

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6263792号  
(P6263792)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int.Cl. F I  
**C 1 O G 2/00 (2006.01)** C 1 O G 2/00 Z A B  
**C 1 2 P 5/02 (2006.01)** C 1 2 P 5/02

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2016-519312 (P2016-519312)	(73) 特許権者	597092244
(86) (22) 出願日	平成27年5月15日 (2015.5.15)		株式会社 I H I 環境エンジニアリング
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/064021		東京都江東区木場五丁目10番11号
(87) 国際公開番号	W02015/174518	(73) 特許権者	501174550
(87) 国際公開日	平成27年11月19日 (2015.11.19)		国立研究開発法人国際農林水産業研究センター
審査請求日	平成28年12月26日 (2016.12.26)		茨城県つくば市大わし1-1
(31) 優先権主張番号	特願2014-101840 (P2014-101840)	(74) 代理人	100175802
(32) 優先日	平成26年5月15日 (2014.5.15)		弁理士 寺本 光生
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100167553
			弁理士 高橋 久典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイオマスを用いた液体燃料製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バイオマスを糖化处理する糖化工程と、  
 前記糖化工程によって得られた糖化液をメタン発酵処理するメタン発酵工程と、  
 前記メタン発酵工程によって得られたバイオガスから液体燃料を生成する B T L (Biogas to Liquid) 工程とを有し、  
前記 B T L 工程は、  
前記メタン発酵工程によって得られたバイオガスから合成ガスを生成する合成ガス生成工程と、  
前記合成ガス生成工程で得られた合成ガスを F T (Fischer-Tropsch) 合成処理する F T 合成工程と、  
前記 F T 合成工程で得られた F T 合成油をアップグレード処理するアップグレード工程とを有し、  
前記 F T 合成工程及び前記アップグレード工程で得られる排水を前記メタン発酵工程で処理するバイオマスを用いた液体燃料製造方法。

【請求項2】

前記バイオマスが樹液として糖液を含む木質系バイオマスの場合には、前記糖化工程の前工程として、前記木質系バイオマスから樹液を搾汁する搾汁工程を含み、  
 前記メタン発酵工程では、前記糖化液と樹液とをメタン発酵処理する請求項1に記載のバイオマスを用いた液体燃料製造方法。

## 【請求項 3】

前記糖化工程の前工程として、前記バイオマスを破碎する破碎工程をさらに有する請求項 1 ~ 2 のいずれか一項に記載のバイオマスを用いた液体燃料製造方法。

## 【請求項 4】

前記バイオマスは、オイルパームの幹あるいはノ及び前記オイルパームからパーム油の製油工場で発生するパームオイル廃液である請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のバイオマスを用いた液体燃料製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、バイオマスを用いた液体燃料製造方法に関する。  
本願は、2014年5月15日に、日本に出願された特願2014-101840号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

## 【背景技術】

## 【0002】

周知のように、パーム油はオイルパーム(oil palm、和名：アブラヤシ)の果実から採取される植物油である。このようなパーム油は、東南アジアが主産地であり、大規模農園であるプランテーションで製造されている。例えば下記特許文献1及び引用文献2には、上記オイルパームの幹(トランク)をバイオマス(生物由来の資源)として捉え、この幹(トランク)から採取した樹液を原料としてアルコール発酵(エタノール発酵)させることによりバイオエタノール(液体燃料)を製造することが記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】日本国特許第4665257号公報

【特許文献2】日本国特許第4418871号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、上記特許文献1や特許文献2の技術は、アルコール発酵(エタノール発酵)を中核とする技術であるが故に、バイオエタノール(液体燃料)の製造におけるエネルギー効率が悪い。例えば、アルコール発酵の発酵効率を上げるため、またオイルパームの樹液(糖液)の腐敗防止のために、アルコール発酵の前工程で樹液(糖液)の濃縮処理を行う必要があり、この濃縮処理に多大なエネルギーを必要とする。また、アルコール発酵の後工程としてバイオエタノールを単体分離するための蒸留処理が必要であり、この蒸留処理にも多大なエネルギーを必要とする。さらに、蒸留処理によって分離された蒸留粕を飼料等として再利用する場合には、蒸留粕が多量の水を含んだ固液混合液なので、乾燥させるために多大なエネルギーを必要である。

## 【0005】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、各種のバイオマスから液体燃料を製造する際のエネルギー効率を従来よりも向上させることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明のバイオマスを用いた液体燃料製造方法に係る第1の態様は、バイオマスを糖化処理する糖化工程と、前記糖化工程によって得られた糖化液をメタン発酵処理するメタン発酵工程と、前記メタン発酵工程によって得られたバイオガスから液体燃料を生成するBTL(Biogas to Liquid)工程とを有する。

## 【0007】

本発明のバイオマスを用いた液体燃料製造方法に係る第2の態様は、上記第1の態様において、前記BTL工程は、前記メタン発酵工程によって得られたバイオガスから合成ガ

10

20

30

40

50

スを生成する合成ガス生成工程と、前記合成ガス生成工程で得られた合成ガスをF T (Fischer-Tropsch) 合成処理するF T 合成工程と、前記F T 合成工程で得られたF T 合成油をアップグレード処理するアップグレード工程とを有する。

【0008】

本発明のバイオマスを用いた液体燃料製造方法に係る第3の態様は、上記第2の態様において、前記F T 合成工程及び前記アップグレード工程で得られる排水を前記メタン発酵工程で処理する。

【0009】

本発明のバイオマスを用いた液体燃料製造方法に係る第4の態様は、上記第1～3のいずれかの態様において、前記バイオマスが樹液として糖液を含む木質系バイオマス場合には、前記糖化工程の前工程として、前記木質系バイオマスから樹液を搾汁する搾汁工程を含み、前記メタン発酵工程では、前記糖化液と樹液とをメタン発酵処理する。

10

【0010】

本発明のバイオマスを用いた液体燃料製造方法に係る第5の態様は、上記第1～第4のいずれかの態様において、前記糖化工程の前工程として、前記バイオマスを破砕する破砕工程をさらに有する。

【0011】

本発明のバイオマスを用いた液体燃料製造方法に係る第6の態様は、上記第1～第5のいずれかの態様において、前記バイオマスは、オイルパームの幹あるいはノ及び前記オイルパームからパーム油の製油工場で発生するパームオイル廃液である。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、バイオマスから液体燃料を製造する際におけるエネルギー効率を従来よりも向上させることが可能である。すなわち、パーム幹等のバイオマスからバイオエタノールを製造する従来の製造プロセスでは、オイルパームの樹液(糖液)の濃縮処理、バイオエタノールを単体分離するための蒸留処理、また蒸留粕の乾燥処理に多大なエネルギーを必要とするが、本発明では、外部エネルギーの投入が必要な工程はB T L工程のみである。また、前記B T L工程に必要なエネルギー量は、上記濃縮処理、蒸留処理及び乾燥処理に必要な総エネルギー量よりも大幅に小さい。したがって、本発明によれば、パーム幹等のバイオマスからバイオエタノールを製造する従来技術よりも必要エネルギー量を削減することができるので、トータル的なエネルギー効率を従来よりも向上させることが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態に係るバイオマスを用いた液体燃料製造方法の処理工程を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

本実施形態に係るバイオマスを用いた液体燃料製造方法は、図1に示すように、木質系バイオマスの一種であるオイルパームの幹(パーム幹X1)をバイオマス(原料)として選定する。

40

【0015】

最初の工程であるチップ化処理S1は、例えば直径30～60cm、かつ、高さ10m程度の丸太状のパーム幹X1を例えば最大寸法2.0～3.0mm程度のチップ(パームチップX2)に破砕する破砕工程である。このチップ化処理S1の主旨は、後段の搾汁処理S2を容易化するためである。

【0016】

2番目の工程である搾汁処理S2では、パームチップX2から樹液X3を分離する。すなわち、この搾汁処理S2では、パームチップX2を圧搾装置を用いることにより、樹液

50

X 3 と固形分（搾り滓 X 4）とに分離する。この樹液 X 3 は、水と糖分（五炭糖や六炭糖の単糖）を主成分とする糖液であり、原料の 1 つとして後段のメタン発酵処理 S 5 に供給される。

【 0 0 1 7 】

3 番目の工程である糖化处理 S 3 では、搾汁処理 S 2 によって得られた搾り滓 X 4 を加水分解することにより低糖化（単糖化）する。この糖化处理 S 3 では、例えば酵素糖化法に基づいて搾り滓 X 4 を加水分解することにより、五炭糖や六炭糖の単糖を生成する。周知のように、パーム幹 X 1 等のセルロース系バイオマスあるいは木質系バイオマスは、セルロース、ヘミセルロース及びリグニンを主成分とする。酵素糖化法は、これら主成分のうちセルロース及びヘミセルロースを糖化酵素の存在下で加水分解する。

10

【 0 0 1 8 】

すなわち、糖化处理 S 3 では、搾り滓 X 4 中のセルロースが加水分解することによって六炭糖が生成され、一方、同じく搾り滓 X 4 中のヘミセルロースが加水分解することによって五炭糖が生成される。このような加水分解によって生成された単糖（五炭糖や六炭糖）は、水に対して可溶性であり、よって水中に溶け込む。したがって、糖化处理 S 3 によって得られる糖化済み液 X 5 は、リグニンを主成分とする固形物と単糖が水に溶け込んだ糖化液 X 6 とからなる固液混合水である。

【 0 0 1 9 】

なお、本実施形態における「糖化处理」は、セルロースやヘミセルロースを必ずしも単糖や遊離糖に分解する必要はなく、搾り滓 X 4（搾汁バカス）が加水分解することによって液化あるいは可溶化する程度のものでよく、さらにはセルロースやヘミセルロースを単糖や遊離糖よりもさらに分解してもよい。

20

【 0 0 2 0 】

また、糖化处理は、Clostridium thermocellumを用いた微生物糖化法でもよい。特に、本願発明者らは、Clostridium thermocellumとThermoanaerobacter brockiiの共培養系により、グルカン 62.5%、キシラン 39%の分解が得られることを見出した。そのため、Clostridium thermocellumとThermoanaerobacter brockiiの共培養系により、高い効率で糖化处理を行うことができる。

【 0 0 2 1 】

4 番目の工程である固液分離処理 S 4 では、このような糖化済み液 X 5 を固液分離する。すなわち、遠心分離機等の固液分離装置を用いることによって糖化済み液 X 5 から糖化液 X 6 を分離する。そして、この糖化液 X 6 は、原料として後段のメタン発酵処理 S 5 に供給される。

30

【 0 0 2 2 】

5 番目の工程であるメタン発酵処理 S 5 では、上記樹液 X 3（糖液）及び糖化液 X 6 を原料とするメタン発酵によってメタンガス及び二酸化炭素を主成分とするバイオガス X 7 を発生させる。メタン発酵は、周知のように嫌気性の有機物分解処理、つまり嫌気性微生物であるメタン菌の作用によって有機物を分解することにより、メタンガス及び二酸化炭素を主成分とする消化ガスを発生させる反応系である。

【 0 0 2 3 】

ここで、上記樹液 X 3（糖液）及び糖化液 X 6 を原料とするメタン発酵に必要な成分が不足した場合、メタン発酵が効率よく行われなため、原料中の不足成分（例えば、ニッケル、コバルト、モリブデン等）を適宜加えることができる。

40

【 0 0 2 4 】

なお、このメタン発酵処理 S 5 では、消化液が排水として発生する。この消化液は、メタン発酵処理 S 5 の原料、つまり樹液 X 3（糖液）及び糖化液 X 6 の性状によって成分が決まるが、活性污泥処理によって処理することができる。周知のように、活性污泥処理は、好気性微生物を用いて排水を処理する手法であり、消化液を河川放流基準まで浄化することができる排水処理法である。メタン発酵処理との併用により外部からのエネルギー投入を最小限に抑えることができる。

50

## 【 0 0 2 5 】

6番目～8番目の合成ガス生成処理S6、FT合成処理S7及びアップグレード処理S8は、気体燃料であるバイオガスX7を液体燃料（合成ナフサ等）に変換するBTL（Biogas to Liquid）工程Gである。すなわち、6番目の工程である合成ガス生成処理S6では、バイオガスX7から水素ガス（ $H_2$ ）と一酸化炭素（ $CO$ ）との混合ガス（合成ガスX8）を生成する。バイオガスX7は、メタン（ $CH_4$ ）と二酸化炭素（ $CO_2$ ）とを主成分とする混合ガスであり、周知の水蒸気改質法や部分酸化法等を用いることにより、合成ガスX8を容易に生成することができる。

## 【 0 0 2 6 】

7番目の工程であるFT合成処理S7では、上記合成ガスX8を様々な炭素数の炭化水素の混合油（FT合成油X9）に変換する。このFT合成油X9は、例えばメタン、エタン、ナフサ、灯油及び軽油等からなる混合油である。FT合成処理S7では、例えば鉄やコバルト等の金属触媒の存在下で上記合成ガスX8（水素ガスと一酸化炭素との混合ガス）を加熱することにより、FT合成油X9を生成する。

## 【 0 0 2 7 】

8番目の工程であるアップグレード処理S8では、上記FT合成油X9を蒸留処理することにより各留分に分離する。このアップグレード処理S8では、例えばFT合成油を蒸留塔に投入して加熱することにより各留分に分離し、さらに水等を用いて各留分を冷却することにより液化させて合成ナフサ、合成灯油及び合成軽油等の液体燃料（最終製品）を得る。

## 【 0 0 2 8 】

上記FT合成処理S7及びアップグレード処理S8では、蒸留処理により排水X10が発生する。この排水X10は、アルコールや有機酸を成分として含むものであり、図示するようにメタン発酵処理S5に供給されることにより再処理（再利用）される。すなわち、FT合成処理S7及びアップグレード処理S8で発生する排水X10については別途排水処理をする必要がない。

## 【 0 0 2 9 】

このような本実施形態によれば、パーム幹X1から最終製品である液体燃料を製造する際のエネルギー効率を従来よりも向上させることが可能である。すなわち、パーム幹X1からバイオエタノールを製造する従来の製造プロセスでは、オイルパームの樹液（糖液）の濃縮処理、バイオエタノールを単体分離するための蒸留処理、また蒸留粕の乾燥処理に多大なエネルギーを必要とするが、本実施形態では、外部エネルギーの投入が必要な工程はBTL工程Gのみである。また、このBTL工程Gに必要なエネルギー量は、上記濃縮処理、蒸留処理及び乾燥処理に必要な総エネルギー量よりも大幅に小さい。したがって、本実施形態によれば、トータルのエネルギー効率を従来よりも向上させることが可能である。

## 【 0 0 3 0 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のような変形例が考えられる。

（1）上記実施形態に係るバイオマスを用いた液体燃料製造方法では、木質系バイオマスの一種であるパーム幹X1を原料としたが、本発明はこれに限定されない。本願発明は、樹液として糖液を含む木質系バイオマスの他に、各種のバイオマスに適用可能である。例えば、糖分を含む樹液を有するセルロース系バイオマスには、パーム幹X1の他にパームの葉、バナナ、サトウキビ、トウモロコシ、キャッサバ、サゴ椰子、ヤムイモ、ソルガム、馬鈴薯、セルロースと樹液（またはジュース）、セルロース・でん粉・樹液（またはジュース）からなる作物等、種々の植物があり、各種のセルロース系バイオマスに適用可能である。

## 【 0 0 3 1 】

また、パーム幹X1は、パーム油の生産過程でプランテーション（パーム・プランテーション）から廃棄される木質系バイオマスである。パーム油の生産過程では、このような

10

20

30

40

50

パーム幹 X 1 の他にバイオマスとして利用可能なパームオイル廃液が発生される。このパームオイル廃液は、オイルパームの果実から阻パームオイル (C P O : Crude Palm Oil) を搾った残渣を主成分 (糖分等) とする排水 (P O M E : Palm Oil Mill Effect) である。したがって、パーム幹 X 1 に加えてパームオイル廃液を原料としてもよい。これにより、従来、廃棄処理されていたパームオイル廃液をメタン発酵の原料とすることで、環境に与える影響を最小限にすることができる。

【 0 0 3 2 】

( 2 ) 上記実施形態に係るバイオマスを用いた液体燃料製造方法では、バイオガス X 7 から液体燃料 (最終製品) を得るための B T L 工程 G を合成ガス生成処理 S 6、F T 合成処理 S 7 及びアップグレード処理 S 8 としたが、本発明はこれに限定されない。F T 法以外

10

【 0 0 3 3 】

( 3 ) 上記実施形態に係るバイオマスを用いた液体燃料製造方法では、最初の工程としてチップ化処理 S 1 を行ったが、本発明はこれに限定されない。パーム幹 X 1 のように比較的大型のバイオマス (木質系バイオマス) ではなく、例えば籾殻等の比較的小型な固体バイオマスや液体バイオマスを原料とする場合には、チップ化処理 S 1 を削除することができる。

【 0 0 3 4 】

( 4 ) 上記実施形態に係るバイオマスを用いた液体燃料製造方法では、糖化処理 S 3 及び固液分離処理 S 4 を行うことにより搾り滓 X 4 から糖化液 X 6 を取得したが、本発明はこれに限定されない。糖化処理 S 3 及び固液分離処理 S 4 を削除することにより、樹液 X 3 のみを原料としてメタン発酵処理 S 5 を行ってもよい。

20

【 0 0 3 5 】

( 5 ) 上記実施形態における B T L 工程 G (合成ガス生成処理 S 6、F T 合成処理 S 7 及びアップグレード処理 S 8) では、メタンやエタン等の気体燃料が液体燃料と同時に生成される。このような気体燃料については、バイオガス X 7 と一緒に合成ガス生成処理 S 6 の原料としてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 6 】

本発明によれば、バイオマスから液体燃料を製造する際の必要エネルギーを従来よりも低減することができる。

30

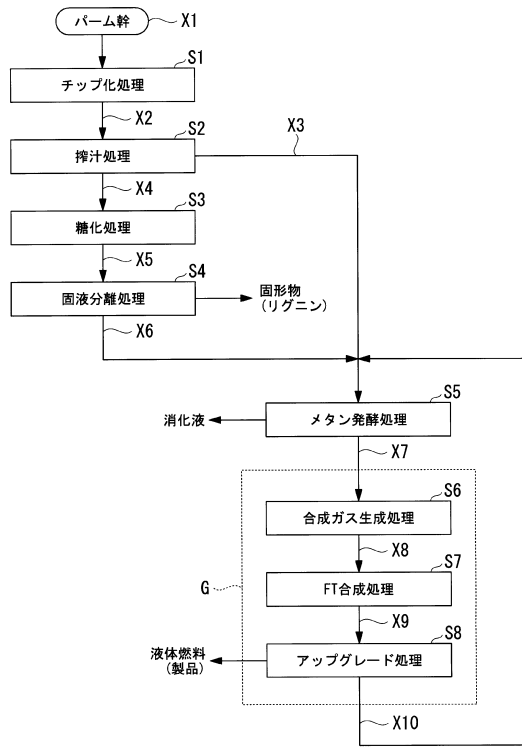
【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

- X 1 パーム幹
- X 2 パームチップ
- X 3 樹液
- X 4 搾り滓
- X 5 糖化済み液
- X 6 糖化液
- X 7 バイオガス
- X 8 合成ガス
- X 9 F T 合成油
- X 1 0 排水

40

【図1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山下 雅治

東京都江東区木場5丁目10番11号 株式会社IHI環境エンジニアリング内

(72)発明者 小杉 昭彦

茨城県つくば市大わし1番地1 国立研究開発法人国際農林水産業研究センター内

審査官 森 健一

(56)参考文献 国際公開第2012/046290(WO, A1)

特開2001-262162(JP, A)

特開2008-237164(JP, A)

特開平07-062356(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C10G 2/00

C12N 1/00

C12P 5/02