して、例えば、 $H_2 / CO$ モル比 = 1.3 ~ 3.5を目標値とする合成ガスを得るようにしている。

10

#### 【0029】

開閉弁23の下流側のガス分析装置25は、合成ガスの $H_2 / CO$ モル比に基づいて流量制御弁21の開度を目標 $H_2 / CO$ モル比が得られるようにフィードバック補正するためのものである。

#### 【0030】

アルコール合成用の第3反応器3にはメタノール合成用触媒が充填され、さらに、ヒータ26及び温度センサ27が設けられている。ヒータ26によって180 ~ 300の反応温度場が形成され、3MPa ~ 8MPaの圧力で合成ガスからメタノールを合成する。触媒としては、Cu触媒（例えば2成分系のCuO-ZnO触媒）を用いることができる。

20

#### 【0031】

第3反応器3からプロペン合成用の第4反応器4に至る経路には、熱交換器28、開閉弁29、蒸留装置31及び中間タンク32が設けられている。すなわち、第3反応器3で合成されたメタノールは、熱交換器28で冷却され、蒸留装置31で排ガスから分離されて中間タンク32に送られる。そして、中間タンク32から第4反応器4に供給される。

30

#### 【0032】

第4反応器4にはゼオライト触媒（例えば、ZSM-5触媒）が充填され、さらに、ヒータ33及び温度センサ34が設けられている。ヒータ33によって450 ~ 500の反応温度場が形成され、常圧下で、メタノールからプロペンを合成する。得られたプロペンは精製され、重合装置35においてチーグラ・ナッタ触媒の存在下で重合させてポリプロペンを得る。

#### 【0033】

##### <実施例>

第1原料及び第2原料としておがくずを使用し、第1反応器1及び第2反応器2で得られるガスの組成を実験的に調べた。すなわち、おがくず4.0gを600、700及び800の各温度で熱分解ガス化処理し（水蒸気及びドロマイトの添加なし、触媒なし）、得られた第1ガスの組成を調べた。また、おがくず0.5gを800の温度で水蒸気ガス化処理し（水蒸気添加量；0.1g/min, ドロマイト添加量24.2g, 触媒なし）、得られた第2ガスの組成を調べた。実験条件を表1に示し、結果を図2に示す。

40

#### 【0034】

【表 1】

	熱分解ガス化	水蒸気ガス化
おがくず (g)	4.0	0.5
温度 (°C)	600, 700, 800	800
ドロマイト (g)	0	24.2
水蒸気 (g/min)	0	0.1

10

## 【0035】

図 2 によれば、熱分解ガス化及び水蒸気ガス化のいずれにおいても、 $H_2$  及び  $CO$  の他に、 $CO_2$ 、 $CH_4$  等の副生成物がみられるが、熱分解ガス化による第 1 ガスは  $H_2 / CO = 1$  (モル比) となり、水蒸気ガス化による第 2 ガスは  $H_2 / CO = 4$  (モル比) となっていることがわかる。

## 【0036】

上記分析結果に基づいて、第 1 ガスと第 2 ガスとを混合して  $H_2 / CO$  モル比 = 約 1.4 である合成ガスを調製した。具体的には、表 2 に示す条件で第 1 ガス及び第 2 ガスを生成して混合することにより、合計ガス量  $2200 \text{ cm}^3$  の合成ガスを得た。この合成ガスを第 3 反応器 3 により、 $CuO - ZnO$  触媒を用い、温度  $220$ 、圧力  $3 \text{ MPa}$  の条件下で反応させた。この反応における温度と圧力の変化を図 3 に示し、反応前後の成分ガス量を図 4 に示す。

20

## 【0037】

【表 2】

	熱分解ガス化	水蒸気ガス化
おがくず (g)	9.0	0.5
温度 (°C)	800	800
ドロマイト (g)	0	26.3
水蒸気 (g/min)	0	0.1

30

## 【0038】

図 3 によれば、反応温度の上昇に伴って圧力が上昇し、その後に減圧していることから、メタノールの合成反応を生じていることが伺える。そして、図 4 によれば、反応後は反応前に比べて、 $H_2$  量及び  $CO$  量のみが大きく減少している。このことから、メタノール合成反応を生じていると認められる。

40

## 【0039】

< 他の実施形態 >

上記実施形態は、原料から連続的にポリプロペンを得るケースであるが、バッチ式にすることもできる。すなわち、その構成は次のとおりである。図 1 に示す反応器 1, 2 で生成される第 1 ガス及び第 2 ガスを貯留する第 1 タンク及び第 2 タンクを設け、各タンクには生成ガスの  $H_2 / CO$  モル比を分析するガス分析装置を設ける。そして、ガス分析装置で分析された  $H_2 / CO$  モル比に応じた割合で両タンクのガスを混合することにより、 $H_2 / CO$  モル比 =  $1.3 \sim 3.5$  を目標値とする合成ガスを得る。この合成ガスをメタノール合成用の反応器に供給してメタノールを合成する。その他の構成は図 1 と同じである。

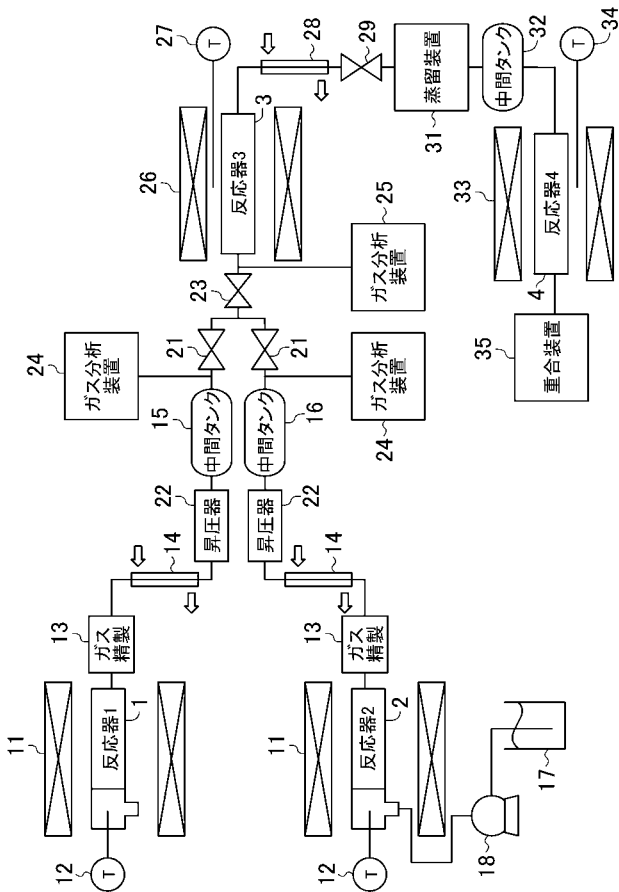
50

【符号の説明】

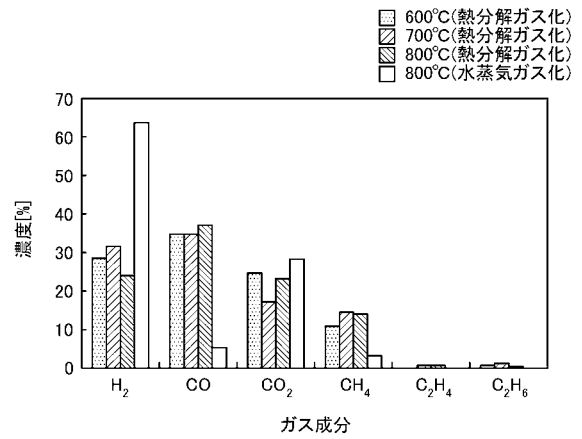
【0040】

- 1 第1反応器(第1ガス生成用)
- 2 第2反応器(第2ガス生成用)
- 3 第3反応器(メタノール合成用)
- 4 第4反応器(プロペン合成用)
- 24 ガス分析装置

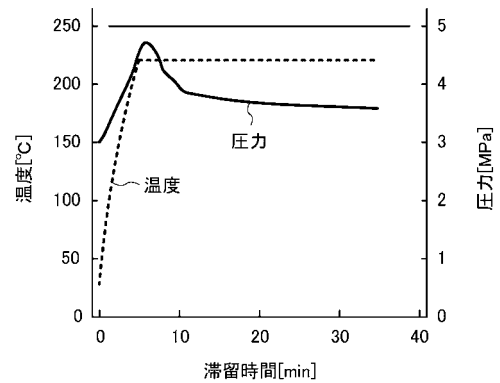
【図1】



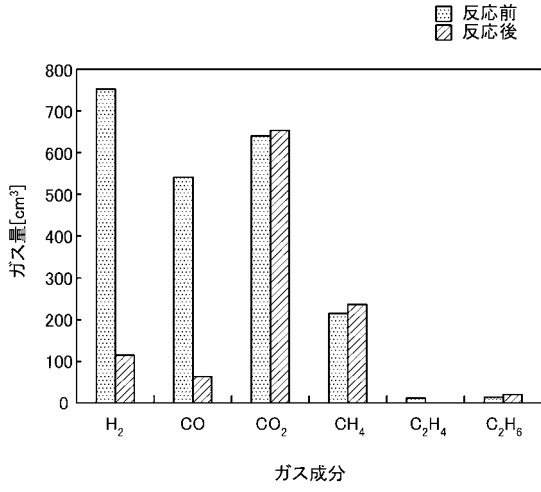
【図2】



【図3】



【 図 4 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100113262  
弁理士 竹内 祐二
- (74)代理人 100115059  
弁理士 今江 克実
- (74)代理人 100117581  
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710  
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100124671  
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060  
弁理士 杉浦 靖也
- (74)代理人 100131200  
弁理士 河部 大輔
- (74)代理人 100131901  
弁理士 長谷川 雅典
- (74)代理人 100132012  
弁理士 岩下 嗣也
- (74)代理人 100141276  
弁理士 福本 康二
- (74)代理人 100143409  
弁理士 前田 亮
- (74)代理人 100157093  
弁理士 間脇 八蔵
- (74)代理人 100163186  
弁理士 松永 裕吉
- (74)代理人 100163197  
弁理士 川北 憲司
- (74)代理人 100163588  
弁理士 岡澤 祥平
- (72)発明者 松村 幸彦  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 吉田 拓也  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 中山 祐正  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 西尾 尚道  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 2 号 国立大学法人広島大学大学院先端物質科学研究科内
- (72)発明者 中島田 豊  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 2 号 国立大学法人広島大学大学院先端物質科学研究科内
- (72)発明者 美濃輪 智朗  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 藤村 壮  
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 松田 祐之  
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 一原 洋平  
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

(72)発明者 藤 和久

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

Fターム(参考) 4G140 BA02 BB02

4H006 AA02 AA04 AC41 BC31 BD84 BE20 FE11