(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2017-139973
(P2017-139973A)
(43)公開日　平成29年8月17日(2017.8.17)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
C12P 19/14	(2006.01)	C12P 19/14	A	4B064

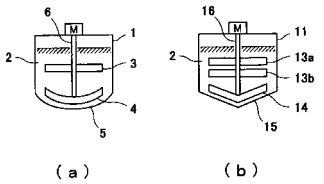
審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 10 頁）

(21)出願番号　特願2016-22058(P2016-22058)
(22)出願日　平成28年2月8日(2016.2.8)

(71)出願人　000000974
川崎重工業株式会社
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号
(74)代理人　110000556
特許業務法人　有古特許事務所
(72)発明者　西野　毅
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号　川崎重工業株式会社　神戸工場内
(72)発明者　和泉　憲明
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号　川崎重工業株式会社　神戸工場内
(72)発明者　田尻　浩範
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号　川崎重工業株式会社　神戸工場内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】セルロース系バイオマスを原料とする酵素法による糖化液製造方法

(57)【要約】
【課題】バイオマスに含有されるセルロースを酵素加水分解して可溶化する当初に、反応容器内の固形物濃度を高く維持しながら、早期にバイオマスを可溶化してスラリー状とし得る、糖化液製造方法を提供すること。
【解決手段】反応容器内で粉砕されたバイオマスとセルロース分解酵素とを含有する水溶液と混合する当初において、反応容器内に水溶液を注入した後、粉砕されたバイオマスを段階的に、撹拌しながら供給する。反応容器内の最終的な固形物濃度が15質量%以上30質量%以下とする。反応容器の底面は、コーン状又は鏡板状とし、少なくとも反応容器内の上部と下部に、回転半径が大きな複数の撹拌翼を設け、反応容器内の内容物を撹拌する。
【選択図】図２



（ａ）　（ｂ）

【特許請求の範囲】
【請求項１】
セルロース系バイオマスを酵素加水分解して糖化液を得る糖化液製造方法であって、
セルロース系バイオマスに含有されるヘミセルロースを熱水処理又はヘミセルロース加水分解酵素によって分解する工程Ａと、
ヘミセルロースが除去された固形残渣を、反応容器内でセルロース加水分解酵素を含有する水溶液と混合し、固形物濃度が15質量％以上30質量％以下となるように調整した後、前記反応容器内に設けられた撹拌装置によって撹拌し、ヘミセルロースが除去された固形残渣を可溶化する工程Ｂと、
前記反応容器内のセルロース加水分解反応が終了するまで、前記撹拌装置によって撹拌しながら加水分解反応を継続する工程Ｃと、
前記反応容器から加水分解反応後のスラリーを取り出す工程Ｄとを有し、
前記工程Ｂにおいては、
前記反応容器内にセルロース加水分解酵素を含有する水溶液を注入し、その後、反応容器内に設けられた撹拌装置によって撹拌しながら、前記工程Ａで得られるヘミセルロースが除去された固形残渣を段階的に供給する、
ことを特徴とする糖化液製造方法。
【請求項２】
前記反応容器は、
底面がコーン状又は鏡板状であり、
前記撹拌装置は、
少なくとも前記反応容器内の上部と下部に複数の撹拌翼を有する、
請求項１に記載の糖化液製造方法。
【請求項３】
前記撹拌装置の撹拌翼がヘリカルリボン、ダブルヘリカルリボン、マックスブレンド、傾斜パドル翼及びアンカー翼からなる群より選択され、
前記撹拌翼の回転速度が周速として0.5m/秒以上5.0m/秒以下である、
請求項１又は２に記載の糖化液製造方法。
【請求項４】
前記工程Ｂと前記工程Ｃとを別の反応容器内で実行し、
前記工程Ｂの終了後、前記工程Ｂを実行した反応容器から内容物を抜き出し、前記工程Ｃを実行する反応容器へと当該内容物をポンプによって供給する、
請求項１乃至３のいずれか１項に記載の糖化液製造方法。
【請求項５】
前記工程Ｂの前に、セルロース系バイオマスに含有されているリグニンを除去する工程Ａ１をさらに有する、
請求項１乃至４のいずれか１項に記載の糖化液製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、アルコール発酵又は乳酸発酵のような発酵手段によって、糖類からエタノール（バイオエタノール）又はポリ乳酸のようなバイオケミカルを製造するために利用される、セルロース系バイオマスを加水分解酵素によって加水分解して糖化液を製造する方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
バイオマスエネルギー利用の一環として、植物の主成分であるセルロース又はヘミセルロースを分解して糖化液を製造し、糖をアルコール発酵させることによってエタノールを得ようとする試みがある。そこでは、得られたエタノールは、燃料用として主として自動車燃料に一部混入させたり、ガソリンの代替燃料として利用したりすることが計画されて

いる。

【０００３】

さらに近年では、セルロース又はヘミセルロースを分解して得られた糖化液を乳酸発酵に供してL-乳酸を製造し、これを重合させてバイオベースポリマーの一種であるポリ乳酸を製造することも工業的に行われるようになっている。ポリ乳酸は、生分解性プラスチックとして注目されている。

【０００４】

植物の主な成分には、セルロース（炭素6個から構成されるC6単糖であるグルコースの重合物）、ヘミセルロース（炭素5個から構成されるC5単糖とC6単糖の重合物）、リグニン、デンプンが含まれるが、エタノールはC5単糖、C6単糖、それらの複合体であるオリゴ糖のような糖類を原料として、酵母菌のような微生物の発酵作用によって生成される。

【０００５】

セルロース又はヘミセルロースのようなセルロース系バイオマスを糖類に分解するには、１）硫酸など強酸の酸化力により加水分解する方法、２）酵素により分解する方法、３）超臨界水又は亜臨界水の酸化力を利用する方法、の３種類が工業的に利用されようとしている。このうち、２）の酵素分解法は、分解時間は他の分解方法よりも長いという欠点はあるが、製造設備コスト及びランニングコストが低く、常温常圧処理が可能であり、糖の過分解が起こりにくいという利点を有する。

【０００６】

特許文献１は、リグニン除去又は膨潤化処理後のリグノセルロース系バイオマスを搬送用容器等により酵素糖化反応用の反応槽に移送すると、リグノセルロース系バイオマスを搬送用容器に移す際等に、リグノセルロース系バイオマスに雑菌が混入し、雑菌が混入したリグノセルロース系バイオマスを酵素糖化反応させると、生成した糖が混入した雑菌により消費されてしまうことを開示している。

【０００７】

そして、特許文献１は、こうした問題を解決するために、リグノセルロース系バイオマスを１つの反応槽で前処理した後、他の反応槽に移送して酵素糖化させて糖液を得るリグノセルロース系バイオマスの処理方法において、リグノセルロース系バイオマスを第１の反応槽内で前処理して該リグノセルロース系バイオマスからリグニンを解離し、又は該リグノセルロース系バイオマスを膨潤させて第１の処理物を得る前処理工程と、該前処理工程により得られた第１の処理物を第２の反応槽内で部分的に酵素糖化反応させて流動可能な第２の処理物を得る第１糖化処理工程と、該第１糖化処理工程により得られた第２の処理物を外気に非接触の状態で第３の反応槽に移送する移送工程と、該移送工程により移送された第２の処理物を第３の反応槽内で酵素糖化反応させて糖液を得る第２糖化処理工程とを備えることを特徴とする、リグノセルロース系バイオマスの処理方法を開示している。

【０００８】

一方、特許文献２は、せん断を必要とせず、セルロースを非常に短時間で加水分解する方法として、

Ａ）乾燥含有物と水とを有するバイオマスを含むリグノセルロース原料を、水溶性加水分解種を含む溶媒の少なくとも一部分と接触させるステップであって、水溶性加水分解種の少なくともいくらかが、原料中のバイオマスの加水分解から得ることができる水溶性加水分解種と同じであるステップと、

Ｂ）原料流れの原料と溶媒との接触を、20℃～200℃の範囲の温度に5分～72時間の範囲の時間維持して、原料中のバイオマスから加水分解生成物を創出するステップとを含む、リグノセルロースバイオマスを加水分解する方法を開示している。

【０００９】

また、特許文献３は、少量の酵素により酵素糖化反応を行っても、グルコースを主成分とする糖類の生成量を増大させ得る方法として、

セルロース及び／又はヘミセルロースを、セルロース分解酵素で分解してグルコースを

主成分とする糖類の製造方法であって、
セルロース及び／又はヘミセルロースと、セルロース分解酵素の酵素水溶液とを混合させた後、反応槽内にて、前記セルロース及び／又はヘミセルロースと、前記酵素水溶液の混合物に加える攪拌動力Y（W/m^3）と、前記酵素水溶液に対するセルロース及び／又はヘミセルロースの添加率X（w/v%）が式（$Y \leqq -0.0125X^2 + 1.195X + 23.25$）の関係を満たすように、前記混合物を攪拌して混合しながら、前記セルロース分解酵素によって、前記セルロースおよび／またはヘミセルロースを糖化する酵素糖化反応を行うことを特徴とするグルコースを主成分とする糖類の製造方法を開示している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１０】
【特許文献１】国際公開公報第２０１１／１４２２９０号
【特許文献２】特表２０１２－５２１７７８号公報
【特許文献３】特開２０１２－１３９１４４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
セルラーゼのような加水分解酵素によってバイオマスのセルロースを加水分解する場合、できるだけ高濃度のセルロース含有水溶液を調製して加水分解し、高濃度の糖化液を製造することが理想的である。しかし、セルロースの加水分解を開始する当初に容器内の固形物濃度（バイオマス濃度）を高くすると、反応容器内容物の粘度が高いために撹拌が困難となる。一方、撹拌動力が大きな撹拌装置を使用すると、設置費用及び運転費用が高くなってしまう。
【００１２】
反応容器内容物の撹拌が不十分な場合、バイオマスに含有されるセルロースの一部を加水分解し、バイオマスを可溶化するために要する時間が長期化する。加水分解酵素によってある程度セルロースが分解され、バイオマスが可溶化されてバイオマス及びセルロース加水分解酵素含有水溶液の混合物がスラリー状となって粘度が低下してからでないと、配管及びポンプを通じてセルロースの加水分解を行う他の大型容器へとバイオマススラリーを移送させることが困難である。
【００１３】
バイオマスの酵素加水分解を工業的に連続して行う場合には、バッチ式処理よりも、複数の容器を使用してバイオマススラリーを移送させる連続式処理がより好ましい。特許文献１～３にも、複数の容器を使用する連続式処理が開示されているが、セルロースの酵素加水分解を開始する当初におけるバイオマスの可溶化に対する処置については、何ら触れられていない。
【００１４】
本発明は、バイオマスに含有されるセルロースを酵素加水分解して可溶化する当初に、反応容器内の固形物濃度を高く維持しながら、早期にバイオマスを可溶化してスラリー状とし得る、糖化液製造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】
【００１５】
本発明者等は、上記課題を解決すべく、鋭意検討を重ねた。その結果、反応容器内で粉砕されたバイオマスとセルロース分解酵素を含有する水溶液とを混合する当初において、反応容器内に水溶液を注入した後、粉砕されたバイオマスを段階的に、撹拌しながら供給するようにすれば、反応容器内の最終的な固形物濃度が15質量%以上であっても、バイオマスの可溶化が数時間以内で完了し得ることを見出した。
【００１６】
また、本発明者等は、粉砕されたバイオマスとセルロース分解酵素を含有する水溶液とを混合し、バイオマスを可溶化する反応容器の底面をコーン状又は鏡板状とすれば、撹拌

装置による粉砕されたバイオマスと水溶液との撹拌を容易にし得ることも見出した。さらに、本発明者等は、少なくとも反応容器内の上部と下部に、回転半径が大きな複数の撹拌翼を設け、反応容器内の内容物（粉砕されたバイオマスと加水分解酵素を含有する水溶液）を撹拌することにより、反応容器内で均一に反応容器内の内容物を撹拌し得ることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【００１７】

具体的に、本発明は、

セルロース系バイオマスを酵素加水分解して糖化液を得る糖化液製造方法であって、

セルロース系バイオマスに含有されるヘミセルロースを熱水処理又はヘミセルロース加水分解酵素によって分解する工程Ａと、

ヘミセルロースが除去された固形残渣を、反応容器内でセルロース加水分解酵素を含有する水溶液と混合し、固形物濃度が15質量％以上30質量％以下となるように調整した後、前記反応容器内に設けられた撹拌装置によって撹拌し、ヘミセルロースが除去された固形残渣を可溶化する工程Ｂと、

前記反応容器内のセルロース加水分解反応が終了するまで、前記撹拌装置によって撹拌しながら加水分解反応を継続する工程Ｃと、

前記反応容器から加水分解反応後のスラリーを取り出す工程Ｄとを有し、

前記工程Ｂにおいては、

前記反応容器内にセルロース加水分解酵素を含有する水溶液を注入し、その後、反応容器内に設けられた撹拌装置によって撹拌しながら、前記工程Ａで得られるヘミセルロースが除去された固形残渣を段階的に供給する、

ことを特徴とする糖化液製造方法に関する。

【００１８】

前記工程Ｃは、

前記反応容器内の内容物を20℃以上90℃以下で、5分以上120時間以下の時間継続させることが好ましい。

【００１９】

前記反応容器は、

底面がコーン状又は鏡板状であり、

前記撹拌装置は、

少なくとも前記反応容器内の上部と下部に複数の撹拌翼を有することが好ましい。

【００２０】

前記撹拌装置の撹拌翼は、ヘリカルリボン、ダブルヘリカルリボン、マックスブレンド、傾斜パドル翼及びアンカー翼からなる群より選択され、

前記撹拌翼の回転速度は、周速として0.5m/秒以上5.0m/秒以下であることが好ましい。

【００２１】

本発明の糖化液製造方法においては、

前記工程Ｂと前記工程Ｃとを別の反応容器内で実行し、

前記工程Ｂの終了後、前記工程Ｂを実行した反応容器から内容物を抜き出し、前記工程Ｃを実行する反応容器へと当該内容物をポンプによって供給することも好ましい。

【００２２】

本発明の糖化液製造方法は、

前記工程Ａの後、セルロース系バイオマスに含有されているリグニンを除去する工程Ａ１をさらに有してもよい。

【発明の効果】

【００２３】

本発明の糖化液製造方法によれば、粉砕されたバイオマスに含有されているセルロースを加水分解する前段階として、バイオマスの可溶化処理を効率よく行い得る。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】酵素法によるセルロース系バイオマスからの糖化液製造工程の基本フローを示す。
【図２】工程Ｂの実行に適した反応容器の概略構成図を示す。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら説明する。図１は、酵素法によるセルロース系バイオマスからの糖化液製造工程の基本フローを示す。
【００２６】
＜前処理工程＞
まず、サトウキビバガスのようなセルロース系バイオマス（以下、「バイオマス」と表示する）は、破砕機又は粉砕機によって粗粉砕される。このとき、平均径30～50mm以下（より好ましくは、10mm以下）の小片とされることが好ましい。粗粉砕されたバイオマスは、水酸化ナトリウムのような金属水酸化物のエタノール水溶液を用いて蒸解処理される。この蒸解処理によって、バガスに含有されているリグニンの一部が除去され、セルロース及びヘミセルロースと酵素との反応性が向上する。蒸解処理後のバイオマスは、酸を用いて中和される。
【００２７】
金属水酸化物のエタノール水溶液を用いて蒸解処理する代わりに、爆砕装置を使用して水蒸気による爆砕処理（200～240℃、1.5～4MPa、1～15min；好ましくは225～230℃、2.5～3Mpa、1～5min）を行い、バイオマス中のヘミセルロース成分を糖化してもよい。爆砕装置で処理されたバイオマス（爆砕処理物）には、ヘミセルロースに由来するＣ５系糖化液、糖の分解物及びリグニン溶解物等の発酵阻害物及び固形残渣が含まれる。この爆砕処理物をフィルタープレス等によって固液分離し、爆砕処理液と固形残渣に分ける。固形残渣は、さらに水で適宜洗浄することにより、固形残渣に含まれる糖類を回収し得る。
【００２８】
爆砕処理によって得られた固形残渣は、水洗浄されて糖類及びリグニン溶解物が除去された後、エタノール濃度30％以上、好ましくは50％以上のエタノール水に常温で0.5時間以上48時間以下、好ましくは1時間以上24時間以下の時間浸漬され、セルロースを被覆しているリグニンが溶解及び除去される。エタノール浸漬後、固形残渣を機械的に脱エタノール処理するか、加熱又は減圧加熱等により脱エタノール処理を行う。高濃度エタノール水を用いる場合には、一旦水洗浄した後に脱エタノール処理してもよい。
【００２９】
＜ヘミセルロース加水分解（糖化）＞
セルロース系バイオマスに含有されているヘミセルロースは、高温高圧水によって加水分解（熱水処理）されるか、ヘミセルラーゼのようなヘミセルロース加水分解酵素によって分解される。高温高圧水によって加水分解する場合には、140℃以上180℃以下であれば、ヘミセルロースを糖類（主にC5単糖）に分解することができる。ヘミセルロース含量の多いバイオマスの場合には、高温で処理するとC5単糖が有機酸等にまで過分解してしまうため、比較的温和な条件で分解処理を行うことが好ましい。
【００３０】
なお、高温高圧水によってヘミセルロースを加水分解する場合、リン酸又は塩酸のような酸を触媒として添加することも好ましいとされている。また、ヘミセルロース加水分解酵素によってヘミセルロースを加水分解する場合、市販の酵素を使用してもよく、ヘミセルラーゼを生成する微生物等を使用してもよい。
【００３１】
＜固液分離１＞
ヘミセルロースの加水分解が終了した後、固液分離１によって固形残渣１と糖化液１（C5糖化液）が分離される。
【００３２】
＜C5糖発酵＞

糖化液１には、酵母が添加され、ヘミセルロース糖発酵によってアルコール（発酵液１）が得られる。

【００３３】

＜セルロース加水分解（糖化）＞

固形残渣１は、水及びセルラーゼのようなセルロース加水分解酵素が添加され、固形残渣１に含有されているセルロースが加水分解される。セルロースをセルロース加水分解酵素によって加水分解する場合、市販の酵素を使用してもよく、セルラーゼを生成する微生物等を使用してもよい。

【００３４】

＜固液分離２＞

セルロースの加水分解が終了した後、固液分離２によって固形残渣２と糖化液２（C6糖化液）が分離される。固形残渣は、必要に応じて水で洗浄され、C6糖が回収された後、廃棄される。

【００３５】

＜C6糖発酵＞

糖化液２には、酵母が添加され、セルロース糖発酵によってアルコール（発酵液２）が得られる。

【００３６】

図１においては、C5糖発酵とC6糖発酵とを独立して実行しているが、糖化液１及び糖化液２を混合し、混合された糖化液についてC5糖発酵とC6糖発酵とを同時に実行してもよい。

【００３７】

＜蒸留及び無水化＞

C5糖化液及びC6糖化液をアルコール発酵させることによって得られたアルコール発酵液（発酵液１及び発酵液２）は、蒸留装置へと供給され、蒸留によってエタノールが得られる。このエタノールは、公知のエタノール無水化剤又はエタノール無水化装置によって無水化され、製品（バイオエタノール）として出荷される。

【００３８】

図１において、固液分離１又は固液分離２を省略し、固形残渣が混入している状態のまま、ヘミセルロース糖発酵及びセルロース糖発酵を行うことも可能である。

【００３９】

（工程Ａ）

次に、本発明の糖化液製造方法の各工程について説明する。まず、セルロース系バイオマスを粗粉砕した後、含有されるヘミセルロースを熱水処理又はヘミセルロース加水分解酵素によって分解する。工程Ａ終了後、C5糖化液と固形残渣とを固液分離装置によって固液分離する。

【００４０】

（工程Ｂ）

次に、ヘミセルロースが除去された固形残渣を、反応容器内でセルロース加水分解酵素を含有する水溶液と混合する。反応容器は、底面がコーン状又は鏡板状であれば、材質又は寸法等は、処理するセルロース系バイオマスの量に応じて適宜選択し得る。

【００４１】

反応容器内部には、少なくとも内容物と接触する部分の上部と下部に複数の撹拌翼が設けられている。反応容器の内径に対する撹拌翼の回転直径は大きい方が好ましく、反応容器内径の7割以上の回転半径であることが理想である。撹拌装置の撹拌翼は、ヘリカルリボン、ダブルヘリカルリボン、マックスブレンド、傾斜パドル翼又はアンカー翼であることが好ましい。撹拌装置は、同じ種類の撹拌翼を複数有していてもよく、異なる種類の撹拌翼を有してもよい。撹拌翼の回転速度は、周速として0.5m/秒以上5.0m/秒以下であることが好ましい。

【００４２】

図２は、工程Ｂの実行に適した反応容器の概略構成図を示す。図２(a)に示される反応容器１は、撹拌翼３及び４を備えており、底面５は鏡板状である。回転軸６は、反応容器１の上面に設けられたモータＭによって回転する。図２(b)に示される反応容器１１は、撹拌翼１３ａ、１３ｂ及び１４を備えており、撹拌翼１３ａ及び１３ｂは同じ種類の撹拌翼である。反応容器１１の底面１５はコーン状である。回転軸１６は、反応容器１１の上面に設けられたモータＭによって回転する。

【００４３】

反応容器には、先にセルロース加水分解酵素を含有する水溶液を供給し、その後、ヘミセルロースが除去された固形残渣を段階的に供給する。このとき、必要量の水を供給した後、セルロース加水分解酵素を添加及び混合し、セルロース加水分解酵素水溶液を調製してもよい。固形残渣は、水溶液を撹拌装置の撹拌翼によって撹拌しながら、徐々に供給されるようにする。反応容器内の固形物濃度は、最終濃度が15質量％以上30質量％以下となるように調整した後、撹拌装置の撹拌翼によって5分以上12時間以下撹拌する。このような処理を行うことにより、ヘミセルロースが除去された固形残渣（セルロース系バイオマス）が可溶化される。工程Ｂにおいては、反応容器内の内容物を20℃以上90℃以下に調整することが好ましい。

【００４４】

工程Ｂにおいて、反応容器内の内容物の固形物濃度が所定濃度（15質量％以上30質量％以下）に達し、セルロース系バイオマスが可溶化された後、セルロース加水分解酵素を含有する水溶液及びヘミセルロースが除去された固形残渣を、固形物濃度が所定濃度範囲に維持されるように連続して反応容器内に供給し、連続供給される量に相当する液量を反応容器から取り出し、工程Ｃを実行する反応容器へと供給することにより、工程Ｂを連続的に実行することが可能となる。

【００４５】

なお、工程Ｂの前に、ヘミセルロースが除去された固形残渣に対して、上述したエタノール水溶液を用いる蒸解処理又は水蒸気を用いる爆砕処理を行い、固形残渣からリグニンを除去する工程Ａ１を実行することが好ましい。工程Ａ１は、工程Ａの前であってもよく、工程Ａの後で工程Ｂの前であってもよい。

【００４６】

（工程Ｃ）

次に、反応容器内の内容物（ヘミセルロースが除去された固形残渣とセルロース加水分解酵素を含有する水溶液との混合物）の残渣に含有されるセルロースの大部分がグルコースとなるまで（換言すれば、反応容器内の内容物のセルロース加水分解反応が完了するまで）、撹拌装置によって撹拌しながら加水分解反応を継続させる。工程Ｃにおいては、反応容器内の内容物を20℃以上90℃以下となるように調整しながら、5分以上120時間以下の時間継続させる。工程Ｃにより、固形残渣に含有されるセルロースが加水分解され、反応容器内の内容物がスラリー状となる。

【００４７】

（工程Ｄ）

工程Ｃが終了した後、反応容器からスラリーを取り出す。取り出されたスラリーは、必要に応じて固液分離され、固形残渣とC6糖化液とに分離される。C6糖化液は、独立して、又はC5糖化液と混合された後、エタノール発酵又は乳酸発酵等に供給され、バイオエタノール又はバイオ乳酸等の原料として利用される。

【００４８】

工程Ｂと工程Ｃとを1つの反応容器内で実行してもよいが、工程Ｂと工程Ｃとを別の反応容器内で実行し、工程Ｂの終了後、工程Ｂを実行した反応容器から内容物を抜き出し、工程Ｃを実行する反応容器へと当該内容物をポンプによって供給する構成としてもよい。工程Ｃは、工程Ｂよりも長時間を要するため、大量のセルロース系バイオマスを連続的に処理する場合には、工程Ｂと工程Ｃとを別の反応容器内で実行することが好ましい。その場合、工程Ｃを実行する反応容器は、工程Ｂを実行する反応容器よりも大型とすることが

好ましい。

【００４９】

工程Ｃが定常状態となり、内容物がスラリー化した後は、工程Ｂから供給される粉砕されたセルロース系バイオマスとセルロース加水分解酵素を含有する水溶液の容積に相当する液量のスラリーを、工程Ｃを実行している反応容器から抜き出すようにすれば、工程Ｃにおけるスラリーの固形物濃度を一定に維持しつつ、糖化液を連続して製造することが可能となる。また、工程Ｂを実行する反応容器は小型であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【００５０】

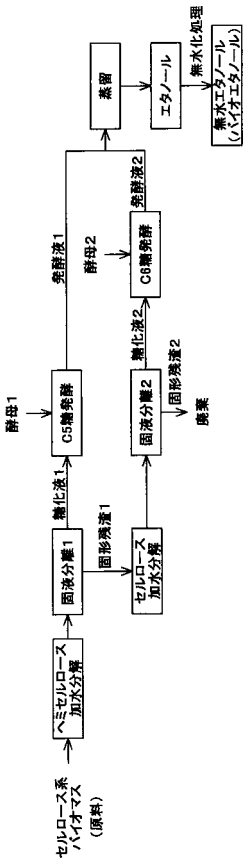
本発明の糖化液製造方法は、バイオエタノール又はバイオ乳酸のようなバイオケミカル分野における糖化液製造方法として有用である。

【符号の説明】

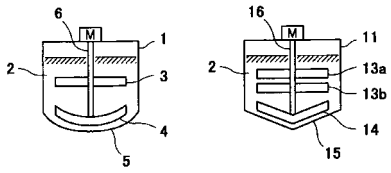
【００５１】

１，１１：反応容器
２：反応容器の内容物
３：撹拌翼（上部撹拌翼）
４：撹拌翼（下部撹拌翼）
５：鏡板状の底面
６：撹拌装置の回転軸
１３ａ：撹拌翼（上部撹拌翼）
１３ｂ：撹拌翼（中央部撹拌翼）
１４：撹拌翼（下部撹拌翼）
１５：コーン状の底面

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(72)発明者　楠田　浩雅
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号　川崎重工業株式会社　神戸工場内
(72)発明者　辻田　章次
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号　川崎重工業株式会社　神戸工場内
(72)発明者　政本　学
兵庫県明石市川崎町１番１号　川崎重工業株式会社　明石工場内

Ｆターム(参考) 4B064 AF01　CA21　DA16