

(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2009-183805

(P2009-183805A)

(43) 公開日 平成21年8月20日(2009.8.20)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
<b>B09B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B09B</b>	<b>3/00</b>	<b>304Z</b>	<b>4B029</b>	
<b>B01J</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B01J</b>	<b>3/00</b>	<b>ZABA</b>	<b>4D004</b>	
<b>B01J</b>	<b>3/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B01J</b>	<b>3/02</b>	<b>C</b>		
<b>C10G</b>	<b>31/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B01J</b>	<b>3/02</b>	<b>E</b>		
<b>C12M</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C10G</b>	<b>31/08</b>			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-23186 (P2008-23186)  
 (22) 出願日 平成20年2月1日(2008.2.1)

(出願人による申告) 平成19年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発 バイオマスエネルギー転換要素技術開発 水熱分解法と酵素分解法を組合せた農業残渣等のセルロース系バイオマスの低コスト糖化技術の開発」に係る委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都港区港南二丁目16番5号  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (72) 発明者 源田 稔  
 神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三  
 菱重工業株式会社神戸造船所内  
 (72) 発明者 上原 良介  
 神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三  
 菱重工業株式会社神戸造船所内  
 (72) 発明者 藤田 謹也  
 神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三  
 菱重工業株式会社神戸造船所内

最終頁に続く

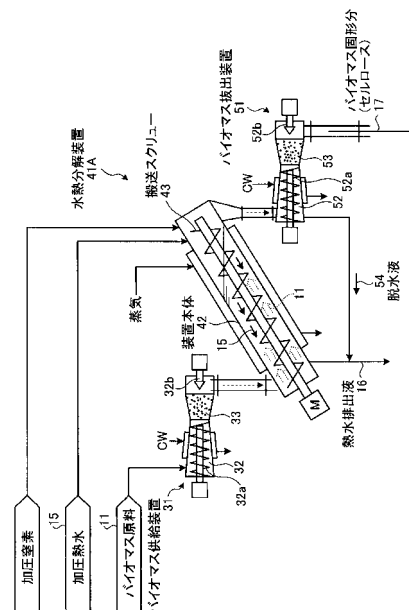
(54) 【発明の名称】 バイオマスの水熱分解装置及び方法、バイオマス原料を用いた有機原料の製造システム

## (57) 【要約】

【課題】 バイオマス原料からセルロース主体の成分を分離することができるバイオマスの水熱分解装置及び方法、バイオマス原料を用いた有機原料の製造システムを提供する。

【解決手段】 バイオマス原料11を常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給装置31と、供給されたバイオマス原料11を、下端部側から傾斜型装置本体42の内部に搬送スクリュー43により搬送すると共に、バイオマス原料11の供給箇所とは異なる上端部側から加圧熱水15を装置本体42内部に供給し、バイオマス原料11と加圧熱水15とを対向接触させつつ水熱分解し、加圧熱水15中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、バイオマス原料11中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる水熱分解装置41Aと、装置本体42の上端部側からバイオマス固形分17を加圧下から常圧下に抜出すバイオマス抜出装置51とを具備する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

バイオマス原料を常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給装置と、

供給されたバイオマス原料を、いずれか一方から装置本体の内部にスクリー手段により搬送すると共に、前記バイオマス原料の供給箇所とは異なる端部側から加圧熱水を本体内部に供給し、バイオマス原料と加圧熱水とを対向接触させつつ水熱分解し、加圧熱水中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、前記バイオマス原料中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる水熱分解装置と、

前記装置本体の上端部側からバイオマス固形分を加圧下から常圧下に拔出すバイオマス拔出装置とを具備することを特徴とするバイオマスの水熱分解装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

前記搬送スクリーに熱水排出液の抜き出し孔の閉塞を防止するスクレーパーを設けたことを特徴とするバイオマスの水熱分解装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 において、

前記水熱分解装置の反応温度が 180 ~ 240 であると共に、加圧熱水の状態であることを特徴とするバイオマスの水熱分解装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 乃至 3 のいずれか一つにおいて、

供給するバイオマス原料と加圧熱水との重量比は、1 : 1 ~ 1 : 10であることを特徴とするバイオマスの水熱分解装置。

20

**【請求項 5】**

バイオマス原料を常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給工程と、

供給されたバイオマス原料を、いずれか一方から装置本体の内部にスクリー手段により搬送すると共に、前記バイオマス原料の供給箇所とは異なる端部側から加圧熱水を本体内部に供給し、前記バイオマス原料と加圧熱水とを対向接触させつつ水熱分解し、前記加圧熱水中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、前記バイオマス原料中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる水熱分解工程と、

前記装置本体の上端部側からバイオマス固形分を加圧下から常圧下に拔出すバイオマス拔出工程とを具備することを特徴とするバイオマスの水熱分解方法。

30

**【請求項 6】**

バイオマス原料を前処理する前処理装置と、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一つの水熱分解装置と、

前記水熱分解装置から排出される前記バイオマス固形分中のセルロースを酵素処理して 6 炭糖を含む糖液に酵素分解する第 1 の酵素分解装置と、

該第 1 の酵素分解装置で得られた糖液を用いて、発酵処理によりアルコール類、石油代替品類又はアミノ酸類のいずれか一つを製造する発酵装置とを具備することを特徴とするバイオマス原料を用いた有機原料の製造システム。

**【請求項 7】**

請求項 6 において、

熱水排出液中のヘミセルロース成分を酵素処理して 5 炭糖を含む糖液に酵素分解する第 2 の酵素分解装置と、

該第 2 の酵素分解装置で得られた糖液を用いて、発酵処理によりアルコール類、石油代替品類又はアミノ酸類のいずれか一つを製造する発酵装置とを具備することを特徴とするバイオマス原料を用いた有機原料の製造システム。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、バイオマス原料を効率よく水熱分解することができるバイオマスの水熱分解

50

装置及び方法、並びにそれを用いた例えばアルコール類、石油代替品類、又はアミノ酸類等の有機原料を効率よく製造することができるバイオマス原料を用いた有機原料の製造システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、希硫酸、濃硫酸による木材等のバイオマスの糖化处理後、固液分離し、液相を中和処理し、エタノール発酵等の原料として利用するエタノール等の製造技術が実用化されている（特許文献1、特許文献2）。

また、糖を出発原料として、化学工業原料生産（例えば乳酸発酵等）も考えられる。

ここで、バイオマスとは、地球生物圏の物質循環系に組み込まれた生物体又は生物体から派生する有機物の集積をいう（JIS K 3600 1258 参照）。

10

【0003】

ここで、現在アルコール原料として用いられているサトウキビ、トウモロコシ等は本来食用に供されるものであるが、これらの食用資源を長期的、安定的に工業用利用資源とすることは、有効食料品のライフサイクルの観点から、好ましくない。

【0004】

このため、将来的に有用な資源と考えられる草本系バイオマスや木質系バイオマスのようなセルロース系資源を有効活用するのは、重要な課題である。

【0005】

また、セルロース系資源では、セルロースは38～50%、ヘミセルロース成分が23～32%と様々で、発酵原料にならないリグニン成分も15～22%とそれぞれ異なっている。多くの課題を抱えたままの工業化研究のため、原料は固定的に想定されており、原料の汎用性を考慮した生産システムの技術の開示は未だないのが現状である。

20

【0006】

さらに、元来、澱粉原料に較べて発酵原料に不利な方法で、ごみ問題、地球温暖化防止対応などを目標に考えるのであるから、原料を固定的に考えた生産システムでは意味が薄れる。広く一般の廃棄物に適用できなければならない。酵素糖化法そのものも、効率が悪すぎて、将来課題とされているのが現状である。酸処理による糖化率も、過剰反応による糖の過分解などで、およそ75%（糖化可能成分基準）前後とかなり小さい値となっている。従って、セルロース系資源に対して、エタノール生産収率はおよそ25%に止まっている（非特許文献1、特許文献3）。

30

【0007】

【特許文献1】特表平9-507386号公報

【特許文献2】特表平11-506934号公報

【特許文献3】特開2005-168335号公報

【非特許文献1】日経バイオビジネス、p.52、2002年9月

【非特許文献2】バイオマス 生物資源の高度利用 日本農芸化学会編 朝倉書店発行  
1985年9月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0008】

前記特許文献1及び2にかかる提案においては、反応に必要な硫酸を常に反応系外から供給する必要があり、製造規模の増大と共に、耐酸性の設備及び多量の硫酸の購入コストが増大すると共に、用いた硫酸の廃棄コスト（例えば石膏法による処理のコスト）及び硫酸回収コストが増大するという、問題がある。

【0009】

前記特許文献3にかかる提案においては、各種セルロース系資源を熱水処理して、酵素法により糖化を行うものであるが、熱水処理する際に、セルロースを糖化する際のリグニン成分等のセルラーゼ阻害物質（非特許文献2）が除去されずにセルロースと混在することとなるので、セルロースの糖化効率が低下する、という問題がある。

50

## 【 0 0 1 0 】

また、セルロース以外のヘミセルロース成分を含むものであるので、糖化に際しては、セルロース及びヘミセルロース成分に各々適した酵素を用いる必要がある、という問題がある。

## 【 0 0 1 1 】

また得られる糖液もセルロースからは6炭糖液、ヘミセルロース成分からは5炭糖液となり、例えばアルコール発酵においても各々適した酵母が必要になり、6炭糖液と5炭糖液とが混在した状態におけるアルコール発酵効率においてもその向上が求められている。

## 【 0 0 1 2 】

このように、従来の技術では、副反応生成物が酵素糖化阻害を引起し糖収率が減少する現象が起きていたので、酵素糖化阻害物質を除去し、セルロース主体による酵素糖化性を高める水熱分解装置の出現が切望されている。

10

## 【 0 0 1 3 】

本発明は、前記課題に鑑み、バイオマス原料からセルロース主体の成分を分離することができるバイオマスの水熱分解装置及び方法と、並びにそれを用いた効率的な糖液の製造を行うと共に、該糖液を基点として、各種有機物原料（例えばアルコール類、石油代替品類、又はアミノ酸類等）を効率よく製造することができるバイオマス原料を用いた有機原料の製造システム及び方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 4 】

上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、バイオマス原料を常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給装置と、供給されたバイオマス原料を、いずれか一方から装置本体の内部にスクリュース手段により搬送すると共に、前記バイオマス原料の供給箇所とは異なる端部側から加圧熱水を本体内部に供給し、バイオマス原料と加圧熱水とを対向接触させつつ水熱分解し、加圧熱水中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、前記バイオマス原料中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる水熱分解装置と、前記装置本体の上端部側からバイオマス固形分を加圧下から常圧下に拔出すバイオマス拔出装置とを具備することを特徴とするバイオマスの水熱分解装置にある。

20

## 【 0 0 1 5 】

第2の発明は、第1の発明において、前記搬送スクリュースに熱水排出液の抜き出し孔の閉塞を防止するスクレーパーを設けたことを特徴とするバイオマスの水熱分解装置にある。

30

## 【 0 0 1 6 】

第3の発明は、第1又は2の発明において、前記水熱分解装置の反応温度が180～240であると共に、加圧熱水の状態であることを特徴とするバイオマスの水熱分解装置にある。

## 【 0 0 1 7 】

第4の発明は、第1乃至3のいずれか一つの発明において、供給するバイオマス原料と加圧熱水との重量比は、1：1～1：10であることを特徴とするバイオマスの水熱分解装置にある。

## 【 0 0 1 8 】

第5の発明は、バイオマス原料を常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給工程と、供給されたバイオマス原料を、いずれか一方から装置本体の内部にスクリュース手段により搬送すると共に、前記バイオマス原料の供給箇所とは異なる端部側から加圧熱水を本体内部に供給し、前記バイオマス原料と加圧熱水とを対向接触させつつ水熱分解し、前記加圧熱水中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、前記バイオマス原料中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる水熱分解工程と、前記装置本体の上端部側からバイオマス固形分を加圧下から常圧下に拔出すバイオマス拔出工程とを具備することを特徴とするバイオマスの水熱分解方法にある。

40

## 【 0 0 1 9 】

第6の発明は、バイオマス原料を前処理する前処理装置と、第1乃至4のいずれか一つ

50

の水熱分解装置と、前記水熱分解装置から排出される前記バイオマス固形分中のセルロースを酵素処理して6炭糖を含む糖液に酵素分解する第1の酵素分解装置と、該第1の酵素分解装置で得られた糖液を用いて、発酵処理によりアルコール類、石油代替品類又はアミノ酸類のいずれか一つを製造する発酵装置とを具備することを特徴とするバイオマス原料を用いた有機原料の製造システムにある。

#### 【0020】

第7の発明は、第6の発明において、熱水排出液中のヘミセルロース成分を酵素処理して5炭糖を含む糖液に酵素分解する第2の酵素分解装置と、該第2の酵素分解装置で得られた糖液を用いて、発酵処理によりアルコール類、石油代替品類又はアミノ酸類のいずれか一つを製造する発酵装置とを具備することを特徴とするバイオマス原料を用いた有機原料の製造システムにある。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明によれば、スクリュース手段により搬送されるバイオマス原料と加圧熱水とを対向接触させる水熱分解装置を用いることにより、目的成分であるセルロース（酵素糖化により6炭糖液となる）を生成する反応以外の副反応物（リグニン成分、ヘミセルロース成分）を加圧熱水中に移行させることにより、セルロース主体のバイオマス固形分を得ることができる。その結果、6炭糖液を効率よく糖化させて、該糖液を基点として、各種有機原料（例えばアルコール類、石油代替品類、又はアミノ酸類等）を効率よく製造することができる。

20

#### 【0022】

また、対向接触させることにより、熱水に可溶化され易い成分から順次反応系外へ排出されると共に、バイオマスの投入部から熱水投入部まで温度勾配が生じる為、ヘミセルロース成分の過分解が抑制され、結果的に5炭糖成分を効率よく回収することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0023】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

#### 【実施例1】

30

#### 【0024】

本発明による実施例に係るバイオマスの水熱分解装置について、図面を参照して説明する。

図1は、実施例1に係るバイオマスの水熱分解装置を示す概念図である。

図1に示すように、本実施例に係るバイオマスの水熱分解装置41Aは、バイオマス原料11を常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給装置31と、供給されたバイオマス原料（本実施例では、例えば麦わら等）11を、下端部側から傾斜型装置本体（以下「装置本体」という）42の内部に搬送スクリュース43により徐々に搬送すると共に、前記バイオマス原料11の供給箇所とは異なる上端部側から加圧熱水15を装置本体42内部に供給し、バイオマス原料11と加圧熱水15とを対向接触させつつ水熱分解し、加圧熱水15中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、バイオマス原料11中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる水熱分解装置41Aと、装置本体42の上端部側からバイオマス固形分17を加圧下から常圧下に拔出すバイオマス拔出装置51とを具備するものである。

40

#### 【0025】

なお、本実施例では、バイオマス原料11を下端部側から供給しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、これとは逆に上端部側から供給するようにしてもよく、この際には、加圧熱水15は下端部側から供給する。

前記常圧下から加圧下に供給するバイオマス供給装置31としては、例えばピストンポンプ又はスラリーポンプ等のポンプ手段を挙げることができる。

50

## 【 0 0 2 6 】

また、水熱分解装置 4 1 A は、本実施例では、図 1 に示すように傾斜型の装置としているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図 2 に示すような縦型の水熱分解装置 4 1 B としてもよい。また、水平型の水熱分解反応装置としてもよい。

## 【 0 0 2 7 】

ここで、傾斜型又は垂直型とするのは、水熱分解反応において発生したガスや原料中に持ち込まれたガス等が上方から速やかに抜けることができ好ましいからである。また、加圧熱水 1 5 で分解生成物を抽出するので、抽出効率の点から上方から下方に向かって抽出物の濃度が高まることとなり、好ましいものとなる。

## 【 0 0 2 8 】

前記搬送用スクリュウ 4 3 を設けることにより、1) 固液カウンターフローでの固形分の搬送が可能となる。2) 装置本体 4 2 内で固液の分離が可能となる。3) 装置本体 4 2 内で固体表面、固体中の加圧熱水の混合が進み反応が促進される。

## 【 0 0 2 9 】

また、図 3 の水熱分解装置 4 1 C に示すように、前記搬送スクリュウ 4 3 に熱水排出液 1 6 の抜き出し孔 1 6 a の閉塞を防止するスクレーパー 4 3 a を設けるようにしてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

ここで、前記水熱分解装置 4 1 に供給するバイオマスとしては、特に限定されるものではなく、地球生物圏の物質循環系に組み込まれた生物体又は生物体から派生する有機物の集積をいう( J I S K 3 6 0 0 1 2 5 8 参照 ) が、本発明では特に木質系の例えば広葉樹、草本系等のリグノセルロース資源や農業系廃棄物、食品廃棄物等を用いるのが好ましい。

## 【 0 0 3 1 】

また、前記バイオマス原料 1 1 としては、粒径は特に限定されるものではないが、5 m m 以下に粉碎することが好ましい。

本実施例では、バイオマスの供給前において、前処理装置として、例えば粉碎装置を用いて前処理するようにしてもよい。また、洗浄装置により洗浄するようにしてもよい。

なお、バイオマス原料 1 1 として、例えば籾殻等の場合には、粉碎処理することなく、そのまま水熱分解装置 4 1 A に供給することができるものとなる。

## 【 0 0 3 2 】

また、水熱分解装置 4 1 A における、反応温度は 1 8 0 ~ 2 4 0 の範囲とするのが好ましい。さらに好ましくは 2 0 0 ~ 2 3 0 とするのがよい。

これは、1 8 0 未満の低温では、水熱分解速度が小さく、長い分解時間が必要となり、装置の大型化につながり、好ましくないからである。一方 2 4 0 を超える温度では、分解速度が過大となり、セルロース成分が固体から液体側へ移行を増大すると共に、ヘミセルロース系糖類の過分解が促進され、好ましくないからである。

また、ヘミセルロース成分は約 1 4 0 付近から、セルロースは約 2 3 0 付近から、リグニン成分は 1 4 0 付近から溶解するが、セルロースを固形分側に残し、且つヘミセルロース成分及びリグニン成分が十分な分解速度を持つ 1 8 0 ~ 2 4 0 の範囲とするのがよい。

## 【 0 0 3 3 】

また、反応圧力は本体内部が加圧熱水の状態となる、各温度の水の飽和蒸気圧に更に 0 . 1 ~ 0 . 5 M P a の高い圧力とするのが好ましい。

また、反応時間は 2 0 分以下、3 分 ~ 1 0 分とするのが好ましい。これはあまり長く反応を行うと過分解物の割合が増大し、好ましくないからである。

## 【 0 0 3 4 】

ここで、本発明では、水熱分解装置の本体内の加圧熱水 1 5 とバイオマス原料 1 1 との流動は、バイオマス原料 1 1 と加圧熱水 1 5 とを対向接触させる、いわゆるカウンターフローで接触・攪拌・流動するようにすることが好ましい。

## 【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

また、前記水熱分解装置では、バイオマス原料 11 の固形分は図中左側から供給され、一方加圧熱水 15 は図中右側から供給され、相互が移動することにより、加圧熱水 15 (熱水、分解物が溶解した液) は、固体であるバイオマス原料 11 とカウンターフローに固体粒子間にしみながら移動することとなる。

【0036】

その対向接触の際、固体であるバイオマス原料 11 が加圧熱水 15 により分解すると、その分解物が加圧熱水 15 側に溶解移行することとなる。

【0037】

また、固体と液体との固液比は、液体分が少ないほど回収水及び水熱分解のための加温のスチーム量を減らすことができるので好ましい。

ここで、供給するバイオマス原料と加圧熱水との重量比は、装置構成により適宜異なるが、例えば 1 : 1 ~ 1 : 10、より好ましくは 1 : 1 ~ 1 : 5 とするのが好ましい。

【0038】

本実施例によれば、予めバイオマス原料 11 と水とを混合して装置本体に供給するようなスラリー流通式の反応装置では、スラリーの流動性をもたせるために、固体に対してかなり多量の水(重量比で 10 ~ 20 倍)を加えなければならないが、原料であるバイオマス原料 11 と、バイオマス中のリグニン成分及びヘミセルロース成分を除去する加圧熱水 15 とを水熱分解装置 41A に別系統で供給するため、固体に対する液体の重量比を小さくすることができ、装置の経済性の向上に寄与することとなる。

【0039】

なお、本発明では装置本体 42 の内部には気体部分が存在することとなるので、加圧窒素( $N_2$ )を内部に供給するようにしている。

【0040】

また、水熱分解装置内におけるバイオマス原料 11 の昇温は、装置本体 42 内で加圧熱水 15 と接触させることによる直接熱交換で実施可能である。なお、必要に応じて、外部から水蒸気等を用いて加温するようにしてもよい。

【0041】

ここで、バイオマス供給装置 31 は、バイオマス自体によるマテリアルシール機構を有するスクリー式押出機構 32 を採用し、固形のバイオマス原料 11 を常圧下から加圧下へ供給するものである。

すなわち、スクリーフィーダー 32a と油圧シリンダー 32b とからなる押出機構 32 とすることで、内部に供給されたバイオマス原料 11 が圧縮され、バイオマスプラグ 33 を形成し、このバイオマスプラグ 33 自身で水熱分解装置内圧力を遮断するマテリアルシールを行うようにしている。スクリーフィーダー 32a により徐々に押されて、油圧シリンダー 32b の先端部分から徐々にバイオマスが切り出され、装置本体 42 内部に確実にバイオマス原料 11 を供給することとなる。

【0042】

また、バイオマス拔出装置 51 は、その構成は前記バイオマス供給装置 31 と同様であり、スクリーフィーダー 52a と油圧シリンダー 52b とからなる押出機構とすることで、水熱分解装置で反応したバイオマス固形物 17 が圧縮され、バイオマスプラグ 53 を形成し、このバイオマスプラグ 53 自身で水熱分解装置内圧力を遮断するマテリアルシールを行うようにしている。そして、熱水排出液 16 にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行させたバイオマス固形分 17 を加圧下から常圧下へ排出を可能とするものである。この際、バイオマスプラグ 53 から残留された水分が脱水される。

この脱水液 54 は、加圧熱水可溶分(リグニン成分及びヘミセルロース成分)を含むものであるので、熱水排出液 16 に送られ、熱水排出液 16 と共に別途処理される。

【0043】

また、バイオマス拔出装置 51 内で、加圧状態から常圧状態に変化するので、排出されたバイオマス固形物 17 は、爆砕されることとなり、繊維が破壊され、後の工程である酵素糖化における糖化効率が向上することとなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 4 】

また、バイオマス拔出装置 5 1 においては、低分子化した揮発性の酵素糖化阻害成分又はエタノール発酵阻害成分のいずれか一方又は両方を除去することができる。

## 【 0 0 4 5 】

また、本発明においては、バイオマス原料と加圧熱水とを対向接触させることにより、熱水に可溶化され易い成分から順次排出されると共に、バイオマスの投入部から熱水投入部まで温度勾配が生じる為、ヘミセルロース成分の過分解が抑制され、結果的に 5 炭糖成分が効率よく回収することができる。

さらに、対向接触させることで、熱回収ができシステム効率から好ましいものとなる。

## 【 0 0 4 6 】

また、図 4 に示す水熱分解装置 4 1 D に示すように、バイオマス拔出装置 5 1 で分離され脱水液 5 4 を再度装置本体 4 2 内に供給するようにしてもよい。これにより、装置本体 4 2 の内部に供給する加圧熱水量の削減を図ることができる。

また、理想的なカウンタフローの実現が可能となる。

## 【 0 0 4 7 】

また、図 4 に示すよう水熱分解装置 4 1 D では、装置本体 4 2 のバイオマス原料 1 1 が供給される部分でバイオマスに含まれる余剰水 3 4 を除去するように、余剰水除去ラインを設けるようにしている。この余剰水 3 4 はバイオマス原料 1 1 を湿潤状態にするのに用いてもよい。

## 【 実施例 2 】

## 【 0 0 4 8 】

本発明による実施例 2 に係るバイオマス原料を用いた有機原料であるアルコールの製造システムについて、図面を参照して説明する。図 5 は、実施例に係るバイオマス原料を用いた有機原料の製造システムを示す概念図である。

図 5 に示すように、本実施例に係るバイオマス原料を用いたアルコールの製造システム 1 0 - 1 は、バイオマス原料 1 1 を例えば粉碎処理する前処理装置 1 2 と、前処理したバイオマス粉碎物 1 3 を加圧熱水 1 5 と対向接触させつつ水熱分解し、加圧熱水 1 5 中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行し、バイオマス固体中からリグニン成分及びヘミセルロース成分を分離してなる図 1 に示す水熱分解装置 4 1 A と、前記水熱分解装置 4 1 A から排出されるバイオマス固形分 1 7 中のセルロースを酵素処理して 6 炭糖を含む糖液に酵素（セルラーゼ）1 8 - 1 で酵素分解する第 1 の酵素分解装置 1 9 - 1 と、第 1 の酵素分解装置 1 9 - 1 で得られた第 1 の糖液（6 炭糖）2 0 - 1 を用いて、発酵処理によりアルコール類（本実施の形態ではエタノール）を製造する第 1 のアルコール発酵装置 2 1 - 1 と、第 1 のアルコール発酵液 2 2 - 1 を精製して目的生成物のエタノール 2 3 と残渣 2 4 - 1 とに分離処理する第 1 の精製装置 2 5 - 1 とを具備するものである。

## 【 0 0 4 9 】

本発明によれば、図 1 に示すような水熱分解装置 4 1 A において、カウンタフローを採用することにより、液体側の加圧熱水 1 5 中にリグニン成分及びヘミセルロース成分を移行させ、固体側のバイオマス固形分 1 7 にはセルロースがとどまることとなり、酵素糖化の第 1 の酵素分解装置 1 9 - 1 により第 1 の糖液（6 炭糖）2 0 - 1 を得ることとなる。

そして、6 炭糖に応じた発酵（最終製品に応じた発酵：本実施例では第 1 のアルコール発酵装置 2 1 - 1 を用いてエタノール 2 3 を発酵により求める）プロセスを構築することができる。

## 【 0 0 5 0 】

本実施例では、発酵処理により求めるものとして、アルコール類のエタノールを例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、アルコール類以外の、化成品原料となる石油代替品類又は食品・飼料原料となるアミノ酸類を発酵装置により得ることができる。

## 【 0 0 5 1 】

ここで、糖液を基点とした化成品としては、例えば L P G、自動用燃料、航空機用ジェ

10

20

30

40

50



ット燃料、灯油、ディーゼル油、各種重油、燃料ガス、ナフサ、ナフサ分解物であるエチレングリコール、エタノールアミン、アルコールエトキシレート、塩ビポリマー、アルキルアルミニウム、PVA、酢酸ビニルエマルジョン、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、MMA樹脂、ナイロン、ポリエステル等を挙げることができる。よって、枯渇燃料である原油由来の化成品の代替品及びその代替品製造原料としてバイオマス由来の糖液を効率的に利用することができる。

#### 【実施例 3】

#### 【0052】

本発明による実施例 3 に係るバイオマス原料を用いた有機原料であるアルコール製造システムについて、図面を参照して説明する。

10

図 6 は、本実施例に係るバイオマス原料を用いた有機原料のアルコール製造システムを示す概念図である。

図 6 に示すように、本実施例に係るバイオマス原料を用いたアルコールの製造システム 10 - 2 は、図 1 に示すアルコール製造システム 10 - 1 において、水熱分解装置 41A から排出される熱水排出液 16 中に移行されたヘミセルロース成分を酵素処理して 5 炭糖を含む第 2 の糖液 20 - 2 に酵素分解する第 2 の酵素分解装置 19 - 2 を設けてなるものである。

なお、酵素分解装置、アルコール発酵装置、精製装置は、それぞれ別途 2 機（第 1 の酵素分解装置 19 - 1、第 2 の酵素分解装置 19 - 2、第 1 のアルコール発酵装置 21 - 1、第 2 のアルコール発酵装置 21 - 2、第 1 の精製装置 25 - 1、第 2 の精製装置 25 - 2）設置している。そして、第 1 の糖液（6 炭糖）20 - 1、第 2 の糖液（5 炭糖）20 - 2 に応じた酵素分解工程、アルコール発酵工程及び精製工程を行うようにして、エタノール 23 を得るようにしている。

20

#### 【0053】

そして、本実施例では、第 2 の酵素分解装置 19 - 2 で得られた第 2 の糖液（5 炭糖）20 - 2 を用いて、発酵処理によりエタノール 23 を製造することができる。

#### 【0054】

なお、熱水排出液は必ずしも別系統において処理するものではなく、例えば酵素分解装置を以降の工程を共通化したり、アルコール発酵装置以降の工程を共通化したり、あるいは精製装置以降を共通化する等適宜変更を行うことができる。

30

#### 【0055】

本発明によれば、水熱分解装置 41A において、カウンターフローを採用することにより、固体側のバイオマス固形分 17 では、セルロースがとどまることとなり、酵素糖化の第 1 の酵素分解装置 19 - 1 により第 1 の糖液（6 炭糖）20 - 1 を得ると共に、液体側の加圧熱水 15 では、その加圧熱水に可溶したヘミセルロース成分を熱水排出液 16 として分離し、別途酵素糖化の第 2 の酵素分解装置 19 - 2 により第 2 の糖液（5 炭糖）20 - 2 を得るので、両者を効率よく分離して各々糖化することが可能となる。そして、6 炭糖、5 炭糖に応じた発酵（最終製品に応じた発酵：例：エタノール発酵）プロセスを構築することができる。

#### 【0056】

40

このように、水熱分解装置 41A におけるカウンターフローを採用することによって 6 炭糖を得る酵素糖化反応において阻害物質となる副反応成分や加圧熱水に可溶性リグニン成分を加圧熱水 15 側に移行させるため、セルロース主体のバイオマス固形分 17 となり、その後の糖化反応における 6 炭糖の糖化反応収率が向上する。

#### 【0057】

一方、分離された熱水排出液 16 に含まれるヘミセルロース成分は、その後第 2 の酵素分解装置 19 - 2 において糖化され、5 炭糖を含む糖液を得ることができる。

そして、6 炭糖、5 炭糖の各々に適した酵母等を用いることでエタノールを効率的に個別に発酵により求めることができるものとなる。

#### 【0058】

50

このように、従来の技術では、副反応生成物が、酵素糖化阻害を引起し糖収率が減少する現象が起きていたが、本発明によれば、バイオマス原料からセルロース主体の成分とヘミセルロース成分を加圧熱水に移行させて両者を分離し、各々に適した効率的な糖液（6炭糖液、5炭糖液）の製造を行うと共に、該糖液を基点として、各種有機原料（例えばアルコール類、石油代替品類、又はアミノ酸類等）を効率よく製造することができるバイオマス原料を用いた有機原料の製造システム及び方法を提供することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0059】

以上のように、本発明によれば、水熱分解装置により、バイオマス原料からセルロース主体の成分を分離し、効率的な糖液の製造を行うと共に、該糖液を基点として、各種有機（例えばアルコール類、石油代替品類、又はアミノ酸類等）を効率よく製造することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】実施例1に係る水熱分解装置の概略図である。

【図2】実施例1に係る他の水熱分解装置の概略図である。

【図3】実施例1に係る他の水熱分解装置の概略図である。

【図4】実施例1に係る他の水熱分解装置の概略図である。

【図5】実施例2に係るアルコール製造システムの概略図である。

【図6】実施例3に係るアルコール製造システムの概略図である。

20

【符号の説明】

【0061】

11 バイオマス原料

12 前処理装置

13 バイオマス粉碎物

15 加圧熱水

16 熱水排出液

17 バイオマス固形分

18 酵素

19 酵素分解装置

30

19-1 第1の酵素分解装置

19-2 第2の酵素分解装置

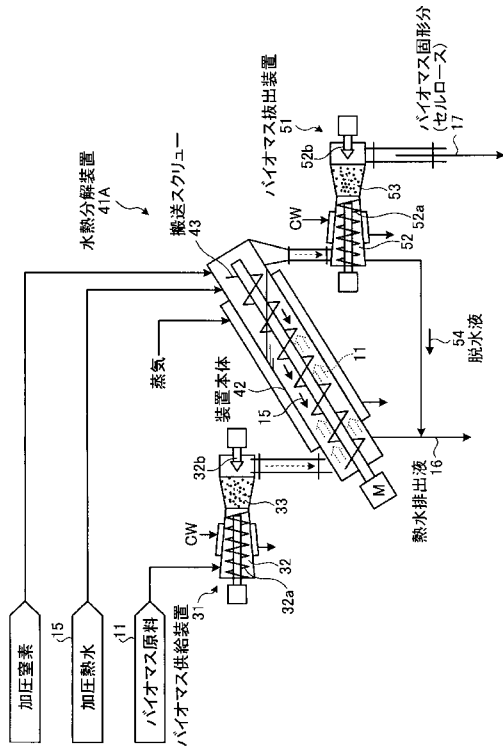
20-1 第1の糖液（6炭糖）

20-2 第2の糖液（5炭糖）

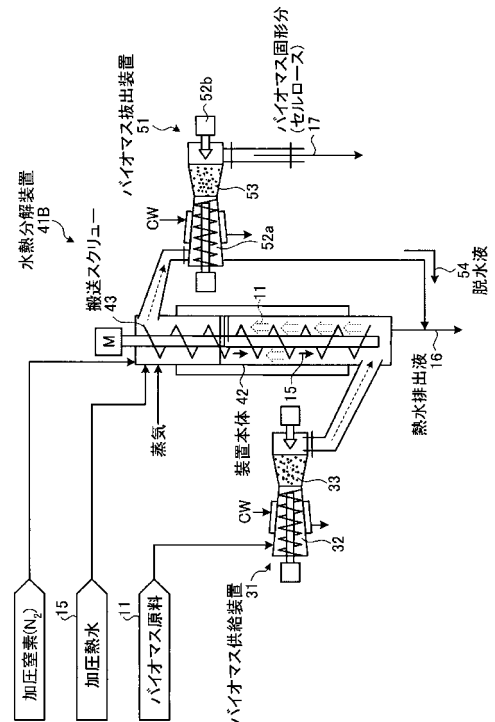
23 エタノール

41A～41D 水熱分解装置

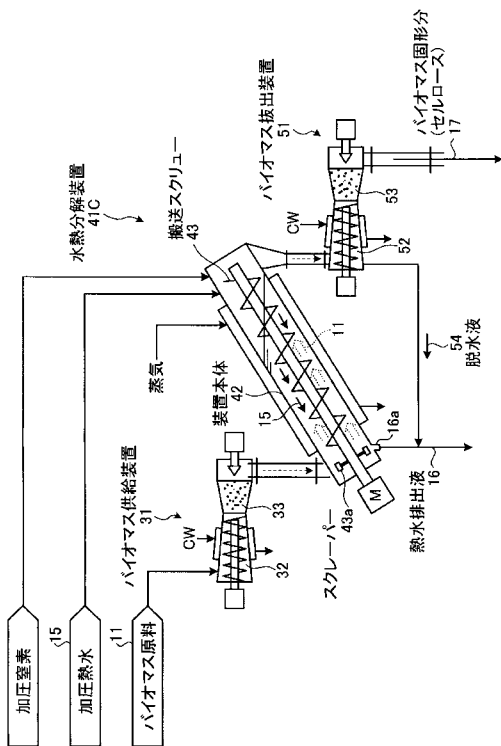
【図 1】



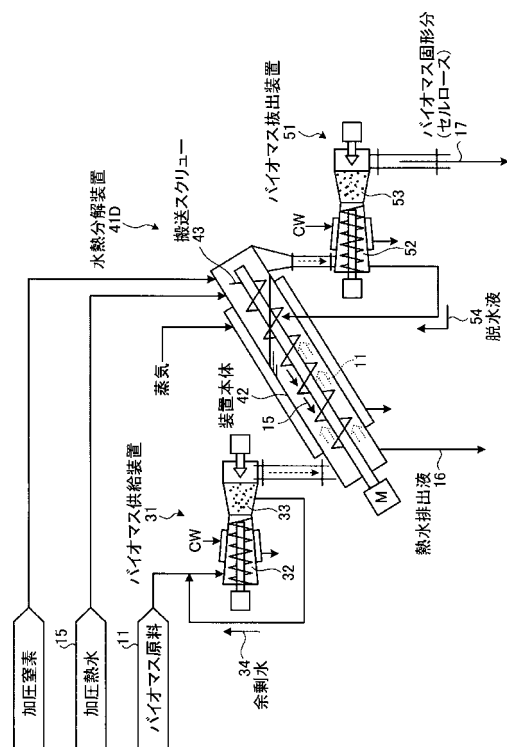
【図 2】



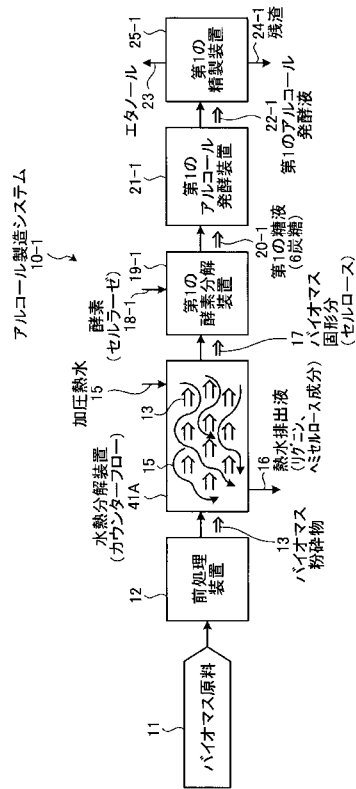
【図 3】



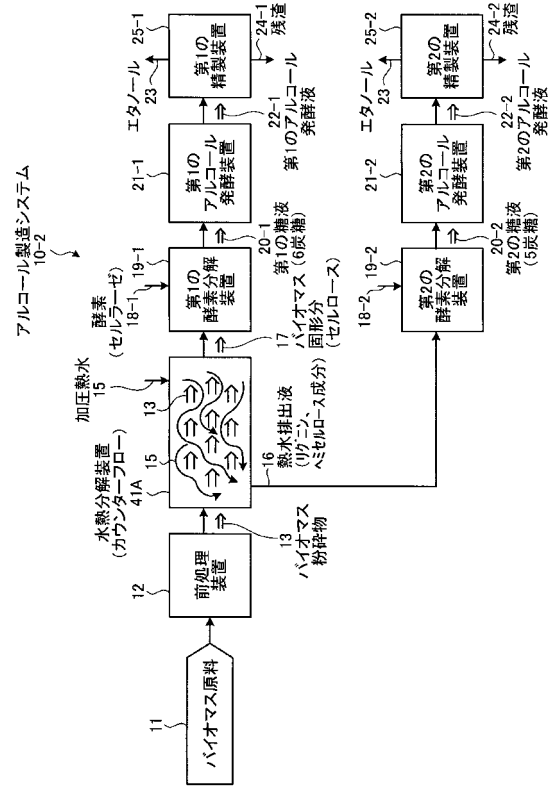
【図 4】



【図 5】



【図 6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
C 1 2 M 1/40 (2006.01)	C 1 2 M 1/00 C	
	C 1 2 M 1/40 Z	

(72)発明者 大本 節男

広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 松原 亘

広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 清木 義夫

広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内

F ターム(参考) 4B029 AA02 AA12 BB01 BB16 CC01

4D004 AA04 AA12 AC05 BA03 BA06 CA04 CA15 CA20 CA39 CA40

CB04 CB24 CB31 CB45 CC01 CC03 CC07 DA03 DA06 DA20