

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6205444号  
(P6205444)

(45) 発行日 平成29年9月27日 (2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日 (2017.9.8)

(51) Int. Cl.	F I					
<b>B 0 9 B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 0 9 B	3/00	3 0 4 Z	
<b>C 1 3 B</b>	<b>5/00</b>	<b>(2011.01)</b>	C 1 3 B	5/00	Z A B	
<b>C 1 2 P</b>	<b>7/10</b>	<b>(2006.01)</b>	C 1 2 P	7/10		
<b>C 1 2 M</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 1 2 M	1/00	H	
<b>B 0 1 F</b>	<b>5/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 0 1 F	5/02	Z	
請求項の数 34 (全 34 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号	特願2016-49348 (P2016-49348)	(73) 特許権者	512175199
(22) 出願日	平成28年3月14日 (2016.3.14)		ザイレコ, インコーポレイテッド
(62) 分割の表示	特願2012-549989 (P2012-549989)		アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 O
原出願日	平成22年11月18日 (2010.11.18)		1 8 8 0, ウェイク フィールド, 3 6 0
(65) 公開番号	特開2016-154547 (P2016-154547A)	(74) 代理人	100092783
(43) 公開日	平成28年9月1日 (2016.9.1)		弁理士 小林 浩
審査請求日	平成28年3月14日 (2016.3.14)	(74) 代理人	100093676
(31) 優先権主張番号	61/296, 658		弁理士 小林 純子
(32) 優先日	平成22年1月20日 (2010.1.20)	(74) 代理人	100120134
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大森 規雄
前置審査		(74) 代理人	100110663
			弁理士 杉山 共永
		(74) 代理人	100187964
			弁理士 新井 剛
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原料の分散および材料の加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原料糖化システムであって、前記原料糖化システムは：

セルロース又はリグノセルロースのバイオマス原料及び液状媒体を含有するように構成されたタンクと；

前記原料と連通する固体注入口と、前記液状媒体と連通する液体注入口と、及び出口と

を有する分散システムであって、

前記分散システムは、前記液状媒体中の前記バイオマス原料を分散させるように構成され、

前記分散システムは、チャンバと、更に、前記チャンバ内に、前記固体注入口及び前記液体注入口を介して前記チャンバに前記原料及び液状媒体を引き込み、且つ前記出口を介して前記チャンバから前記タンクへ放射方向に前記媒体中に分散された前記原料を放出する回転要素とを備える、前記分散システムと；並びに

前記タンクの内容物を混合するように構成されたジェットミキサーであって、前記ジェットミキサーは、シュラウド内部に配置された羽根車を備える、前記ジェットミキサーとを備える前記原料糖化システム。

【請求項 2】

前記分散システムは、前記液状媒体中に分散した原料を前記タンクから引き込み、且つそれを前記タンクへ戻し循環するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記分散システムは、前記回転要素を備える分散ユニット(401)を備え、前記回転要素は前記分散ユニット(401)に存在する羽根車であり、前記分散ユニット(401)が、遠心ポンプとして機能する、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 4】

前記回転要素は、前記チャンバの側壁の内側の、ロータ固定子内に位置し、ロータと同軸上に配置された混合要素を備える、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 5】

前記分散システムは容積型ポンプを備える、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 6】

前記容積型ポンプは進行性キャピティのポンプを備える、請求項5に記載のシステム。

## 【請求項 7】

前記分散システムを複数備える、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 8】

前記分散システムは、前記原料に液体流を供給させて前記原料を湿らせるように構成された、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 9】

前記タンクの外側に配置された源から前記チャンバに前記原料を供給するように構成された供給システムを更に備える請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記原料の源が、前記タンク上に位置する、請求項9に記載のシステム。

## 【請求項 11】

糖化剤を前記タンクの外側に配置された源から前記タンクに供給するように構成された糖化剤供給デバイスを更に備える、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 12】

前記糖化剤の源が前記タンク上に位置する、請求項11に記載のシステム。

## 【請求項 13】

前記原料の源はホッパを含む、請求項9に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記ホッパは振動デバイスを含む、請求項13に記載のシステム。

## 【請求項 15】

前記糖化剤の源はホッパを含む、請求項11に記載のシステム。

## 【請求項 16】

前記ホッパは振動デバイスを含む、請求項15に記載のシステム。

## 【請求項 17】

前記原料糖化システムは、モニタリングシステムを更に備える、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 18】

前記モニタリングシステムは、グルコースモニタリングシステムを備える、請求項17に記載のシステム。

## 【請求項 19】

前記グルコースモニタリングシステムは、糖化中の原料及び液状媒体の混合物のグルコースの値をモニタするように構成される、請求項18に記載のシステム。

## 【請求項 20】

前記モニタリングシステムは、粘度計を備える、請求項17に記載のシステム。

## 【請求項 21】

前記モニタリングシステムは、前記タンクの内部の温度をモニタするように構成される、請求項17に記載のシステム。

## 【請求項 22】

前記モニタリングシステムは、前記タンクの内部の酸素濃度を測定するように構成され

10

20

30

40

50

る、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 23】

前記モニタリングシステムは、前記タンクの内部のエタノール濃度を測定するように構成される、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 24】

前記システムが、原料供給デバイス、トルクモニタ、及びコントローラをさらに備え、前記コントローラは、前記トルクモニタからの入力により、前記原料供給デバイス及び前記糖化剤供給デバイスの動作を制御する、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 25】

前記供給システムは、糖化中に前記タンクに追加の原料を加えるように構成される、請求項 9 に記載のシステム。

10

【請求項 26】

前記供給システムは、前記液状媒体へ前記追加の原料を分散させるように構成される、請求項 25 に記載のシステム。

【請求項 27】

前記糖化剤供給デバイスは、糖化中に前記タンクへ追加の糖化剤を加えるように構成される、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 28】

前記分散システムは、前記液状媒体に前記追加の糖化剤を分散させるように構成される、請求項 27 に記載のシステム。

20

【請求項 29】

前記供給システムは、 $0.75 \text{ g/cm}^3$  未満の嵩密度を有する原料を供給するように構成される、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 30】

前記糖化剤供給デバイスは、酵素を含有する糖化剤を供給するように構成される、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 31】

前記供給システムは、前記分散システムが、原料の減少量分の追加原料を加える前に、前記液状媒体へ前記原料を分散させるように構成される、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 32】

30

原料及び液状媒体の混合物に添加剤を加えるように構成された添加剤供給システムを更に備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 33】

前記添加剤供給システムは、乳化剤又は界面活性剤又は両方を原料及び液状媒体の前記混合物へ加えるように構成される、請求項 32 に記載のシステム。

【請求項 34】

前記液状媒体の源は前記タンクである、請求項 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

40

セルロースおよびリグノセルロース材料が、多くの用途のために大量に生成、加工、および使用されている。このような材料は、多くの場合、一度使用されると廃棄物として処分されるか、単に下水、パガス、おが屑、およびまぐさなどの廃棄物材料とみなされる。

【0002】

種々のセルロースおよびリグノセルロース材料の使用法および用途は、米国特許第 7307108 号、同第 7074918 号、同第 6448307 号、同第 6258876 号、同第 6207729 号、同第 5973035 号、および同第 5952105 号、並びに 2006 年 3 月 23 日に出版された「FIBROUS MATERIALS AND COMPOSITES」と題された PCT/US2006/010648 号、および「FIBROUS MATERIALS AND COMPOSITES」と題された米国特許出

50

願公開第2007/0045456号を含む種々の特許出願に記載されている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

セルロースまたはリグノセルロース原料などの材料を糖化または液化するための加工方法を本明細書に開示する。これは、材料に含まれるセルロースを変換して、酵素などを用いて糖分子量を低くすることにより行われる。本発明はまた、例えば発酵により原料を産物に変換する方法にも関連する。加工においては、液状媒体内の繊維状原料および/または粒子状原料を分散するための分散システムを利用する。

【0004】

本明細書に開示する加工では、セルロースまたはリグノセルロース原料などの嵩密度が低い材料を利用し得る。これらの材料は物理的な前処理をされ、その嵩密度は約0.75 g/cm<sup>3</sup>未満、例えば、約0.7、0.65、0.60、0.50、0.35、0.25、0.20、0.15、0.10、0.05 g/cm<sup>3</sup>未満、または例えば、0.025 g/cm<sup>3</sup>未満である。

【0005】

このような材料は、糖化、発酵または他の加工における、水または溶媒系などの液体中での分散が特に困難である場合がある。これらの材料は嵩密度が低い。このため、液体中に浸透および分散するのではなく、液体表面に浮く傾向がある。一部の例では、材料は疎水性、高結晶質、または他の理由により湿りにくい。加えて、(例えば、発酵後のエタノールまたは他のアルコール(単数または複数)の)加工後に、糖化材料中に含まれる糖の最終濃度が高い所望の産物を得るために、比較的高い固体レベルでの分散により原料を加工することが望ましい。一部の例では、本明細書に記載する方法を利用した加工中の分散の固体レベルは、例えば、重量単位で溶解固形物の少なくとも10、15、20、22.5、25、27.5、30、35、40、45、さらには少なくとも50%でもよい。例えば、固体レベルは約10~50%でもよいし、約10~40%、約10~30%、または約10~20%でもよい。

【0006】

本発明者らは、液体に加えられた原料の初期分散の改善を、原料の追加中に特定の機器を用いることにより達成できることを発見した。本明細書に記載する機器を用いることにより、栄養素などの原料または他の固体もしくは液体を、迅速かつ容易に液体内で分散できる。これにより、大量の原料を効率的に液体に加えることができる。この原料の効率的な分散により、液化時間を短縮できる。それ故、ハイスループットを達成でき、高い固体レベルでの混合による生成を促進できる。

【0007】

本発明の方法の一態様は、容器内のバイオマス原料の糖化を含むことを特徴とする。このバイオマス原料を、分散システムを用いて液状媒体内で分散する。この分散システムはチャンバを備えており、そのチャンバ内の回転要素がチャンバ内に原料および液状媒体を軸方向に引き込み、媒体内の分散原料をチャンバから半径方向に放出する。

【0008】

一部の実施は以下の特徴の1つ以上を含む。原料の嵩密度は、例えば、約0.5 g/cm<sup>3</sup>未満である。液状媒体は水を含んでもよい。この方法は、容器への酵素などの糖化剤の供給をさらに含んでもよい。回転要素は羽根車として機能し、チャンバ内の回転要素は遠心ポンプとして作用してもよい。この方法は、糖化中にジェットミキサを用いて混合することをさらに含んでもよい。回転要素は、チャンバの側壁に関連して、ロータ固定子内に位置するロータと同軸上に配置された混合要素を備え得る。分散システムはジェットミキサをさらに備えてもよい。方法は、容器外部に位置する源から容器への原料および/または糖化剤の供給をさらに含んでもよい。この源は例えば、容器の上方またはそれに隣接して位置するか、容器と一定距離空けて、導管によりそれと連通してもよい。原料供給は、容器内の液状媒体表面上への原料の吹き付けを含んでもよい。方法は、分散システムの

10

20

30

40

50

チャンバから液状媒体流を液状媒体表面上の原料に供給して、原料を湿らすことをさらに含んでもよい。容器に供給する前の原料は実質的に乾燥状態でもよく、例えば、その含水率は0.1～15%でもよい。材料を供給する源はホッパを含み得、これは振動デバイスと連通し得る。分散システムは、複数の分散デバイスを含んでもよい。

【0009】

一実施形態では、糖化は、分散システムを用いて液状媒体に離散増分だけ原料を追加して、原料の別の増分を加える前に、原料の各離散増分を液状媒体中に分散することを含む。この方法はまた、糖化中に、原料と、液状媒体と、糖化剤との混合液のグルコース濃度を測定することをさらに含む。糖化中に追加の原料および糖化剤を容器に加えて、分散システムを用いて媒体中に分散してもよい。

10

【0010】

別の態様では、本発明の原料糖化装置は、(a)タンク、(b)タンクにバイオマス原料および液状媒体を供給するように構成された供給システム、(c)液状媒体にバイオマス原料を分散するように構成された分散システム、(d)タンクに一定量の糖化剤を供給するように構成された糖化剤供給デバイス、および(e)タンク内の内容物を混合するように構成された混合器を含むことを特徴とする。

【0011】

一部の実施は以下の特徴の1つ以上を含む。分散システムはチャンバを備えており、そのチャンバ内の回転要素がチャンバ内に原料および液状媒体を軸方向に引き込み、媒体内の分散原料をチャンバから半径方向に放出する。装置はコントローラをさらに含み、これは、トルクモニタからの入力に基づいて、原料供給デバイスおよび/または糖化剤供給デバイスの動作を調節する。一部の例では、混合器はジェットミキサである。供給システムは、タンク内の液状媒体表面上の原料を吹き付けるように構成された送風機を含み得る。分散システムは、液状媒体表面上の原料に液体流を供給して原料を湿らすように構成され得る。

20

【0012】

本発明の方法の別の態様は、液状媒体で満たされた容器内のバイオマス原料の糖化を含むことを特徴とする。このバイオマス原料の液状媒体内での分散は、容器内の液状媒体表面にバイオマス原料を吹き付け、表面上の原料に液体流を接触させて原料を湿らし、ジェットミキサなどを用いて原料と液体とを混合することにより行われる。

30

【0013】

一部の実施では、容積型ポンプを用いて液体流を供給する。

【0014】

さらなる態様では、本発明の方法は、容器内のバイオマス原料の糖化を含むことを特徴とする。このバイオマス原料の容器への供給は、容器内の液状媒体表面にバイオマス原料を吹き付け、チャンバを備えた分散システムを用いて液状媒体内に分散し、そのチャンバ内の回転要素がチャンバ内に原料および液状媒体を軸方向に引き込み、媒体内の分散原料をチャンバから半径方向に、液状媒体表面上の原料に放出することにより行われる。

【0015】

この方法は、ジェットミキサを用いてタンク内の内容物を混合することをさらに含んでもよい。

40

【0016】

別の態様では、本発明の原料糖化装置は、(a)タンク、(b)タンク内にバイオマス原料を吹き付けるための送風機を備えており、タンクにバイオマス原料および液状媒体を供給するように構成されている供給システム、(c)タンクに定量の糖化剤を供給するように構成された糖化剤供給デバイス、および(d)タンク内の内容物を混合するように構成された混合器を含むことを特徴とする。

【0017】

本明細書に記載する方法は、通常、比較的高い固体レベルの原料の湿潤を比較的迅速かつ効率的に達成できる。混合液中の原料の初期固体レベルを上げることにより、加工処理

50

がより迅速、より効率的になり、かつコスト効率がより向上し、生成される最終産物の濃度を、通常、より高くすることができる。

【 0 0 1 8 】

本明細書に記載する糖化プロセスにより、セルロースまたはリグノセルロース原料を、別の製造プラントでも容易に輸送および利用可能な、好都合の濃縮形態に変換できる。この別の製造プラントは、糖溶液を、例えば、エタノールなどのアルコール燃料に発酵させて産物を生産するように構成された設備を含む。このような濃縮では使用する水が少ないため、生産費および輸送費を大幅に節約できる。

【 0 0 1 9 】

本明細書に開示する一部の加工は、原料の糖化と、例えば、その原料を生産または貯蔵している遠隔地から製造プラントへの原料の輸送とを含む。一部の例では、輸送中に糖化の一部または全体が行われてもよい。

【 0 0 2 0 】

一部の例では、本明細書に記載するシステムまたはその構成要素は、ある位置から別の位置に（例えば、鉄道、トラックまたは船舶を利用して）輸送可能な携帯機器でもよい。このような移動プロセスは、米国シリアル番号第 1 2 / 3 7 4 5 4 9 号、および国際出願 W O 2 0 0 8 / 0 1 1 5 9 8 号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【 0 0 2 1 】

本明細書に記載する方法を用いて生産され得る産物の例は、炭化水素、タンパク質、アルコール（例えば、一価アルコールまたは二価アルコール）を含み、これらは例えば、エタノール、*n*-プロパノールまたは*n*-ブタノール、酢酸または酪酸などのカルボン酸、カルボン酸塩、カルボン酸とカルボン酸塩との混合液、カルボン酸エステル（例えば、メチル、エチル、および*n*-プロピルエステル）、ケトン、アルデヒド、アクリル酸などのアルファ不飽和酸、ベータ不飽和酸、エチレンなどのオレフィン、およびこれらの任意の混合液を含む。特定の例は、エタノール、プロパノール、プロピレングリコール、ブタノール、1, 4-ブタンジオール、1, 3-プロパンジオール、これらの任意のアルコール、アクリル酸メチル、メチルメタクリル樹脂、乳酸、プロピオン酸、酪酸、コハク酸、3-ヒドロキシプロピオン酸のメチルまたはエチルエステル、任意の酸性塩、および酸および各塩の任意の混合液を含む。これらおよび他の産物は、U S S N 1 2 / 4 1 7 9 0 0 に記載されており、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【 0 0 2 2 】

嵩密度は、A S T M D 1 8 9 5 B を用いて決定される。この方法は、簡潔に言えば、既知の容量のメスシリンダに試料を充填し、試料の重量を得ることを含む。嵩密度の計算は、グラムで表した試料の重量を、立法センチメートルで表したシリンダの既知の容量で割ることにより行われる。

【 0 0 2 3 】

本明細書に言及またはこれに添付する全ての刊行物、特許出願書類、特許品、および他の参考文献は、それらに含まれる全てにおいて参照により組み込まれる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】セルロースからグルコースへの酵素加水分解を示す図である。

【 図 2 】グルコース溶液の生成および輸送を含む、原料のエタノールへの変換を説明するフローチャートである。

【 図 2 A 】一実施形態に従う糖化システムを示す概略図である。

【 図 2 B 】別の実施形態に従う糖化システムを示す概略図である。

【 図 3 】本明細書に開示する溶液および一時停止を利用するように改造されたエタノール製造プラントを示す概念図である。

【 図 4 】一実施形態に従う分散システムを示す斜視図である。

【 図 5 - 5 A 】それぞれ、図 4 に示す分散システムに用い得る分散デバイスを示す断面図

10

20

30

40

50

および斜視図である。

【図6】別の実施形態に従う分散システムを示す斜視図である。

【図7 - 7A】図6に示す分散システムの代替的な作動モードを示す図である。

【図8】図6に示す分散システムに用い得る分散要素を示す斜視図である。

【図9 - 9A】ノズルから出る噴流を示す図である。

【図10】一実施形態に従う噴流かくはん器を示す斜視図である。

【図10A】図10に示す噴流かくはん器の羽根車および噴射管を示す拡大斜視図である。

【図10B】代替的な羽根車を示す拡大斜視図である。

【図11】バイオマス原料を供給するための送風機を示す斜視図である。

10

【図12】丸底および上方からタンク内に延在する2つのジェットミキサを備えているタンクを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

例えば、本明細書に記載する方法を利用して、セルロースおよびリグノセルロース材料などのグルカンおよび/またはキシラン含有材料から、バイオマス（例えば、植物バイオマス、動物バイオマス、紙、および都市廃棄物バイオマス）を変換する加工により、有用な中間体および産物を生産できる。この中間体および産物には、有機酸、有機酸塩、無水物、有機酸エステル、および本明細書に記載する内燃エンジン用の燃料または燃料電池用の原料などの燃料が含まれる。本明細書に記載するシステムおよび加工には、豊富な利用が容易であるが、場合によっては加工が困難なセルロースおよび/またはリグノセルロース材料を原材料として用いる。この材料には、例えば、新聞紙、クラフト紙、段ボール紙、またはこれらの混合液を含むストリームなどの都市廃棄物流および古紙流が含まれる。一般的に、加工中および/または加工後の物理的処理のために、必要に応じて、多くの場合に材料のサイズを縮小する。材料の抵抗性を低減する必要がある場合には、発酵などの物理的処理をする。本明細書に記載する多くの加工では、原料の抵抗レベルを効率的に低減することにより、以下の加工が容易になる。これらの加工は例えば、（例えば、ホモ酢酸またはヘテロ酢酸などの本明細書に記載する任意の微生物、および/または本明細書に記載する任意の酵素を用いた）バイオ加工、熱加工（例えば、ガス化または熱分解）、または化学的手法（例えば、酸加水分解または酸化）を含む。機械的処理、化学的処理、放射、超音波処理、酸化、熱分解、または蒸気爆発などの本明細書に記載する任意の方法の1つ以上を利用して、バイオマス原料を処理または加工する。さまざまな処理システムおよび方法は、これらの技術、または本明細書および他の箇所に記載する他の技術の2、3、さらには4以上を組み合わせることができる。

20

30

【0026】

原料を、単細胞タンパクプラント、酵素製造プラント、または粒子エタノール製造プラントなどの燃料プラントなどの既存の製造プラントで加工が容易な形態に変換するために、本明細書に開示する加工は、セルロースまたはリグノセルロース原料などの、物理的な前処理をした嵩密度が低い材料を利用する。この嵩密度は約  $0.75 \text{ g/cm}^3$  未満、例えば、約  $0.7$ 、 $0.65$ 、 $0.60$ 、 $0.50$ 、 $0.35$ 、 $0.25$ 、 $0.20$ 、 $0.15$ 、 $0.10$ 、 $0.05 \text{ g/cm}^3$  未満、または例えば、 $0.025 \text{ g/cm}^3$  未満である。嵩密度は、ASTM D1895Bを用いて決定される。この方法は、既知の容量のメスシリンダに試料を充填し、試料の重量を得ることを含む。嵩密度の計算は、グラム単位の試料の重量を、立法センチメートル単位のシリンダの既知の容量で割ることにより行われる。

40

【0027】

原料を加工が容易な形態に変換するために、原料内のグルカンまたはキシラン含有セルロースを加水分解し、酵素または酸などの糖化剤を用いた糖化と呼ばれる加工により糖などの分子糖質を低減する。その後、単細胞タンパクプラント、酵素製造プラント、またはエタノール製造プラントなどの燃料プラントなどの既存の製造プラントなどで低分子量の

50

糖質を利用できる。

【 0 0 2 8 】

セルロース含有材料を、例えば、糖化剤を用いて、それと水溶液などの溶媒である液状媒体内の材料とを混ぜ合わせるにより処理することができる。液状媒体内の材料を迅速かつ効率的に分散する方法を以下に記載する。材料を媒体中に分散すると、糖化剤、材料および液状媒体は完全に混合し、一部の例では、完全に糖化する。一部の実施では、材料および/または糖化剤を、一度にまとめてではなく徐々に加える。例えば、材料の一部を液状媒体に加えて、その中で分散させ、材料の少なくとも一部が糖化し、材料の第2の一部が媒体中で分散して混合液に加えられ点まで、糖化剤と混合する。この加工は所望の糖度を得るまで継続できる。

10

【 0 0 2 9 】

バイオマスのセルロースおよび/またはリグニン部などを分解する酵素およびバイオマス製粉組織は、種々のセルロース分解酵素(セルラーゼ)、リグニナーゼ、または種々の小分子バイオマス製粉代謝産物を含むか、それを生成する。これらの酵素は酵素複合体でもよく、これはバイオマスの結晶セルロースまたはリグニン部を相乗的に分解するように作用する。セルロース分解酵素の例には、エンドグルカナーゼ、セロビオヒドロラーゼ、およびセロビアーゼ(α-グルコシダーゼ)が含まれる。図1を参照するように、セルロース基質はランダム位置においてエンドグルカナーゼにより初期に加水分解され、オリゴマー中間体を生成する。これらの中間体は、その後、セロビオヒドロラーゼなどの外部分裂グルカナーゼ用の基質となり、セルロース高分子の端部からセロビオースを生産する。セロビオースは、グルコースの水溶性1,4鎖二量体である。最終的に、セロビアーゼはセロビオースを開裂してグルコースを産出する。適切なセルラーゼは本明細書の後のセクションに記載する。

20

【 0 0 3 0 】

完全糖化に必要な時間は、加工条件並びに用いる原料および酵素に応じて決まる。製造プラントにおいて管理条件下で糖化を実行する場合には、約12~96時間でセルロースをグルコースに実質的に完全に変換できる。輸送中に糖化の一部または全体を実行する場合には、糖化時間はより長くなる。

【 0 0 3 1 】

一部の例では、pHが約4~7、例えば、約4.5~6または約5~6で糖化を実行する。

30

【 0 0 3 2 】

一般的に、糖溶液内のグルコースの最終濃度は比較的高いことが好ましく、例えば、重量単位で10%超、15、20、30、40、50、60、70、80、90%超、さらには95%超でもよい。これにより、運送する容積を小さくでき、さらには溶液内の微生物の増殖を抑制できる。糖化後、蒸発または蒸留などにより水分量を減らすことができる。

【 0 0 3 3 】

比較的高濃度の溶液は、酵素と共に原料を加える、水などの媒体の量を制限することにより得ることができる。濃度の制御は、例えば、実行する糖化量を制御することにより行う。例えば、より多くの原料を溶液に加えることにより、濃度を高くすることができる。媒体内の原料の溶解度の増大は、例えば、下記するように、溶液の温度を高くするか、かつ/または界面活性剤を加えることにより行う。例えば、溶液の温度を40~50、50~60、60~80、さらにはより高く維持する。

40

【 0 0 3 4 】

図2を参照すると、エタノールなどのアルコールを生成するための加工は、例えば、原料の物理的な前処理を選択的に含み得る。この処理は例えば、そのサイズを縮小し(ステップ110)、この処理の前および/または後に、選択的に、原料を処理してその抵抗性を低減し(ステップ112)、そして原料を糖化して糖溶液を生成する(ステップ114)。糖化は、その詳細は下記するように、水などの液状媒体内の分散した原料と酵素とを

50



混合することにより実行する（ステップ111）。糖化中または糖化後、（輸送中に糖化の一部または全体を実行した）混合液または溶液を、パイプライン、鉄道車両、トラック、または荷船などにより、製造プラントに輸送する（ステップ116）。プラントにおいて、溶液をバイオ加工してエタノールなどの所望の産物を生産する（ステップ118）。次に、それを蒸留などによりさらに加工する（ステップ120）。この加工の個々のステップは以下に詳細に記載する。所望に応じて、リグニン含量を測定するステップ（ステップ122）、および処理パラメータを設定または調節するステップ（ステップ124）を、加工の種々の段階で実行してもよい。例示するように、原料の化学構造の変化させる1つ以上の加工ステップの直前に実行してもよい。これらのステップを含む場合には、処理パラメータを調節することにより、原料のリグニン含量の変動分を相殺できる。この方法は、2009年2月11日に出願された米国仮特許出願第61/151724号に記載されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

10

#### 【0035】

混合ステップ111および糖化ステップ114は、例えば、図2Aおよび図2Bに示すシステムのいずれかを用いて実行できる。これらのシステムはタンク136を備えており、これは初期状態では液状媒体を収容し、後に、液状媒体、原料および糖化剤の混合液138を収容する。液状媒体は、弁付き配管系（不図示）を通じてタンクに供給される。システムは、分散ユニット134、およびそれと連通するホッパ130をさらに備えている。図2Bに示す実施形態では、ホッパ130は、そのサイズを縮小するように処理された原料を受け入れ、選択的に、原料前処理モジュール132を用いてその抵抗性を低減する（前述のステップ110および112）。両方の実施形態においても、ホッパは、供給機30などから酵母および栄養素などの他の乾燥材料を受け入れ得る。選択的に、ホッパに振動デバイス36が取り付けられ、これはホッパによる材料の供給を促進できる。システムは分散ユニット134をさらに備えている。液状媒体は、タンクから分散ユニット134に引き込まれ、出口管137を通じて分散ユニットからタンクに戻される。出口管137の開口部は、示すように液面よりも上方に位置するか、一部の例では、タンク内の液面下の高さでもよい。一部の例では、（下記するように）用いる分散ユニットの種類に応じて、システムは容積型ポンプなどのポンプ139および/または粘度計141を含んでもよい。ポンプ139は、液状媒体を分散システム内で循環させるように構成されている。粘度計141は、分散原料の粘性を測定し、測定した粘性が所定の値に達するとポンプを作動させる。

20

30

#### 【0036】

図2Aに示す実施形態では、原料は、例えば、供給導管34（例えば、ホースまたはパイプ）を備えている供給デバイス32を通じて、タンク内の液状媒体表面に供給される。供給デバイス32にはさらに振動デバイス36が取り付けられ得、これは、デバイス内への材料の流れを促進する。供給デバイス32は、例えば、源からホースを通じてそこから離れた位置に繊維状材料および/または粒子状材料を吹き付けるように構成された送風機でもよい。この送風機は、例えば、Intec, Frederick, Coloradoが販売しているFORCE Blowerなどの分離送風機でもよい。送風機500の一例の概略を図11に示す。送風機500のホッパ502が、例えば、材料源504から真空空間506を通り供給される材料を注入口505から引き込む。ホッパに材料が入ると、それは回転デバイス508が分解する。回転デバイス508は、弾性パドル512まで延在する回転アーム510を備えている。回転デバイス508はまた、開口514を通じてエアロック516に向かい下方に材料を吹き払う。エアロックへの材料の供給では、プレートまたは弁518が材料を計量して供給する。エアロック516は、チャンバ522を画定する複数の回転羽根520を備えている。エアロック516の下部には通路524が形成されており、圧縮空気供給機（不図示）からの空気はここを通り、排気チューブ（例えば、図2Aに示す供給導管34）に吹き付けられる。羽根は材料の個々の部分を通路に吹き払う。それらは通路に近接した位置に来ると直ぐに、排気チューブ内に吹き付けられる。回転羽根520は、各チャンバが通路付近の位置に十分に長い時間存在する程度に

40

50

遅く回転する。この遅い回転により、材料の一部および一定量の空気の両方が、排気チューブ内に供給される。また、空気および材料の別の部分も、排気チューブ内に供給される。材料が排気チューブ内に相当に長い時間入ると、材料と空気とが混合して材料に空気を含ませる。これにより、排気チューブを通るタンクへの材料の移動がスムーズになる。かくはん器およびエアロック内における回転要素の回転速度は共に連動し、ユーザは、原料、排気チューブの長さ、および他の可変要素に基づいてこの速度を変更できる。

【 0 0 3 7 】

代替的に、液状媒体表面への材料の供給には、重力送りまたはねじコンベヤなどの他の技術を用いてもよい。

【 0 0 3 8 】

一部の実施では、タンクは、タンクから外への原料の吹き飛びおよび/またはタンク内への汚染物質の流入を防ぎつつ、原料供給中に空気をタンクに放出するように構成された弾性部材、通気カバー、または他のデバイスを備えている。

【 0 0 3 9 】

原材料が供給導管 3 4 を通じてタンク内の液状媒体表面に供給されると、液体が分散ユニット 1 3 4 の出口管 1 3 7 から材料上に排出される。排出された液体は原材料を湿らせて、分散ユニット 1 3 4 がそれを分散できるように、液体内に沈ませる。選択的に、下記するようなジェットミキサ 1 4 4 の混合作用と組み合わせてもよい。

【 0 0 4 0 】

一般的に、分散ユニット 1 3 4 およびジェットミキサ 1 4 4 は、原料が供給導管を通じて供給されたときに作動することが好ましい。

【 0 0 4 1 】

図 2 B に示す実施形態では、原料は、例えば、原料前処理モジュール 1 3 2 からの原料を受け入れるホッパ 1 3 0 からタンクに供給される。原料はその後、水などの液状媒体内にそれを分散する分散ユニット 1 3 4 に入る。

【 0 0 4 2 】

両方の実施形態においても、計量デバイス 1 4 2 を備えているホッパ 1 4 0 からタンクに糖化剤が供給される。タンク内の内容物は、例えば、1 つ以上のジェットミキサを用いて混合する。図 2 A および図 2 B に示す適切なジェットミキサ 1 4 4 の例を以下に詳細に記載する。また、適切なジェットミキサの例は 2 0 0 9 年 6 月 1 9 日に出願された米国仮特許出願第 6 1 / 2 1 8 8 3 2 号にも開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。ジェットミキサは、ポンプおよび/またはロータ（不図示）を駆動するモータ 1 4 6 を用いて噴流を生成する。モータ 1 4 6 が及ぼすトルクは、タンク内の混合液の固体レベル、転じて、それに伴う混合液が糖化する程度と相互に関連する。トルクモニタ 1 4 8 がトルクを測定し、これはコンベヤ 1 3 0 を駆動するモータ 1 5 0、さらにはホッパ 1 4 0 の計量デバイス 1 4 2 に信号を送信する。これにより、処理済原料および酵素の供給機は一時停止し、タンク内の内容物の糖化作用を再開する。トルクモニタが測定したデータはまた、ジェットミキサの調節にも用いられ得る。この調節では、例えば、ロータを利用する混合器の毎分回転数、およびポンプ駆動混合器の噴射速度を低減する。システムは、トルクモニタの代わり、またはそれに追加して、モータの全負荷アンペア数を測定するアンペアモニタ（不図示）を備えてもよい。一部の例では、ジェットミキサは、モータの速度を調節可能な可変周波数駆動（VFD）を備えてもよい。

【 0 0 4 3 】

システムは、液状媒体の温度を測定し、温度上昇に応じて原料供給量および/または混合条件を調節する熱モニタ（不図示）をさらに備えてもよい。このような温度フィードバックループを利用して、酵素を変性させる程度まで液状媒体の温度が上昇することを防止できる。

【 0 0 4 4 】

本明細書に記載するシステムにおいて 1 つ以上のポンプを用いる場合には、通常、進行性キャピティまたはスクリー式 PD ポンプなどの容積型（PD）ポンプを用いることが

10

20

30

40

50

好ましい。

【0045】

一部の例では、製造プラントは、例えば、既存の穀物または糖ベースのエタノールプラント、またはバイオ加工システムから上流の機器を除去または廃止して改造したプラントでもよい（典型的なエタノールプラントは、穀物受け入れ機器、ハンマーミル、スラリーミキサ、調理機器、および液化機器を備えている）。それ故、プラントが受け入れる原料は、発酵機器に直接入れられる。改造したプラントの概略を図3に示す。この方法における既存の穀物または糖ベースのエタノールプラントの使用は、2010年2月11日に出版された米国シリアル番号第12/704521号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

10

【0046】

一実施形態では、分離した製造プラント、さらには分離した個々のタンクに糖化した原料（糖溶液）を輸送するのではなく、同一タンク内で糖溶液を植菌および発酵するか、糖化用の他の容器を用いてもよい。発酵は同一容器内で完了してもよいし、この方法で開始して、前述したように輸送中に完了してもよい。単一タンク内での糖化および発酵は、2010年1月20日に出版された米国仮特許出願第61/296673号にも開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【0047】

一般的に、発酵容器内の酸素濃度の制御は、当然ながら、例えば、酸素濃度を測定し、必要に応じて、それをタンクから放出するか、混合液に空気を含ませることにより行われる。エタノール濃度が低下し始めたときに発酵プロセスを停止できるように、さらに容器内のエタノール濃度も測定することが望ましい。この停止は、例えば、加熱または亜硫酸水素ナトリウムを追加することにより行われる。発酵を停止する他の方法は、過酸化剤（例えば、ペルオキシ酢酸または過酸化水素）の追加、コハク酸またはその塩の追加、容器内の内容物の冷却、または酸素の散布速度の低下を含む。これらの方法の任意の2つ以上を組み合わせて利用してもよい。輸送中に発酵を実施または完了する場合には、輸送容器（例えば、鉄道車両のタンクまたはタンクローリートラック）に制御ユニットが取り付けられ得る。この制御ユニットは、酸素モニタおよびエタノールモニタを備えている。制御ユニットはさらに、タンクに亜硫酸水素ナトリウム（または他の発酵を完了する添加物）を供給する供給システム、および/またはタンク内のパラメータを調節して発酵を停止するシステムを備えている。

20

30

【0048】

所望に応じて、発酵中に噴流混合を実行してもよい。糖化と同じ容器で発酵を実行する場合には、同一の機器を利用できる。ただし、一実施形態では、噴流混合をしなくてもよい。例えば、輸送中に発酵を実行する場合には、鉄道車両またはタンクローリートラックの動きにより、適度に攪拌され得る。

【0049】

分散および混合  
分散

分散ユニット134は、液状媒体を利用して原料を湿らす任意の種類の分散機器を含み得る。分散ユニットの多くは、チャンバおよびチャンバ内に位置するロータを備えている。これは、遠心ポンプを用いて、原料および液状媒体を軸方向にロータに向かい引き込み、ロータの外周に向かいそれを半径方向外側に押し出し、ユニットの排気口に通じるような位置に配置される。分散ユニットの構造次第では、分散ユニットを通じて高粘度の流体を引き込むために、補助ポンプ（例えば、前述のポンプ139）が必要となる。分散ユニットのいくつかは、ユニット内に非常に高い静流圧を生じさせるように構成される。このようなユニットを用いる場合には、通常、補助ポンプは必要ない。

40

【0050】

適切な分散システム300の一例を図4～図5Aに示す。このシステムの吸引力は比較的小さいため、通常、補助ポンプを使用する。分散システム300は受け入れピン302

50

を備えており、これはより大きなホッパもしくはバッグ（不図示）、または他の源からの原料を受け入れて分散ユニット301に供給できる。分散ユニット301は、分散チャンバ306（図5A）を画定するハウジング304、液体注入口308、ピン302と連通する固体注入口310（図5A）、および排出口312を備えている。分散システム300はさらに、分散ユニット301を駆動するモータ314、ユーザ制御インターフェース316、および分散ユニット301内の密閉の完全性の維持に寄与する加圧ユニット318を備えている。受け入れピン302と固体注入口310との間には弁（不図示）が配置されており、固体を計量して分散ユニット301に供給する。

#### 【0051】

分散ユニット301の内部構造を図5および図5Aに示す。固体は固体注入口310を通過した後、液体注入口308から入った液体に接触すると、らせん状部320により下方に移動する。次に、液体および固体は、一連の混合パドル322により混合され、最終的に、チャンバの側壁306の内側に配置されたロータ/固定子に位置する（図5Aに詳細に示す）ロータ324により混合される。この一連の混合要素は液体により固体を湿らせ、切断力を増大することにより、排出口312から実質的に液体媒体中に均一に分散された原料を放出する。羽根車（210）は、ベンチュリ原理により、チャンバ306とピン302との圧力差を大きくする。この圧力差により真空空間を引き込み、ピンからの材料をチャンバ内に引き込みことができる。

#### 【0052】

別の適切な分散システム400を図6～図8に示す。このシステムは、I K A（登録商標）Works, Wilmington, North Carolinaから市販されている商品名CMS2000に基づくシステムである。提供される分散システム400は液体タンク402を備えている。ただし、所望に応じて、比較的小型のタンク402を削除して、工業用容積タンク（不図示）などのより大きなタンクにシステムの残りの部材を配管してもよい。システム400はさらに、固体受け入れじょうご403、前述のハウジング304に類似する構造のハウジング404を含む分散ユニット401、モータ414、ユーザ制御インターフェース416、および加圧ユニット412Aを備えている。

#### 【0053】

分散システム400と分散システム300との主な違いは、分散ユニット401と分散ユニット301との内部構造が異なることである。図8に詳細を示す分散ユニット401はロータ420を備えている。ロータ420は羽根車として機能し、ユニット内に非常に高い静流圧を生じさせる。この結果、分散ユニットは遠心ポンプのように機能し、通常、粘性が比較的高い場合でも補助ポンプを必要としない。

#### 【0054】

ロータ420は、タンクからの液体を、高い吸引力で注入口408からチャンバ406内に引き込む。（注入口410から入った）液体および固体は、高圧でロータ420内に軸方向に引き込まれ、液体内に原料を分散する高速乱流として半径方向にロータ420から出る。排出口412を通じてチャンバから出た実質的に均一の分散原料は、糖化用のタンクに供給される。

#### 【0055】

分散システム400は、図7および図7Aに例示するようなさまざまなモードで作動する。図7に示す例では、ハウジング404の固体注入口に取り付けられたホッパ422から原料を取り込むことにより、分散ユニット401に原料を送り込む。弁424が分散ユニット401への原料供給を制御する。任意の所望の供給技術を用いて原料を取り込むことができる。例えば、手作業、コンベヤ、圧縮空気を使ったローダなどを用いて行われる。図7Aに示す例では、吸引棒426を用いてバッグまたはピン424Aから原料を吸引する。この場合では、原料供給の制御は、吸引速度を制御することにより行われる。他の配置が用いられてもよい。

#### 【0056】

分散ユニットへの原料供給は、連続的でもよいし、断続的でもよい。分散システムは、

10

20

30

40

50

再循環またはワンススルー方式（「ワンススルー」モード）で作動し得る。所望に応じて、初期分散の完了後の糖化中に、分散ユニットを用いて混合してもよい。

【0057】

噴流混合

液体内で原料を実質的に一度分散し、分散システムを停止した後のさらなる混合には、必要なエネルギーがより少ない混合器を用いることが所望され得る。この目的に特に有利な混合器は、「ジェットミキサ」として公知である。一般的に、適切な混合器は共通して、トロイダルまたは楕円パターンなどの高速循環流を生成する。通常、好ましい混合器は高いバルク流量をもたらす。好ましい混合器は、比較的低いエネルギー消費でこの混合作用を得ることができる。剪断力および/または熱が糖化剤（発酵の場合には微生物）に有害な影響を及ぼし得る場合には、通常、混合器は比較的低い剪断力を生成し、液状媒体の加熱を回避することがさらに好ましい。いくつかの好ましい混合器は、その詳細は下記するように、注入口から、ロータまたは羽根車を含み得る混合要素に混合液を引き込む。次に、排気ノズルを通じて混合要素から混合液を放出する。この循環作用、およびノズルから出る高速噴流により、混合要素の向き次第で、液状媒体表面に浮いている材料、またはタンクの底に沈んでいる材料の分散を促進できる。混合要素は、浮いている材料および沈んでいる材料の両方を分散するように種々の位置に配置され得、また、一部の例では、混合要素の向きは調節可能である。

10

【0058】

いくつかの好ましい混合システムでは、周囲流体に交わるときの噴流の速度  $v_0$  は、約  $2 \sim 300 \text{ m/s}$ 、例えば、約  $5 \sim 150 \text{ m/s}$  または約  $10 \sim 100 \text{ m/s}$  である。混合システムの消費電力は、 $100000 \text{ L}$  タンクにおいて約  $20 \sim 1000 \text{ KW}$ 、例えば  $30 \sim 570 \text{ KW}$ 、 $50 \sim 500 \text{ KW}$ 、 $150 \sim 250 \text{ KW}$  でもよい。

20

【0059】

噴流混合は水中噴流の放出、またはこの場合ではバイオマス原料、液状媒体、および糖化剤の混合液である液状媒体に液体を高速で噴流する複数の水中噴流を伴う。液体ジェットは液状媒体に浸透し、そのエネルギーは乱流および初期熱の一部により消散する。この乱流は速度勾配（流体剪断力）に関連する。周辺流体は加速して噴流に合流する。ジェットノズルから距離が離れるにつれて、この二次噴流は増大する。二次噴流の運動量は、その流れが壁、床または他の障害物に衝突しない限りは、噴流が膨張してもほぼ一定を維持する。何らかの障害物に衝突する前に流れる時間が長くなる程、より多くの液体が二次噴流と合流するため、タンクまたは容器内のバルク流が大きくなる。二次噴流は障害物に衝突すると、流れが障害物に突き当たる角度などのタンク形状に応じて、運動量を多少は失う。一般的に、タンク壁に伴う水力損失が最少になるように、噴流の向きおよび/またはタンクの設計を考慮することが望ましい。例えば、図12に示すように、タンクの底部は弓状（例えば、ドーム型ヘッドプレート）であり、ジェットミキサは側壁に比較的近い位置に配置されることが望ましい。（ヘッドプレートよりも低い）タンク底部は任意の所望のドーム型構造でもよく、楕円または円錐形状でもよい。

30

【0060】

噴流混合は、駆動力が機械的ではなく水力であるという点で、多くの種類の液体と液体との混合、および液体と固体との混合とは異なる。機械的なかくはん器を用いて流体を剪断して、それを混合容器の周囲に推進させる代わりに、ジェットミキサを用いて、タンク内の1つ以上のノズルを通じて流体を押し出し、他の流体を取り込む高速噴流を生成してもよい。この結果、タンク内の内容物を効率的に混合する剪断力（流体と流体との接触）および循環力を生成できる。

40

【0061】

図9を参照するように、水中噴流からのコア流と周辺流体との間の高速傾斜により、渦巻きが生じる。図9Aは水中噴流の一般的特徴を示す。水中噴流が周辺環境において膨張すると、ノズルからの距離距離（ $x$ ）が大きくなるにつれて、速度プロファイルは平坦になる。また、所定距離  $x$  における速度勾配  $dv/dr$  は、（ノズルから円錐状に膨大する

50

) 混合区域を画定する渦巻きを生成するように、 $r$  (噴流の中心線からの距離) と共に変化する。

【0062】

空気中の水中噴流の実証研究 (水を含む任意の液体に適用可能な結果) では、Albertson 他が (「Diffusion of Submerged Jets」Paper 2409, Amer. Soc. of Civil Engineers Transactions, Vol. 115: 639 - 697, 1950, at p. 657) において、無次元関係を進展させた。これはすなわち、 $v(x)_{r=0} / v_0$  (中心線速度)、 $v(r)_x / v(x)_{r=0}$  (所定の  $x$  における速度プロファイル)、 $Q_x / Q_0$  (取り込み流量)、および  $E_x / E_0$  ( $x$  に伴うエネルギー変化) である。これを以下に示す。

10

(1) 中心線速度  $v(x)_{r=0} / v_0$

【数1】

$$\frac{v(r=0)_x}{v_0} \frac{x}{D_0} = 6.2$$

(2) 任意の  $x$  における速度プロファイル  $v(r)_x / v(x)_{r=0}$

【数2】

$$\log \left[ \frac{v(r)_x}{v_0} \frac{x}{D_0} \right] = 0.79 - 33 \frac{r^2}{x^2}$$

20

(3) 任意の  $x$  における流量およびエネルギー

【数3】

$$\frac{Q_x}{Q_0} = 0.32 \frac{x}{D_0} \quad (10.21)$$

【数4】

$$\frac{E_x}{E_0} = 4.1 \frac{D_0}{x} \quad (10.22)$$

30

ここで、ここで以下が成り立つ。

$v(r=0)$  = 水中噴流の中心線速度 (m/s)

$V_0$  = ノズルから出たときの噴流速度 (m/s)

$x$  = ノズルからの距離 (m)

$r$  = 噴流の中心線からの距離 (m)

$D_0$  = ノズル直径 (m)

$Q_x$  = ノズルからの距離  $x$  における所定の平面を横切る流量 (m<sup>3</sup>/s)

$Q_0$  = ノズルから出る流量 (m<sup>3</sup>/s)

$E_x$  = ノズルからの距離  $x$  における所定の平面を横切る流体のエネルギー流束 (m<sup>3</sup>/s)

40

$E_0$  = ノズルから出る流体のエネルギー流束 (m<sup>3</sup>/s)

(これらは、「Water Treatment Unit processes: Physical and Chemical」David W. Hendricks, CRC Press 2006, p. 411) に記載されている。

【0063】

噴流混合は、大容積 (1000 gal 超) および低粘性 (1000 cPs 未満) の用途で特に費用効率が良い。さらに、例えば、通常では容器の外側に位置するポンプを用いるときに、ジェットミキサのポンプまたはモータが大抵の場合沈んでいないことが有利である。

50

## 【 0 0 6 4 】

噴流混合の1つの利点は、周囲流体の温度が（一部の局部加熱の影響を受け得るノズルの出口に直接隣接する箇所以外では）仮に上昇してもわずかのみであることである。例えば、温度は5 未満、1 未満、さらには測定不能な程度しか上昇しない。

## 【 0 0 6 5 】

噴流かくはん器

一種の噴流かくはん器を図10および図10Aに示す。この種類の混合器は市販されており、例えば、I K Aが販売する商品名R O T O T R O N（登録商標）でもよい。図10を参照するように、混合器200は、駆動軸204を回転させるモータ202を備えている。駆動軸204の端部には混合要素206が取り付けられている。図10Aに示すように、混合要素206はシュラウド208、およびその内部に位置する羽根車210を備えている。羽根車210は矢印に示す「前方」方向に回転して、シュラウドの開放上端部212から液体を引き込み、開放下端部214から外に液体を押し出す。開放下端部214から出る液体は、高速流または噴流である。羽根車210は逆に回転すると、開放下端部214から液体を引き込み、上端部212からそれを押し出す。この逆回転は例えば、タンクまたは容器の液状媒体表面上またはその付近に浮いている固体を吸引する場合に用いられる（「上部」および「下部」が図10に示す混合器の向きを参照しており、その上端部が下端部の下方に来るようにタンク内において混合器を位置付けることも可能であることに留意されたい）。

## 【 0 0 6 6 】

シュラウド208は、端部に近接する開放下端部214および口広領域218を備えている。これらの口広領域は、この種類の混合器の使用においてよく観察されるトロイダル流の形成に寄与すると考えられている。シュラウドおよび羽根車の形状はまた、比較的低い消費電力で高速流内の流れを濃縮することに寄与する。

## 【 0 0 6 7 】

シュラウド208と羽根車210との間隔は、材料がシュラウドを通り抜けるときに、その過度の粉碎を回避する程度に空いていることが好ましい。例えば、この間隔は混合液内の固体の平均粒径の少なくとも10倍であり、少なくとも100倍であることが好ましい。

## 【 0 0 6 8 】

一部の実施では、軸204は、軸内に気体を供給可能なように構成される。例えば、軸204には気体を供給するための穴（不図示）、および混合液から気体を放出するための1つ以上のオリフィスが形成されてもよい。オリフィスは、混合を向上するようにシュラウド208内に形成されてもよく、かつ/または軸204の全長に沿う他の位置に形成されてもよい。

## 【 0 0 6 9 】

羽根車210は、液体をシュラウドを通り高速で引き込むような任意の所望の形状でもよい。羽根車は、図10Aに示すような海洋で用いるような羽根車であることが好ましいが、それと異なる設計でもよい。例えば、図10Bに示すようなR u s h t o n羽根車でもよいし、軸流をいくらか生じさせるためにそれを傾斜させて修正した羽根車でもよい。

## 【 0 0 7 0 】

シュラウドを通る高速流を生成するために、モータ202は、例えば、500～20000RPM、3000～10000RPMで作動可能な高速、高トルクモータであることが好ましい。ただし、より大きな混合器（例えば、より大きなシュラウドおよび/またはモータ）を用いると、その回転速度はより遅くなることがある。それ故、5hp、10hp、20hp、30hp、またはそれ以上の大きな混合器を用いる場合には、モータはより遅い回転速度、例えば、2000RPM未満、1500RPM未満、さらには500RPM未満で作動するように設計され得る。例えば、10000～20000リットルタンクを混合する大きさの混合器は、900～1200RPMの速度で作動し得る。モータのトルクは、混合条件が固体の糖化などで時間と共に変化しても比較的一定の推進速度を維

10

20

30

40

50

持できるように自動調整可能であることが好ましい。

【0071】

有利にも、所望の方向に噴流を導くために、タンク内における任意の所望の角度または位置に混合器を配置できる。さらに、前述したように、羽根車の回転方向に応じて、混合器を用いてシュラウドのどちらの端部からも液体を引き込むことができる。

【0072】

一部の実施では、その1つ以上が流体を上向き（「ポンプよりも上方」）に噴出し、別の1つ以上が流体を下向き（「ポンプよりも下方」）に噴出するように構成された2つ以上のジェットミキサを容器内に配置できる。一部の例では、下方噴出混合器に隣接して上方噴出混合器を配置することにより、混合器が生成する乱流を改善できる。所望に応じて、加工中に1つ以上の混合器が上昇流と下降流とを切り替えてもよい。上方噴出により表面にかなりの乱流が生じる場合に、特に、液状媒体内の原料の初期分散中に、液状媒体表面上の原料を放出するか、吹き付けるときに、混合器の全てまたはほとんどを上方噴出モードに切り替えることが有利である。発酵中にも上方噴出を用いて、原料が放出される液状媒体表面において気体を泡立てて、液体からのCO<sub>2</sub>の除去を促進することができる。

10

【0073】

他の適切なジェットミキサは、2009年6月19日に出願された米国仮特許出願第61/218832号、および2010年5月24日に出願された米国シリアル番号第12/782694号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

20

【0074】

材料

バイオマス材料

バイオマスは、例えば、セルロースまたはリグノセルロース材料でもよい。このような材料は、紙および紙産物（例えば、ポリエチレン塗装紙およびクラフト紙）、木材、パチクルボード、草、もみ殻、バガス、ジュート、麻、亜麻、竹、サイザル麻、マニラ麻、ワラ、スイッチグラス、アルファルファ、干し草、トウモロコシ穂軸、トウモロコシ茎葉、ヤシ毛などの木材関連材料、並びに綿などのアルファ-セルロース含有量が高い材料を含む。原料は、残留物などの未使用の廃品繊維材料、ぼろ切れなどの使用済み廃棄物から得られる。紙産物を用いる場合には、それらは再生品でない材料、例えば、スクラップの再生品でない材料であり得るか、あるいはそれらは、使用済み廃棄物であり得る。再生品でない生材料とは別に、使用済み廃棄物、産業廃棄物（例えば、紙くず）、および加工廃棄物（例えば、紙加工からの流出物）を繊維源として用いることができる。また、バイオマス原料はヒトの排泄物（例えば、汚水）、動物廃棄物または植物廃棄物から得ることができるか、またはそれに由来することができる。追加のセルロースおよびリグノセルロース材料は、米国特許第6448307号、同第6258876号、同第6207729号、同第5973035号、および同第5952105号にも開示されている。

30

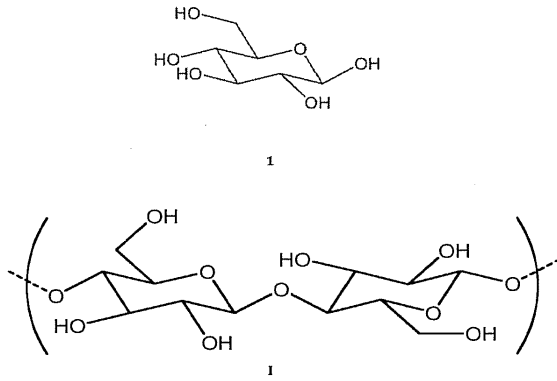
【0075】

一実施形態では、バイオマス材料は、数平均分子量が約3000~50000である、1つ以上の(1,4)-β-D-グルコシド結合を含む材料、またはそれを含む糖質でもよい。このような糖質は(1,4)-β-D-グルコシド結合の縮合により(β-D-グルコース1から)抽出されたセルロース(I)でもよいし、それを含んでもよい。この結合はそれ自体が、でんぷんおよび他の糖質に存在する(1,4)-β-D-グルコシド結合についてのそれとは対照的である。この構造を以下に示す。

40



## 【化1】



10

## 【0076】

でんぷん材料は、例えば、トウモロコシでんぷん、小麦でんぷん、ジャガイモでんぷんもしくは米デンプン、でんぷん誘導体、または食用食品もしくは農作物などのでんぷんを含む材料を含む。でんぷん材料は、例えば、アラカチャ、そば粉、バナナ、オオムギ、キャッサバ、葛、アンデスカタバミ、サゴ、ソルガム、標準サイズの家家庭用ジャガイモ、サツマイモ、タロイモ、山芋、またはソラマメ、レンティル豆もしくはエンドウ豆などの1つ以上の豆を含む。任意の2つ以上のでんぷん材料の混合体をでんぷん材料として用いてもよい。

20

## 【0077】

一部の例では、バイオマスは微生物材料である。微生物源は以下を含む(ただし、これらに限定されない)。すなわち、原生動物などの原生生物(例えば、鞭毛虫、アモエボイド、繊毛虫類、および孢子虫類などの原虫)、および植物プロトプラスト(例えば、アルベオラテ、クロララクニオン植物、クリプト藻類、ユーグレナ類、灰色植物、ハプトファイト、赤色藻類、黄色植物、および緑色植物などの藻類)などの糖質源(例えば、セルロース)を吸収または供給可能な、自然発生のまたは遺伝子操作した任意の微生物または有機体を含む。他の例は、海草、プランクトン(例えば、マクロプランクトン、メソプランクトン、マイクロプランクトン、ナノプランクトン、ピコプランクトン、およびフェムトプランクトン)、植物プランクトン、細菌(例えば、グラム陽性細菌、グラム陰性細菌、および好極限性細菌)、酵母および/またはこれらの混合体を含む。一部の例では、微生物バイオマスは、海、湖、塩水もしくは淡水などの水域、天然水源、または陸上から得ることができる。代替的または追加的に、微生物バイオマスは、大規模な乾式培養システムおよび湿式培養システムから得られてもよい。

30

## 【0078】

糖化剤

適切な酵素には、バイオマスを分解可能なセロビアーゼおよびセルラーゼを含む。

## 【0079】

適切なセロビアーゼは、商品名NOVOZYME 188(登録商標)として販売されている *Aspergillus niger* から得られるセロビアーゼを含む。

40

## 【0080】

セルラーゼはバイオマスを分解可能であり、真菌または細菌起源でもよい。適切な酵素は、バチルス(*Bacillus*)属、シュドモナス(*Pseudomonas*)属、フミコラ(*Humicola*)属、フザリウム(*Fusarium*)属、チエラビア(*Thielavia*)属、アクレモニウム(*Acremonium*)属、クリソスポリウム(*Chrysosporium*)属、およびトリコデルマ(*Trichoderma*)属由来のセルラーゼを含み、かつ *Humicola*、コプリナス(*Coprinus*)、*Thielavia*、*Fusarium*、ミセリオフトラ(*Myceliophthora*)、*Acremonium*、セファロスポリウム(*Cephalosporium*)、シ

50

タリジウム (*Scytalidium*)、ペニシリン (*Penicillium*)、またはアスペルギルス (*Aspergillus*) の種 (例えば、EP 458162) を含み、特にフミコラ・インソレンス (*Humicola insolens*) (シタリジウム・サーモフィルム (*Scytalidium thermophilum*)) として再分類された ; 例えば、米国特許第 4435307 号参照)、コプリヌス・シネレウス (*Coprinus cinereus*)、フザリウム・オキシスポルム (*Fusarium oxysporum*)、ミセリオフトラ・サーモフィラ (*Myceliophthora thermophila*)、メリピウス・ギガンテウス (*Meripilus giganteus*)、チエラビア・テレストリス (*Thielavia terrestris*)、アクレモニウム (*Acremonium*) 種、アクレモニウム・ペルシシナム (*Acremonium persicinum*)、アクレモニウム・アクレモニウム (*Acremonium acremonium*)、アクレモニウム・ブラシペニウム (*Acremonium brachypenium*)、アクレモニウム・ジクロモスポルム (*Acremonium dichromosporum*)、アクレモニウム・オブクラバタム (*Acremonium obclavatum*)、アクレモニウム・ピンケルトニエ (*Acremonium pinkertoniae*)、アクレモニウム・ロセオグリセウム (*Acremonium roseogriseum*)、アクレモニウム・インコロラタム (*Acremonium incoloratum*)、およびアクレモニウム・フラタム (*Acremonium furatum*) から選択された株 ; 好ましくは、種 *Humicola insolens* DSM 1800、*Fusarium oxysporum* DSM 2672、*Myceliophthora thermophila* CBS 117.65、*Cephalosporium* 種 RYM-202、*Acremonium* 種 CBS 478.94、*Acremonium* 種 CBS 265.95、*Acremonium persicinum* CBS 169.65、*Acremonium acremonium* AHU 9519、*Cephalosporium* 種 CBS 535.71、*Acremonium brachypenium* CBS 866.73、*Acremonium dichromosporum* CBS 683.73、*Acremonium obclavatum* CBS 311.74、*Acremonium pinkertoniae* CBS 157.70、*Acremonium roseogriseum* CBS 134.56、*Acremonium incoloratum* CBS 146.62、および *Acremonium furatum* CBS 299.70H から選択される株によって生産されたものを含む。セルロース分解酵素は *Chrysosporium*、好ましくは、クリソスポリウム・ラクノウェンス (*Chrysosporium lucknowense*) の株から得ることができる。加えて、*Trichoderma* (特に、トリコデルマ・ピリデ (*Trichoderma viride*)、トリコデルマ・リーセイ (*Trichoderma reesei*)、およびトリコデルマ・コニングイ (*Trichoderma koningii*))、好アルカリ性 *Bacillus* (例えば、米国特許第 3844890 号および EP 458162 参照)、および *Streptomyces* (例えば、EP 458162 参照) を用いることができる。

#### 【0081】

*Accelerase* (登録商標) 1500 酵素複合体などの商品名 *ACCELERASER* である *Genencore* が販売している酵素複合体を用いてもよい。*Accelerase* (登録商標) 1500 酵素複合体は、主に エキソ型 グルカナーゼ、エンド型 グルカナーゼ (2200 ~ 2800 CMC U/g)、ヘミセルラーゼ、およびベータグルコシダーゼ (525 ~ 775 pNPG U/g) などの複数の酵素活性を抑制し、その pH は 4.6 ~ 5.0 である。酵素複合体のエンドグルカナーゼ活性は、カルボキシメチルセルロース活性ユニット (CMC U) において表され、ベータグルコシダーゼ活性は、pNP-グルコシド活性ユニット (pNPG U) に記録される。一実施形態では、*Accelerase* (登録商標) 1500 酵素複合体と *NOVOZYME* (登録商

10

20

30

40

50

標) 188 セロビアーゼとの混合体を用いてもよい。

【0082】

一部の実施では、糖化剤は鉱酸などの酸を含む。酸を用いる場合には、微生物に有害な副産物が生じることがある。この場合には、このような副産物を除去する工程をさらに含む。この除去は活性木炭などの活性炭素を用いるか、他の適切な技術により行われ得る。

【0083】

発酵剤

発酵に用いる1つ以上の微生物は、天然微生物および/または人工微生物である。微生物は、例えば、セルロース分解細菌、真菌、酵母、植物、原生生物、藻類、原虫、または粘菌のような原生生物でもよい。有機体同士に相溶性がある場合には、有機体の混合体を用いてもよい。

10

【0084】

適切な発酵微生物は、発酵産物内のグルコース、キシロース、アラビノース、マンノース、ガラクトース、オリゴ糖、または多糖などの糖質を変換する能力を有する。発酵微生物は、サッカロミセス (*Sacchromyces*) 属、例えば、サッカロミセス・セレビシエ (*Sacchromyces cerevisiae*) (パン酵母)、サッカロミセス・ディアスタティクス (*Saccharomyces distaticus*)、サッカロミセス・ウバルム (*Saccharomyces uvarum*) ; クリベロミセス (*Kluyveromyces*) 属、例えば、クリベロミセス・マルキシアヌス (*Kluyveromyces marxianus*) 種、クリベロミセス・フラジリス (*Kluyveromyces fragilis*) 種 ; カンジダ (*Candida*) 属、例えば、カンジダ・シュードトロピカリス (*Candida pseudotropicalis*) およびカンジダ・ブラシカ (*Candida brassicae*) ; *Pichia* 属 (*Candida shehatae* に関連する)、クラビスポラ (*Clavispora*) 属、例えば、クラビスポラ・ルシタニエ (*Clavispora lusitaniae*) 種およびクラビスポラ・オープンティアエ (*Clavispora opuntiae*) 種 ; パキソレン (*Pachysolen*) 属、例えば、パキソレン・タンノフィルス (*Pachysolen tannophilus*) 種 ; プレタノミセス (*Bretannomyces*) 属、例えば、プレタノミセス・クラウゼニイ (*Bretannomyces clausenii*) 種の株を含む (*Philippidis, G.P., 1996, Cellulose bioconversion technology, in Handbook on Bioethanol: Production and Utilization, Wyman, C.E., ed., Taylor & Francis, Washington, DC, 179-212*)。

20

30

【0085】

商業的に入手可能な酵母は、例えば、(Red Star / Lesaffre, USA から入手可能な) Red Star (登録商標) / Lesaffre Ethanol Red、(Fleischmann's Yeast、Burns Philip Food Inc., USA の事業部から入手可能な) FALI (登録商標)、(Alltech (現在は Lalemand) から入手可能な) SUPERSTART (登録商標)、(Gert Strand AB, Sweden から入手可能な) GERT STRAND (登録商標)、および (DSM Specialties から入手可能な) FERMO L (登録商標) を含む。

40

【0086】

発酵に用いる細菌は、例えば、ザイモモナス・モビリス (*Zymomonas mobilis*) およびクロストリジウム・サーモセラム (*Clostridium thermocellum*) (*Philippidis, 1996, 上記*) を含む。

【0087】

添加物

抗生物質

50

通常、糖化液中の糖度は高いことが好ましい。この場合のように50～150ppmである低濃度の液を用いる場合には、広域抗生物質などの抗菌性添加物を加えることが所望され得る。他の適切な抗生物質は、アンフォテリシンB、アンピシリン、クロラムフェニコール、シプロフロキサシン、ゲンタマイシン、ハイグロマイシンB、カナマイシン、ネオマイシン、ペニシリン、ピューロマイシン、ストレプトマイシンを含む。抗生物質は、輸送および保存中の微生物の増殖を抑制し、適切な濃度で用いられ得る。この適切な濃度は、例えば、重量単位で15～1000ppm、25～500ppm、または50～150ppmである。所望に応じて、糖度が比較的高い場合でも抗生物質を含ませてもよい。

【0088】

界面活性剤

10

界面活性剤を追加することにより糖化率を向上できる。界面活性剤の例は、Tween（登録商標）20またはTween（登録商標）80ポリエチレングリコール界面活性剤などの非イオン界面活性剤、イオン性界面活性剤、または両性界面活性剤を含む。他の適切な界面活性剤は、Dow Chemicalから販売されているTRITON（登録商標）Xシリーズ非イオン界面活性剤などのオクチルフェニルエトキシレートを含む。界面活性剤は、特に高濃度溶液である溶液内で生成された糖を維持するためにも加えられ得る。

【0089】

糖化媒体

－実施形態における媒体の成分濃度を以下に示す。

20

【表1】

酵母窒素塩基	1. 7 g/L
尿素	2. 27 g/L
ペプトン	6. 56 g/L
Tween（登録商標）80界面活性剤	10 g/L

【0090】

原料の物理的処理

30

物理的前処理

一部の例では、方法は物理的前処理、例えば、切断、製粉、剪断、微製粉、または切り刻みなどによる、材料のサイズ縮小を含み得る。一部の例では、軽い原料（例えば、再生紙、でんぶん材料、石炭、またはスイッチグラス）を剪断または破碎して用意する。他の場合では、例えば、最初に、本明細書に記載する任意の方法の1つ以上を用いて、材料を前処理または加工、例えば、放射、超音波処理、酸化、熱分解、または蒸気爆発し、その後、サイズ縮小またはさらなるサイズ縮小をする。処理済材料はより砕け易いため、より容易にサイズを縮小できる。したがって、初めに材料を処理して、その後サイズ縮小する方法が有利である。仕切りおよび/または磁石を用いることにより、例えば、フィードストリームからの小石またはくぎなどの大き過ぎるまたは望ましくない物体を除去できる。

40

【0091】

フィード前処理システムは、特定の特性を有するストリームを生成するように構成され得る。この特定の特性には、例えば、特定の最大サイズ、特定の長さ対幅、または特定の表面積率が含まれる。物理的前処理により反応率速度を上げるか、材料の切開に必要な処理時間を短縮することができる。さらに、材料の加工および/または溶液内の試薬などの試薬を使用し易くできる。原料の嵩密度は制御（例えば、増大）できる。一部の状況では、嵩密度の低い材料を用意し、材料の密度を高くして（例えば、別の場所への輸送を容易かつ低費用にするために）、その後、嵩密度が低い状態に材料を戻すことが所望され得る。

【0092】

50

## サイズ縮小

一実施形態では、加工材料は、繊維源を剪断することで得られた繊維を含む繊維材料である。例えば、回転ナイフカッターを用いて剪断できる。

### 【0093】

例えば、繊維の分解性に関する難分解性の繊維源又は難分解性レベルの低減した繊維源を回転ナイフカッターなどにより剪断することにより、第1の繊維材料を形成する。第1の繊維材料を、平均開口サイズが1.59mm(1/16インチ、0.0625インチ)以下である第1の仕切りを通過させて、第2の繊維材料を形成する。所望に応じて、繊維源を、剪断する前にシュレッダなどを用いて切断してもよい。例えば、繊維源として紙を用いる場合には、それを最初に、シュレッダを用いて1/4~1/2インチ幅などの細長い片に剪断する。このシュレッダは、Munson(Utica, N.Y.)が製造するような逆方向に回転するスクリーシュレッダでもよい。破碎の代替案として、ギロチンカッターに用いるのに適したサイズに紙を切断してもよい。例えば、ギロチンカッターを用いて、紙を、10インチ幅、12インチ長などに一枚ずつ切断する。

### 【0094】

一実施形態では、繊維源の剪断、およびその結果生じた第1の繊維材料の第1の仕切りの通過は同時に実行される。剪断および通過はバッチ型加工によっても実行され得る。

### 【0095】

例えば、回転ナイフカッターを用いて、繊維源の剪断と第1の繊維材料の切断とを同時に実行できる。回転ナイフカッターはホoppaを備えている。ホoppaは、繊維源を破碎して形成された細断された繊維源を取り込むことができる。一部の実施では、糖化および/または発酵の前に、原料を物理的又は化学的に処理する。物理的処理プロセスには、機械的処理、照射、超音波処理、または蒸気爆発などを含み、化学的処理プロセスには酸化、熱分解などを含み、本明細書に記載する任意の1つ以上の加工を含み得る。処理方法は、これらの技術の2つ、3つ、4つ、さらには全てを(いかなる順序で)組み合わせて利用してもよい。2以上の処理方法を利用する場合には、これらを同時に実行してもよいし、順番に実行してもよい。また、バイオマス原料の分子構造を変化させる他の加工を単独で利用してもよいし、本明細書に開示する加工と組み合わせて利用してもよい。

### 【0096】

## 機械的処理

一部の例では、方法はバイオマス原料の機械的処理を含み得る。機械的処理は、例えば、切断、粉碎、加圧成形、製粉、剪断および切り刻みを含む。粉碎は、例えば、ボールミル粉碎、ハンマー粉碎、ロータ/固定子乾式もしくは湿式粉碎、または他の種類の粉碎を含み得る。他の機械的処理は、例えば、石材製粉、クラッキング、機械的切り開き、引き裂き、ピン製粉または空気摩擦粉碎を含む。

### 【0097】

機械的処理により、セルロースまたはリグノセルロース材料の「切開」、「圧迫」、製粉および打ち碎きに有利であり、鎖の切断および/または結晶性変形の影響をより受けやすい材料から成るセルロースを形成できる。また、材料の露出部分は、照射されたときに酸化の影響をより受けやすい。

### 【0098】

一部の例では、機械的処理は、受け入れる原料の初期の前処理を含み得る。例えば、切断、製粉、剪断、微製粉、または切り刻みなどによる材料のサイズ縮小を含む。一部の例では、剪断または破碎して、軽い原料(例えば、再生紙、でんぷん材料、またはスイッチグラス)を用意する。

### 【0099】

代替的または追加的に、原材料を、最初に、酸化、熱分解等を含む化学的処理、又は、放射、超音波処理、または蒸気爆発などの1つ以上の他の物理的処理方法により物理的に処理し、その後、機械的に処理してもよい。この連続処理は有利である。なぜならば、照射または熱分解などの1つ以上の他の処理により処理された材料は、より碎けやすく、そ

10

20

30

40

50

れ故、機械的処理において材料の分子構造をより容易に変化できるからである。

【0100】

一実施形態では、原材料は繊維材料であり、機械的処理は、繊維材料の繊維を露出する剪断を含む。剪断は、例えば、回転ナイフカッターを用いて実行できる。原料を機械的処理する他の方法は、例えば、粉碎または製粉を含む。粉碎は、例えば、ハンマーミル、ボールミル、コロイドミル、円錐または錐体ミル、ディスクミル、エッジミル、ウィリーミルまたはグリストミルにより実行され得る。粉碎は、例えば、石材グラインダ、ピングラインダ、コーヒングラインダ、またはバークラインダを用いて実行できる。粉碎は、例えば、ピンミルを用いた場合と同様に、往復ピンまたは他の要素を用いて実行できる。他の機械的処理方法は、機械的切り開きまたは引き裂き、材料に圧力を加える他の方法、および空気摩擦粉碎を含む。適切な機械的処理は、原料の分子構造を変化させる任意の他の技術をさらに含む。

10

【0101】

所望に応じて、機械的に処理した材料を、例えば、平均開口サイズが1.59 mm (1/16インチ、0.0625インチ)以下である仕切りを通過させることができる。一実施形態では、剪断または他の機械的処理、および仕切りは同時に実行される。例えば、回転ナイフカッターを用いて、原料の剪断および仕切りを同時に実行してもよい。原料を固定ブレードと回転ブレードとの間で剪断し、仕切りを通り抜ける剪断された材料を形成し、ピンに取り込むことができる。

【0102】

セルロースまたはリグノセルロース材料は、乾燥状態(例えば、その表面にわずかのみの水を含むか、全く含まない)、水和状態(例えば、重量単位で最大10%の水を吸収している)、または湿潤状態(例えば、重量単位で約10%~約75%の水を有する)において機械的に処理され得る。水、エタノール、またはイソプロパノールなどの液体中に部分的または完全に沈められた場合でさえも、繊維源を機械的に処理できる。

20

【0103】

繊維源セルロースまたはリグノセルロース材料はまた、酸素または窒素などの気体(空気以外のストリームまたはガス雰囲気など)、または蒸気中でも機械的に処理され得る。

【0104】

所望に応じて、リグニンを含むいかなる繊維材料からリグニンを除去してもよい。また、セルロース含有材料の分解を促進するために、機械的処理もしくは熱による照射、化学物質(例えば、鉍酸、塩基、または次亜塩素酸ナトリウムなどの強酸化剤)、および/または酵素による処理の前またはその処理中に、材料を処理してもよい。例えば、酸が存在していても製粉を実行してもよい。

30

【0105】

機械的処理システムは、例えば、表面積、空隙率、高密度などの特定の形態特性、および線維原料の場合には、長さ対幅比率などの繊維特性を有するストリームを生成するように構成され得る。

【0106】

一実施形態では、機械的に処理した材料のBET表面積は、0.1 m<sup>2</sup>/g、0.25 m<sup>2</sup>/g、0.5 m<sup>2</sup>/g、1.0 m<sup>2</sup>/g、1.5 m<sup>2</sup>/g、1.75 m<sup>2</sup>/g、5.0 m<sup>2</sup>/g、10 m<sup>2</sup>/g、25 m<sup>2</sup>/g、35 m<sup>2</sup>/g、50 m<sup>2</sup>/g、60 m<sup>2</sup>/g、75 m<sup>2</sup>/g、100 m<sup>2</sup>/g、150 m<sup>2</sup>/g、200 m<sup>2</sup>/g、さらには250 m<sup>2</sup>/gよりも大きい。

40

【0107】

機械的に処理した材料の空隙率は、例えば、20%、25%、35%、50%、60%、70%、80%、85%、90%、92%、94%、95%、97.5%、99%、さらには99.5%よりも大きい。

【0108】

一実施形態では、機械的処理後の材料の高密度は、0.25 g/cm<sup>3</sup>、0.20 g/cm<sup>3</sup>、

50

$\text{cm}^3$ 、 $0.15 \text{ g/cm}^3$ 、 $0.10 \text{ g/cm}^3$ 、 $0.05 \text{ g/cm}^3$ 、または $0.025 \text{ g/cm}^3$ 未満である。嵩密度は、ASTM D1895Bを用いて決定される。簡潔に言えば、この方法は、既知の容量のメスシリンダに試料を充填し、試料の重量を得ることを含む。嵩密度の計算は、グラム単位の試料の重量を、立法センチメートル単位のシリンダの既知の容量で割ることにより行われる。

【0109】

原料が繊維材料である場合には、機械的に処理した繊維材料の繊維は、2回以上剪断した場合でさえも、平均の長さとの比が比較的大きい(例えば、20対1よりも大きい)。さらに、本明細書に記載する繊維材料の全長は比較的小さい、かつ/または長さとの比はばらばらである。

10

【0110】

本明細書に用いる平均繊維幅(例えば、直径)は、約5000繊維からランダムに選択されて光学的に決定される。平均繊維長は、重み付き全長に訂正される。BET(Brunauer, EmmetおよびTeller)表面積は、多点での表面積であり、空隙率は水銀ポロシメータを用いて決定される。

【0111】

2回以上せん断した繊維材料である場合には、機械的に処理した材料の繊維部分の平均長と直径との比は、例えば、8/1、10/1、15/1、20/1、25/1、50/1よりも大きい。機械的に処理した2回以上せん断した繊維材料の平均繊維長は、例えば、約0.5mm~2.5mm、約0.75mm~1.0mmであり、2回以上せん断した繊維材料の平均幅(例えば、直径)は、例えば、約5 $\mu\text{m}$ ~50 $\mu\text{m}$ 、約10 $\mu\text{m}$ ~30 $\mu\text{m}$ である。

20

【0112】

一実施形態では、原料が繊維材料である場合には、機械的に処理した材料の繊維長の標準偏差は、機械的に処理した材料の平均繊維長の60%未満、例えば、50%、40%、25%、10%、5%、さらには1%未満でもよい。

【0113】

一部の状況では、嵩密度の低い材料を用意し、材料の密度を高くして(例えば、別の場所への輸送を容易かつ低費用にするために)、その後、嵩密度が低い状態に材料を戻すことが所望され得る。本明細書に記載する任意の方法で高密度材料を加工してもよいし、本明細書に記載する任意の方法で加工したいかなる材料の密度を、その後、高くしてもよい。この方法は、例えば、米国シリアル番号第12/429045号およびWO2008/073186に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

30

【0114】

可溶化、抵抗性低減または官能基化処理

物理的に処理された、または用意されていない材料は、本明細書に記載する任意の生成工程において使用するために処理され得る。下記する1つ以上の生成工程は、前述の抵抗性を低減する作動ユニットの処理に含まれ得る。代替的または追加的に、抵抗性を低減する他の工程を含んでもよい。

【0115】

抵抗性を低減する作動ユニットが実行する処理工程は、照射、超音波処理、酸化、熱分解、または蒸気爆発の1つ以上を含み得る。これらの技術の2つ、3つ、4つ、さらには全てを(いかなる順序で)組み合わせて利用してもよい。

40

【0116】

放射処理

1つ以上の放射線処理シーケンスを利用して、原料から有用な物質を抽出するために、原料中の材料を加工し、種々の源に提供する。そして、さらなる加工ステップおよび/またはシーケンスを入力する機能となる材料を部分的に分解して有機構造的に変更できる。原料の分子量および/または結晶性を低減するために、例えば、照射を用いることができる。照射によりさらに、材料または材料のバイオ加工に必要な任意の媒体を殺菌できる。

50

## 【 0 1 1 7 】

一実施形態では、その原子軌道から電子を解放する、材料に含まれるエネルギーを利用して材料を照射できる。放射は、(1)アルファ粒子またはプロトンなどの重荷電粒子、(2)ベータ崩壊または電子ビーム加速器などにより生成された電子、または(3)ガンマ線、x線、または紫外線などの電磁放射により実行され得る。一手法では、放射性物質から生じる放射を用いて原料を照射できる。一実施形態では、(1)~(3)を任意に組み合わせ、それらをいかなる順序で、または同時に実行することができる。別の手法では、(例えば、電子ビームエミッタにより生成した)電磁放射を利用して、原料を照射することができる。適用する線量は、所望の効果および特定の原料に応じて決定できる。

## 【 0 1 1 8 】

一部の例では、鎖の切断および/または重合鎖の機能化が所望される場合には、電子よりも重い粒子、例えば、プロトン、ヘリウムの核、アルゴンイオン、ケイ素イオン、ネオンイオン、炭素イオン、リンイオン、酸素イオン、または窒素イオンを用いてもよい。開環鎖の切断が所望される場合には、それらのルイス酸特性に正荷電粒子を利用して開環鎖の切断を改善してもよい。例えば、最大の酸化が所望される場合には、酸素イオンを用い、最大のニトロ化が所望される場合には窒素イオンを用いてもよい。重粒子および正荷電粒子の使用は、米国シリアル番号第12/417699号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

## 【 0 1 1 9 】

一方法では、第1の材料は、第1の数平均分子量( $M_{N1}$ )が照射されたセルロースであるか、それを含む。この照射は、例えば、(ガンマ放射線、x照射、100nm~280nmの紫外線(UV)光、電子ビーム、または他の荷電粒子などの形態の)イオン化放射線による処理である。この照射により、第1の数平均分子量よりも低い第2の数平均分子量( $M_{N2}$ )であるセルロース含有の第2の材料を提供できる。第2の材料(または、第1および第2の材料)を、第2および/または第1の材料、その構成糖、またはリグニンを利用できる(酵素処理の有無に関わらず)微生物と組み合わせて、本明細書に記載するような中間体または産物を生産できる。

## 【 0 1 2 0 】

第2の材料は、第1の材料と比較して分子量の少ないセルロースを含み、さらに一部の例では、結晶性も低い。このため、通常、第2の材料は、例えば、微生物および/または酵素を含む溶液中で、より分散、膨張および/または溶解し易い。これらの特性により、第2の材料は加工し易くなり、また、第1の材料と比較して化学物質、酵素および/または生物攻撃の影響をより受けやすくなる。それ故、エタノールなどの所望の産物の生成速度および/または生成レベルを大幅に向上できる。放射はまた、材料または材料のバイオ加工に必要な任意の媒体を殺菌できる。

## 【 0 1 2 1 】

一実施形態では、第2の材料の酸素( $O_2$ )濃度は、第1の材料の酸素( $O_1$ )濃度よりも高い。材料の酸素濃度を高くすることにより、その分散能力、膨張能力および/または溶解度を向上し、さらには、化学物質、酵素または生物攻撃に対する材料の脆弱性を改善できる。一実施形態では、第1の材料に対して第2の材料の酸素濃度を高くすることにより、例えば、空気または酸素で覆われた酸化環境でも照射を実行できる。これにより、第1の材料よりも第2の材料を酸化できる。例えば、第2の材料は、より多くのヒドロキシル基、アルデヒド基、ケトン基、エステル基、またはカルボン酸基を有し、その親水性を増大できる。

## 【 0 1 2 2 】

## イオン化放射線

各形態の放射により、放射エネルギーにより決定された、特定の相互作用を受けた炭素含有材料をイオン化できる。重荷電粒子は、最初に、クーロン散乱により物体をイオン化し、さらに、これらの相互作用により、物体をさらにイオン化できるエネルギー電子を生成できる。アルファ粒子は、ヘリウム原子の核と等しく、アルファ崩壊により生成される

10

20

30

40

50



。このアルファ崩壊は、ビスマス同位体、ポロニウム、アスタチン、ラドン、フランシウム、ラジウム、アクチニウムなどのいくつかのアクチニド、トリウム、ウラン、ネプツニウム、キュリウム、カリホルニウム、アメリシウム、およびプルトニウムなどの種々の放射性核のアルファ崩壊を含む。

### 【0123】

粒子を用いる場合には、それらは中性（非荷電）でもよいし、正または負に帯電してもよい。帯電すると、荷電粒子は単一の正もしくは負電荷、または1、2、3さらには4以上の複数の電荷を有する。鎖の切断が所望される場合では、それらの酸性性質にある程度起因して正荷電粒子が望ましい。粒子を用いる場合には、粒子の静止電子の質量は、例えば、静止電子の質量の500、1000、1500、2000、10000、さらには100000倍超である。例えば、粒子の質量は、約1～約150原子単位、約1～約50原子単位、または約1～約25原子単位であり、例えば、1、2、3、4、5、10、12または15原子質量単位である。粒子の加速に用いる加速器は、静電DC、動電型DC、RF線形、磁気誘導線形、または連続波でもよい。例えば、Rhodotron（登録商標）システムなどの、IBA, Belgiumが販売しているサイクロトロン型加速器を用いることができる。また、Dynamitron（登録商標）などの、RDI、現在はIBA Industrialが販売しているDC型加速器を用いてもよい。1つ以上のイオン用のイオン加速器は、Introductory Nuclear Physics, Kenneth S. Krane, John Wiley & Sons, Inc. (1988), Krsto Prelec, FIZIKA B 6 (1997) 4, 177-206, Chu, William T., 「Overview of Light-Ion Beam Therapy」 Columbus - Ohio, ICRU - IAEA Meeting, 18-20 March 2006, Iwata, Y他の「Alternating-Phase-Focused IH-DTL for Heavy-Ion Medical Accelerators」 Proceedings of EPAC 2006, Edinburgh, Scotland and Learner, CM他の「Status of the Superconducting ECR Ion Source Venus」 Proceedings of EPAC 2000, Vienna, Austriaに記載されている。

### 【0124】

一実施形態では、放射線源として電子ビームを用いてもよい。電子ビームの利点は、高線量率（例えば、毎秒1、5、さらには10Mrad）、ハイスループット、機器の封じ込め、閉じ込めの軽減が挙げられる。電子はまた、鎖の切断により効率的である。さらに、4～10MeVのエネルギーを有する電子の侵入深さは、5～30mm以上、例えば40mmにもなる。一部の例では、複数の電子ビーム装置（例えば、通常、「ホーン」と呼ばれる複数のヘッド）を用いて、電子ビーム放射による複数の線量を材料に供給してもよい。通常、複数の加速ヘッドを用いることにより、ビーム出力の総量を大きくすることができる。例えば、電子ビーム装置は、2または4以上の加速ヘッドを含んでもよい。一例として、電子ビーム装置は4つの加速ヘッドを含み得、その各々のビーム出力は300kWであり、それ故装置全体のビーム出力は1200kWである。各々のビーム出力が比較的低い複数のヘッドを用いることにより、材料の過度の温度上昇、それ故材料の燃焼を防ぐことができる。さらに、材料層の厚みを通る線量をより均一にできる。複数のヘッドを用いた照射は、2010年10月20日に出願された米国仮特許出願第61/394851号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

### 【0125】

電子ビームは、例えば、静電発電機、カスケード発電機、変圧器発電機、走査システムを備えた低エネルギー加速器、線形陰極を備えた低エネルギー加速器、線形加速器、およびパルス加速器を用いて生成できる。材料の積み重ねが比較的薄い、例えば、0.5インチ、0.4インチ、0.3インチ、0.2インチ、0.1インチ未満などである場合には、イオン化放射線源としては電子が有用である。一実施形態では、電子ビームの各電子の

エネルギーは、約0.3 MeV～約2.0 MeV(100万電子ボルト)、約0.5 MeV～約1.5 MeV、または約0.7 MeV～約1.25 MeVである。

【0126】

電子ビーム照射装置は、Ion Beam Applications, Louvain-la-Neuve, BelgiumまたはTitan Corporation, San Diego, CAから入手できる。通常、電子エネルギーは、1 MeV、2 MeV、4.5 MeV、7.5 MeV、または10 MeVである。通常、電子ビーム照射装置の電力は、1 kW、5 kW、10 kW、20 kW、50 kW、100 kW、250 kW、または500 kWでもよい。原料の解重合レベルは、使用する電子エネルギーおよび適用する線量に応じて決まる。また、露出時間は、電力および線量に応じて決まる。通常、線量の値は、1 kGy、5 kGy、10 kGy、20 kGy、50 kGy、100 kGy、または200 kGyである。

10

【0127】

電磁放射

電磁放射を利用して照射を実行する実施形態では、電磁放射の(電子ボルト単位の)光子あたりのエネルギーは、例えば、 $10^2$  eV、例えば、 $10^3$ 、 $10^4$ 、 $10^5$ 、 $10^6$ 、さらには $10^7$  eV超である。一実施形態では、電磁放射の光子あたりのエネルギーは、 $10^4$ ～ $10^7$  eV、例えば、 $10^5$ ～ $10^6$  eVである。電磁放射の周波数は、例えば、 $10^{16}$  Hz、 $10^{17}$  Hz、 $10^{18}$ 、 $10^{19}$ 、 $10^{20}$ 、さらには $10^{21}$  Hz超である。一実施形態では、電磁放射の周波数は、 $10^{18}$ ～ $10^{22}$  Hz、例えば、 $10^{19}$ ～ $10^{21}$  Hzである。

20

【0128】

線量

一実施形態では、(任意の放射線源または組み合わせた源を用いた)照射は、材料が受ける線量が、少なくとも0.25 Mrad、例えば、少なくとも1.0、2.5、5.0、8.0、10、15、20、25、30、35、40、50、さらには少なくとも100 Mradに達するまで実行される。一実施形態では、照射は、材料が受ける線量が、1.0 Mrad～6.0 Mrad、例えば、1.5 Mrad～4.0 Mrad、2 Mrad～10 Mrad、5 Mrad～20 Mrad、10 Mrad～30 Mrad、10 Mrad～40 Mrad、または20 Mrad～50 Mradに達するまで実行される。

30

【0129】

一実施形態では、実行する照射の線量率は、5.0～1500.0 キロラド/時間、例えば、10.0～750.0 キロラド/時間、または50.0～350.0 キロラド/時間である。

【0130】

一実施形態では、2つ以上のイオン化放射線などの2つ以上の放射線源を用いてもよい。例えば、電子ビームを用いていかなる順序で試料を処理してもよく、その後、波長が約100 nm～約280 nmのガンマ放射線および紫外線を放射する。一実施形態では、試料の処理には、3つのイオン化放射線源、例えば、電子ビーム、ガンマ放射線、およびエネルギー紫外線を用いる。

40

【0131】

超音波処理、熱分解および酸化

放射処理に加えて、原料の処理に、超音波処理、熱分解および酸化の任意の1つ以上を用いてもよい。これらの処理工程はUS 5,127,417に開示されており、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【0132】

可溶化、抵抗性低減、または官能基化のための他の加工

この段落のいかなる加工は、本明細書に記載するいかなる加工を実行せずに単独で、または本明細書に記載するいかなる加工と組み合わせて(いかなる順序で)も実行することができる。これらの加工には、蒸気爆発、化学的処理(例えば、酸処理(硫酸、塩酸、お

50

よびトリフルオロ酢酸などの有機酸又は鉍酸を用いた濃縮および希酸処理を含む))および/または塩基処理(例えば、水酸化カルシウムまたは水酸化ナトリウムを用いた処理)、紫外線処理、スクリー押しプロセス(例えば、2008年11月1817に出願された米国特許出願シリアル番号第61/073530115398号参照)、溶媒処理(例えば、イオン液体を用いた処理)、並びに凍結粉碎(米国特許出願シリアル番号第61/081709号、同第12/502629号参照)が含まれる。

【0133】

燃料、酸、エステルおよび/または他の産物の生成

前述の1つ以上の加工ステップをバイオマスに実行した後に、セルロースおよびヘミセルロース画分に含まれる複合糖質を、前述の糖化プロセスにより、発酵性糖に加工してもよい。

10

【0134】

結果生じた糖溶液を製造プラントに輸送した後、糖をエタノールなどのアルコールまたは有機酸などのさまざまな産物に変換できる。得られる産物は、利用する微生物およびバイオ加工を実行する条件に応じて決まる。これらのステップは、例えば、トウモロコシを原料とするエタノール製造プラントなどの既存の機器を用いて実行される。

【0135】

本明細書に記載する混合プロセスおよび機器は、所望に応じて、バイオ加工中にも実行または利用できる。有利にも、本明細書に記載する混合システムは、液体に高剪断応力を伝えず、液体全体の温度を大幅には上昇させない。この結果、バイオ加工に用いる微生物は、加工全体を通じた実行可能な条件下で維持される。混合により、反応速度およびプロセス効率が改善され得る。

20

【0136】

一般的に、さまざまな微生物を用いて発酵させることができる。リグノセルロース材料の糖化により生産される糖溶液は、通常、キシロース、さらにはグルコースを含んでいる。例えば、キシロースに作用しないものとして一部で一般的に用いられる微生物(例えば、酵母)を用いたクロマトグラフィにより、キシロースを除去することが望ましい。キシロースを集めて、動物飼料およびキシリトール甘味料などの他の産物の生成に用いることができる。キシロースの除去は、発酵を実行する製造プラントに糖溶液を供給する前でも後でも実行できる。

30

【0137】

微生物は、天然微生物でもよく、また、本明細書の材料セクションに記載する任意の微生物などの加工微生物でもよい。

【0138】

酵母にとって最適なpHは約pH4~5であり、一方、Zymomonasにとって最適なpHは約pH5~6である。標準的な発酵時間は、26~40の温度範囲では約24~96時間である。ただし、好熱性微生物には、より高い温度が好ましい。

【0139】

通常、カルボン酸基は発酵溶液のpHを下げ、Pichia属などの一部の微生物の発酵を抑制する傾向がある。従って、一部の例では、発酵前またはその最中に塩基および/または緩衝剤を加えて、溶液のpHを上げることが望ましい。例えば、水酸化ナトリウムまたは石灰を発酵媒体に加えて、利用する微生物に最適な範囲にそのpHを上げることができる。

40

【0140】

発酵は、通常、ビタミンおよび微量元素を含む尿素、並びに金属などの、窒素源または他の栄養源を含む水溶性の成長培地内で実行される。一般的に、成長培地は無菌、または細菌数などの微生物負荷が少なくとも低いことが好ましい。成長培地の殺菌は任意の所望の方法により達成され得る。ただし、好ましい実施では、殺菌は、成長培地または成長培地の個々の成分を混合前に照射することにより達成できる。放射線量は、通常、エネルギー

50

ー消費およびそれに伴う費用を最小限にするために、適切な結果を得られる範囲で可能な限り低くする。多くの例では、成長培地それ自体またはその成分の処理には、5 Mrad、例えば、4、3、2または1 Mrad未満の放射線量を用いる。特定の例では、約1～3 Mradの線量で成長培地を処理する。一実施形態では、低分子量の糖をエタノールに完全に変換する前に発酵プロセスの全てまたは一部を一時停止できる。中間発酵産物には、高濃度の糖および糖質が含まれる。これらの中間発酵産物を、ヒトまたは動物が消費する食物の前処理に用いることができる。追加的または代替的に、中間発酵産物を、ステンレス製の実験用粉砕機を用いて微粒子径に成形して粉末状物質を生産できる。

#### 【0141】

米国仮特許出願シリアル番号第60/832735、現在公開されている国際出願WO 2008/011598号に開示されている可動式の発酵槽を用いてもよい。同様に、可動式の糖化機器を用いてもよい。さらに、糖化および/または発酵の一部または全体を運送中に実行してもよい。

#### 【0142】

##### 後処理

発酵後、例えば、「ビールカラム」を用いて生じた液体を蒸留して、水および残留物の大部分からエタノールおよび他のアルコールを分離できる。ビールカラムから出た蒸気は、例えば、重量単位でエタノールが35%である。これは精留塔に送り込まれる。精留塔からのほぼ共沸混合物である(92.5%)エタノールと水との混合液を、気相分子篩を用いて純粋(99.5%)エタノールに精製する。ビールカラムの底を3つの蒸発装置のうち、第1の蒸発装置に送ることができる。精留塔還流冷却器を用いて第1の蒸発装置に熱を与え得る。第1の蒸発装置による処理後、固体を遠心分離機を用いて分離し、回転式乾燥機で乾燥できる。遠心分離機の廃水の一部(25%)をリサイクルして発酵し、その残りを、第2および第3の蒸発装置に送ることができる。蒸発装置の凝縮液の大部分を、処理廃水と分離したごく一部の非常にきれいな凝縮液として加工に戻して、低沸点化合物の増大を防ぐことができる。

#### 【0143】

##### 中間体および産物

本明細書に記載する加工を利用して、処理済バイオマスを変換して、エネルギー、燃料、食物、および材料などの1つ以上の産物を生成できる。特定の例の産物は以下を含む(ただし、これらに限定されない)。すなわち、水素、アルコール(例えば、エタノール、n-プロパノール、またはn-ブタノールなどの一価アルコールまたは二価アルコール)、例えば、10%、20%、30%、さらには40%超の水を含む水和または含水アルコール、キシリトール、糖、バイオディーゼル、有機酸(酢酸および/または乳酸など)、炭化水素、副産物(例えば、セルロース分解性タンパク質(酵素)または単細胞タンパク質などのタンパク質)、およびこれらのある相対濃度で任意に組み合わせた混合液、選択的に、燃料添加剤などの任意の添加物を混ぜ合わせた混合液を含む。他の例は、酢酸または酪酸などのカルボン酸、カルボン酸塩、カルボン酸とカルボン酸塩との混合液、カルボン酸エステル(例えば、メチル、エチル、およびn-プロピルエステル)、ケトン(アセトンなど)、アルデヒド(アセトアルデヒドなど)、アクリル酸などのアルファ不飽和酸、ベータ不飽和酸、およびエチレンなどのオレフィンを含む。他のアルコールおよびアルコール誘導体は、プロパノール、プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,3-プロパンジオール、これらの任意のアルコールのメチルまたはエチルエステルを含む。他の産物は、アクリル酸メチル、メチルメタクリル樹脂、乳酸、プロピオン酸、酪酸、コハク酸、3-ヒドロキシプロピオン酸、任意の酸性塩、並びに酸および各塩の任意の混合液を含む。

#### 【0144】

食物および製剤を含む他の中間体および産物は、米国シリアル番号第12/417900号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

#### 【0145】

## 他の実施形態

複数の実施形態を記載したが、本開示の精神および範囲から逸脱することなく種々の変更がなされ得ることが理解される。

### 【0146】

一部の実施では、本明細書に記載するシステム、またはこれらのシステムの構成要素は移動可能であり、その可動性の加工機器は、例えば、米国シリアル番号第12/374549号および国際出願WO2008/011598号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

### 【0147】

本明細書に記載する任意の分散システムでは、分散システムを通る流量（液体および/または気体）の供給は、連続的でもパルス式でもよく、連続流の周期とパルス流の間隔とを組み合わせてもよい。パルス流である場合には、パルスは定期的でも不定期でもよい。

### 【0148】

本明細書にはタンクを参照したが、ラグーン、プール、池などを含む任意の場所において船舶またはコンテナ船で加工を実行してもよい。混合を行うコンテナ船がラグーンなどの地上に配置される構造である場合には、それは並べられる。コンテナ船は覆われてもよいし、屋外などでは覆われなくてもよい。

### 【0149】

代替的な実施形態では、図2Aおよび図2Bに示すシステムから分散システム134を取り外し、ポンプを利用してタンクから液体を引き込み、出口管137を通じてそれを供給してもよい。これにより原材料を湿らせ、その後、ジェットミキサ144の混合作用により分散する。このような実施では、ポンプは、容積型ポンプなどの低剪断ポンプであることが好ましく、例えば、SEEP EXが販売している進行性キャピティポンプ、およびWaukeshaが販売しているローブポンプでもよい。さらに、より多くの原料を加えるほど液粘度が増すため、高粘度流体をポンピング可能なポンプが好ましい。

### 【0150】

本明細書にはバイオマス原料を記載したが、他の原料および他の原料を混合したバイオマス原料を用いてもよい。例えば、一部の実施では、バイオマス原料と炭化水素を含む原料との混合体を利用してよい。これらは、2009年7月20日に出願された米国仮特許出願第61/226877号に開示されており、その完全な開示は参照により本明細書に組み込まれる。

### 【0151】

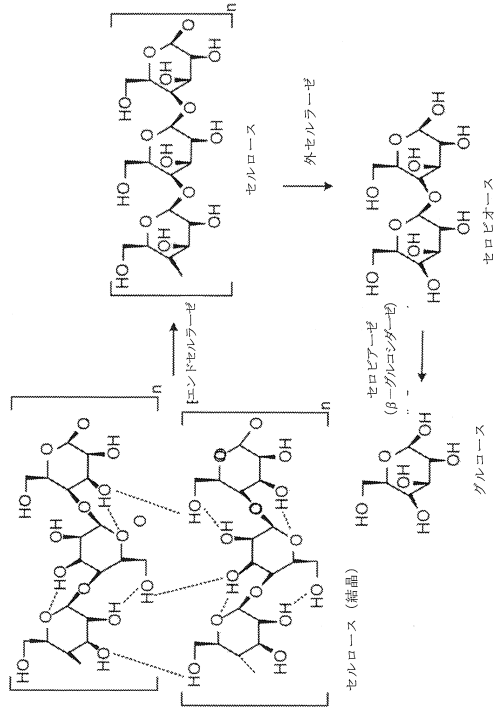
従って、他の実施形態は、以下の請求項の範囲に含まれる。

10

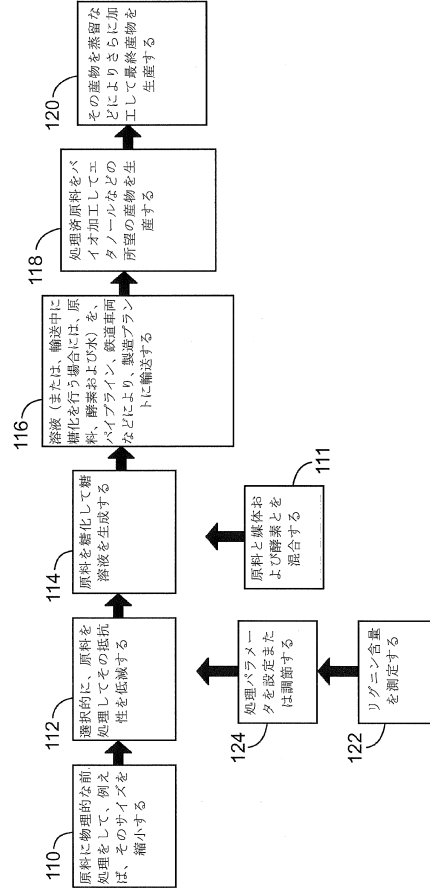
20

30

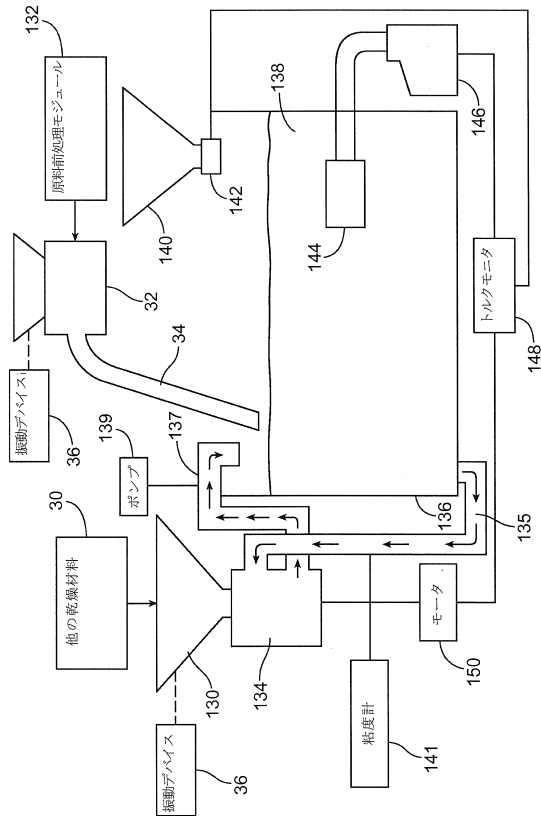
【図1】



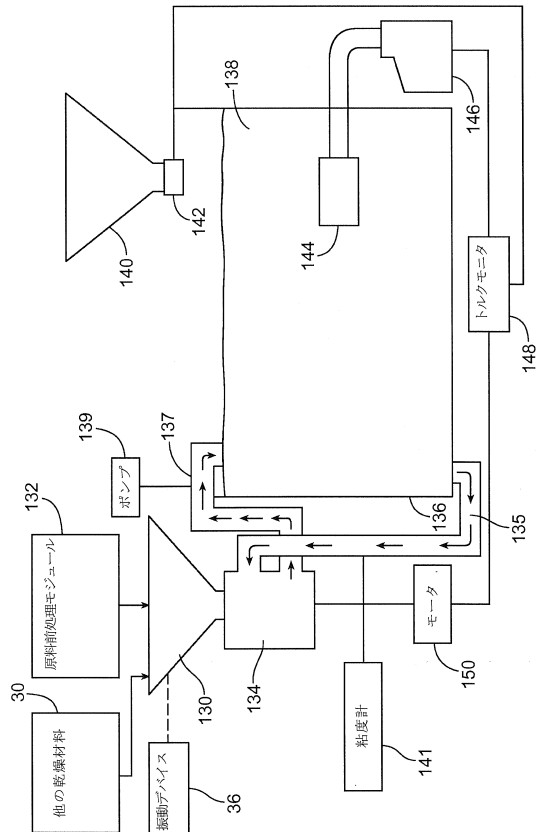
【図2】



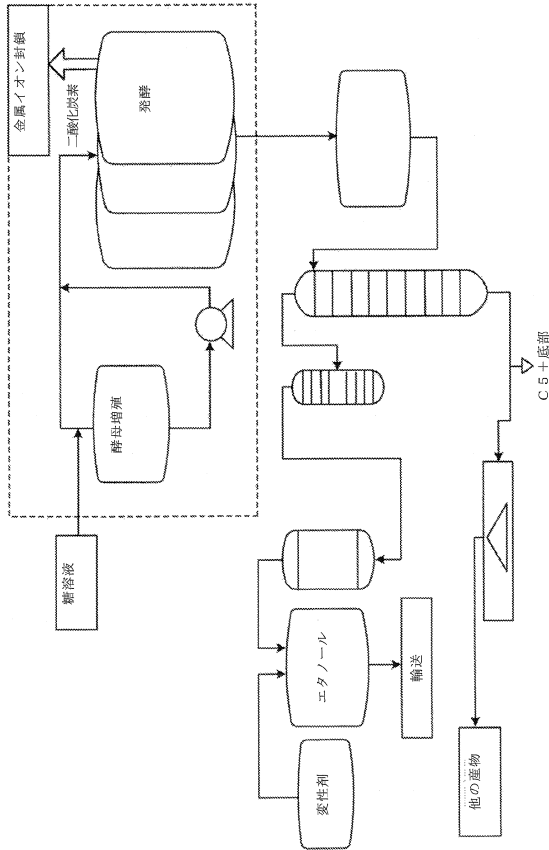
【図2A】



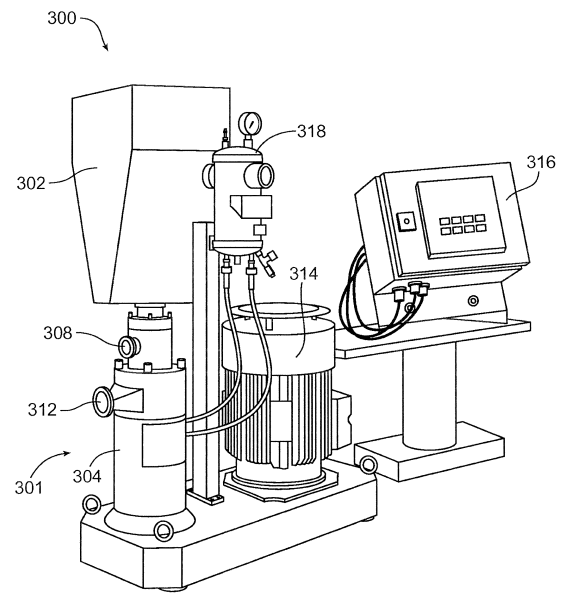
【図2B】



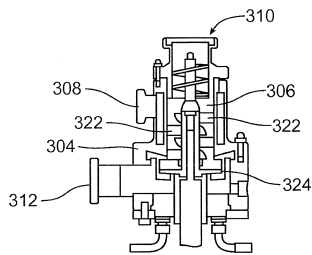
【図3】



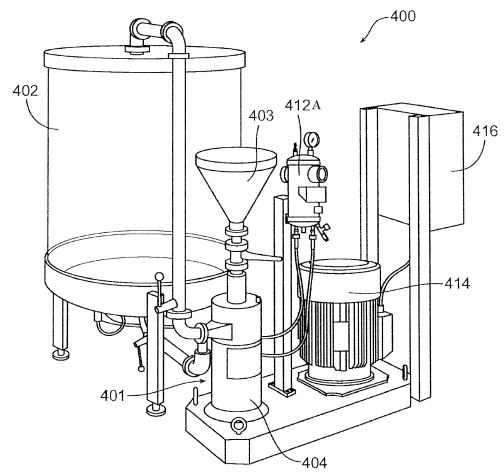
【図4】



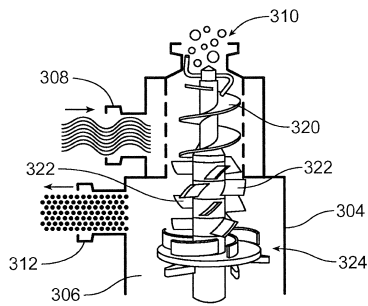
【図5】



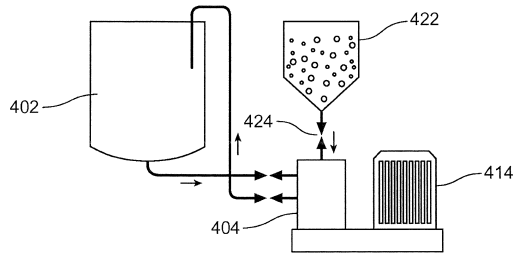
【図6】



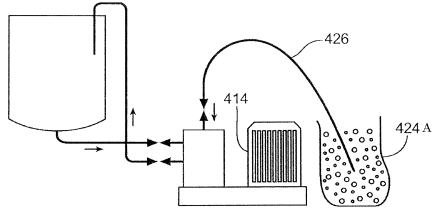
【図5A】



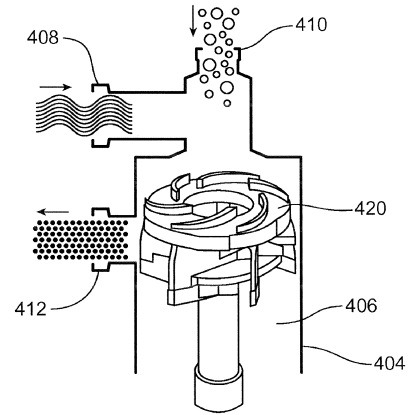
【図7】



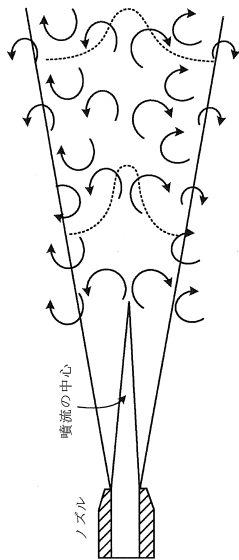
【図7A】



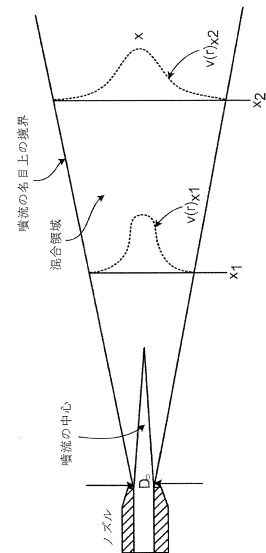
【図8】



【図9】

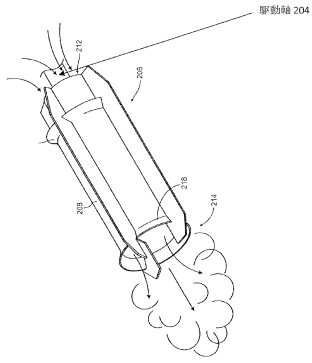


【図9A】

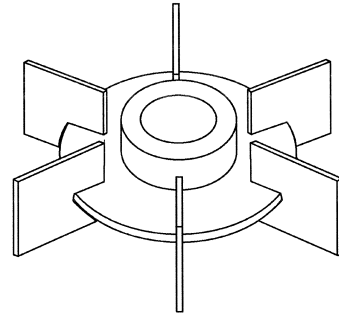




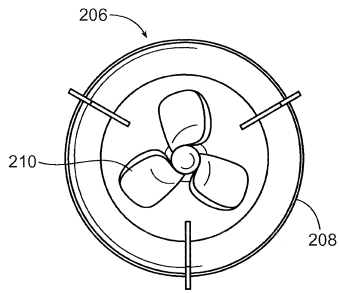
【図10】



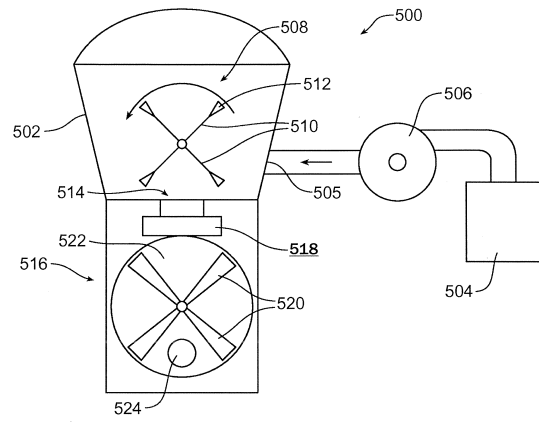
【図10B】



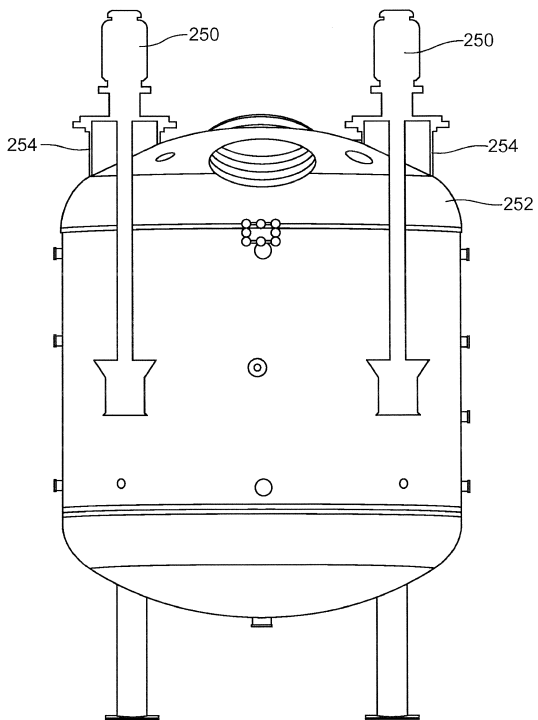
【図10A】



【図11】



【図12】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
<i>B 0 1 F</i>	<i>5/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>5/10</i>	
<i>B 0 1 F</i>	<i>5/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>5/16</i>	
<i>B 0 1 F</i>	<i>7/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>7/16</i>	L
<i>B 0 1 F</i>	<i>15/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>15/02</i>	B
<i>B 0 1 F</i>	<i>7/18</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 F</i>	<i>7/18</i>	B

(74)代理人 100104282

弁理士 鈴木 康仁

(72)発明者 メドフ, マーシャル

アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 0 1 8 0 1, ウォバーン, ユニット エル, 2 7 1 セーラム ストリート

(72)発明者 マスターマン, トーマス

アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 0 1 8 0 1, ウォバーン, ユニット エル, 2 7 1 セーラム ストリート

審査官 増田 健司

(56)参考文献 特開平8 - 3 1 7 7 9 5 ( J P , A )  
 特開2 0 0 9 - 5 0 8 3 6 ( J P , A )  
 特開2 0 0 9 - 2 6 1 2 7 5 ( J P , A )  
 特開2 0 0 9 - 2 6 1 2 7 6 ( J P , A )  
 国際公開第2 0 0 9 / 1 4 2 8 3 7 ( W O , A 1 )  
 特開2 0 0 9 - 6 5 8 7 0 ( J P , A )  
 特表2 0 0 8 - 5 2 1 3 9 6 ( J P , A )  
 国際公開第2 0 0 9 / 0 9 6 0 6 0 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

*B 0 9 B* 3 / 0 0  
*B 0 1 F* 5 / 0 2  
*B 0 1 F* 5 / 1 0  
*B 0 1 F* 5 / 1 6  
*B 0 1 F* 7 / 1 6  
*B 0 1 F* 7 / 1 8  
*B 0 1 F* 1 5 / 0 2  
*C 1 2 M* 1 / 0 0  
*C 1 2 P* 7 / 1 0  
*C 1 3 B* 5 / 0 0  
*C 1 3 K* 1 / 0 2