

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 6 月 24 日(24.06.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/070716 A1

- (51) 国際特許分類:
C12P 7/06 (2006.01) C07B 63/00 (2006.01)
B01D 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/072733
- (22) 国際出願日: 2008 年 12 月 15 日(15.12.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社前川製作所 (MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1358482 東京都江東区牡丹 3 丁目 1 4 番 1 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂下 茂 (SAKASHITA, Shigeru) [JP/JP]; 〒1358482 東京都江東区牡丹 3 丁目 1 4 番 1 5 号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP). 川▲崎▼ 勉 (KAWASAKI, Tsutomu) [JP/JP]; 〒1358482 東京都江東区牡丹 3 丁目 1 4 番 1 5 号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 高橋松本 & パートナーズ (TAKAHASHI, MATSUMOTO & PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY CORP.); 〒1060032 東

京都港区六本木 3 丁目 1 6 番 1 3 号 アンバサダー六本木 1 0 0 3 号 Tokyo (JP).

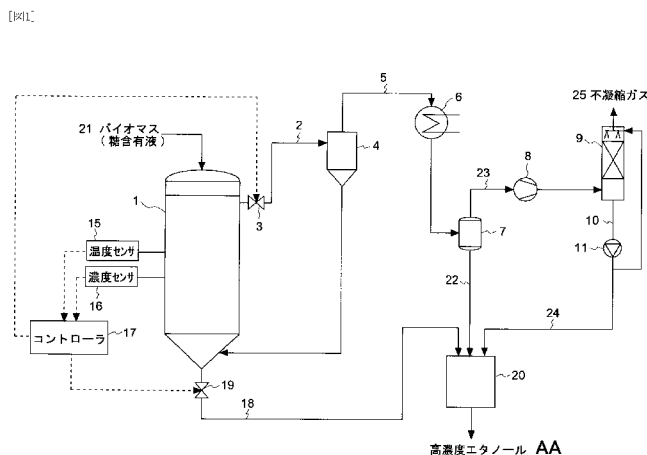
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD OF PRODUCING ETHANOL AND APPARATUS THEREFOR

(54) 発明の名称: エタノール製造方法及び装置



AA ETHANOL WITH HIGH CONCENTRATION
15 TEMPERATURE SENSOR
16 CONCENTRATION SENSOR
17 CONTROLLER
21 BIOMASS (SUGAR-CONTAINING LIQUID)
25 UNCONDENSED GAS

(57) Abstract: The purpose of this object is to provide a method of producing ethanol, whereby ethanol can be efficiently produced while preventing ethanol fermentation from inhibition and maintaining a high ethanol yield, and an apparatus for producing the same. A method of producing ethanol wherein a sugar-containing liquid obtained by biologically or chemically saccharifying a biomass is fermented in a fermentation tank (1) and then the fermented liquid is distilled to give ethanol, which has the constitution comprising: measuring the temperature or ethanol concentration of the fermented liquid in the above-described fermentation tank (1) with a temperature sensor (15) or a concentration sensor (16); when the temperature or ethanol concentration thus measured attains a predetermined value or more, withdrawing at least a portion of the fermented liquid from the fermentation tank (1); introducing the thus withdrawn fermented liquid to a vacuum evaporator (4) via a circulation cooling line (2); evaporating the fermented liquid in vacuo to thereby separate the evaporated gas containing ethanol; and then returning the residual liquid which has been cooled and shows a lowered ethanol concentration into the fermentation

tank (1).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/070716 A1



エタノール発酵阻害を防ぎ、エタノール収率を高く維持し、効率よくエタノールを製造することができ
るエタノール製造方法及び装置を提供することが課題であり、バイオマスを生物的又は化学的に糖化し
て得られる糖含有液を発酵タンク 1 で発酵させた後、発酵液を蒸留してエタノールを製造するエタノー
ル製造方法において、前記発酵タンク 1 内の発酵液の温度又はエタノール濃度を温度センサ 15 又は濃
度センサ 16 で測定し、該測定された温度又はエタノール濃度が所定値以上となったら発酵タンク 1 か
ら発酵液の少なくとも一部を引き抜き、該引き抜いた発酵液を循環冷却ライン 2 を介して真空蒸発器 4
に導入し、真空蒸発させてエタノールを含む蒸発ガスを分離し、冷却されエタノール濃度が低下した残
留液を発酵タンク 1 に返送する構成を備える。

明 細 書

エタノール製造方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、バイオマスを糖化、発酵してエタノールを製造する技術において、エタノール発酵酵母の発酵阻害を防止し、エタノール収率を向上させるようにしたエタノール製造方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、大気中の炭酸ガス濃度削減、及び化石燃料の枯渇化への対策として、バイオマスを発酵させてバイオエタノールを製造することが行われている。バイオエタノールは、サトウキビ、キャッサバ、とうもろこし、廃木材などのバイオマス資源を糖化、発酵、蒸留して作られる植物性のエチルアルコールであり、新たな燃料用エネルギーとして注目されている。

[0003] 図4に、従来一般的なバイオエタノールの製造装置を示す。予めバイオマスを粉碎し、生物的又は化学的に糖化して糖を含む液を回収し、この糖含有液を発酵タンク51に投入する。さらに発酵タンク51内にエタノール発酵酵母を投入し、所定時間発酵させることによりエタノール溶液を生成する。このとき、エタノール発酵は発熱反応であるため発酵タンク51内の温度上昇がみられるが、ある温度以上となると酵母の働きが低下してしまうため、発酵タンク51内の発酵液を冷却することが必要となる。図4では、発酵タンク51の底部からポンプ53により発酵液を引き抜き、発酵液を間接冷却する冷却器54を介して発酵液を冷却した後、発酵タンク51に戻す冷却ライン52を設けている。ここで発酵液を冷却し、発酵に適した温度に維持することにより安定的に発酵を行うようになっている。

[0004] 発酵タンク51から回収されたエタノール溶液は、バルブ55を開放して蒸留器56に送られ、該蒸留器56にて蒸留されて高濃度エタノール溶液として回収される。

このようなエタノール製造装置は、例えば特許文献1(特開2008-182925号公報)等の開示されている。特許文献1には、バイオマスの水スラリーを加圧して加熱し、バイオマスに含まれるセルロース及びセルロースを加水分解して糖を生成する反応

器と、生成された糖を発酵させてエタノールを生成するエタノール発酵装置とを備えたバイオエタノール製造装置が開示されている。

[0005] 特許文献1:特開2008-182925号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] このようなエタノール製造装置では、エタノール発酵において発酵タンク内のエタノール濃度がある一定濃度以上になるとエタノール発酵阻害が発生し、発酵効率の低下あるいは発酵が停止してしまうという問題がある。エタノールは高濃度で回収することが求められる一方、発酵タンク内のエタノール濃度が高くなりすぎると安定して発酵が行われなくなってしまう。

本発明は上記従来の技術の問題点に鑑み、エタノール発酵阻害を防ぎ、エタノール収率を高く維持し、効率よくエタノールを製造することができるエタノール製造方法及び装置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

[0007] そこで、本発明はかかる課題を解決するために、バイオマスを加水分解して得られる糖含有液を発酵タンクで発酵させた後、発酵液を蒸留してエタノールを製造するエタノール製造方法において、

前記発酵タンク内の発酵液の温度又はエタノール濃度を測定し、該測定された温度又はエタノール濃度が所定値以上となったら前記発酵タンクから発酵液の少なくとも一部を引き抜き、該引き抜いた発酵液を真空蒸発器にて真空蒸発させエタノールを含む蒸発ガスを分離し、該真空蒸発により冷却されるとともにエタノール濃度が低下した残留液を前記発酵タンクに返送することを特徴とする。

[0008] 本発明によれば、発酵タンク内の発酵液の温度又はエタノール濃度を監視し、発酵阻害を引き起こす温度又はエタノール濃度となる前に発酵液を引き抜き、真空蒸発により発酵液を冷却するとともに液中のエタノール濃度を低下させることにより、発酵タンク内で発酵阻害が生じることを防止し、安定してエタノール発酵を継続することが可能となり、エタノール収率を向上させることができる。また、発酵液を真空蒸発させることにより冷却しているため、発酵液の冷却エネルギーを削減でき、コスト低減が

図れる。

[0009] また、前記蒸発ガスを冷却した後、凝縮したエタノールを含む凝縮液と不凝縮ガスとを気液分離し、前記凝縮液を蒸留してエタノールを回収することを特徴とする。

真空蒸発器にて発生した蒸発ガス中には、残留液よりも高濃度のエタノールが存在する。従って、この蒸発ガスを冷却し凝縮させてエタノールを回収することにより、エタノール収率を増大させることが可能となる。

[0010] さらに、前記不凝縮ガスを水と接触させて該不凝縮ガス中のエタノールを水側に移行させ、得られたエタノール含有水を蒸留してエタノールを回収することを特徴とする。

これにより、蒸発ガスを冷却して気液分離した後に不凝縮ガス中に残存するエタノールを回収することが可能となり、エタノール収率をより一層向上させることが可能となる。

[0011] また、バイオマスを加水分解して得られる糖含有液を発酵させる発酵タンクと、該発酵タンクから排出された発酵液を蒸留する蒸留器とを備えたエタノール製造装置において、

前記発酵タンク内の発酵液を一部引き抜いて外部循環させる循環冷却ラインと、
前記発酵タンクの出口側に設けられたバルブと、

前記循環冷却ライン上に設けられ、前記発酵液を真空蒸発させてエタノールを含む蒸発ガスと、該真空蒸発により冷却されるとともにエタノール濃度が低下した残留液とに分離する真空蒸発器と、

前記発酵タンク内の発酵液の温度を測定する温度測定手段又はエタノール濃度を測定する濃度測定手段と、

前記温度測定手段又は前記濃度測定手段にて測定された温度又はエタノール濃度が所定値以上となったら前記バルブを開放して前記循環冷却ライン上に発酵液を循環させる制御を行うコントローラと、を備えることを特徴とする。

[0012] また、前記蒸発ガスを冷却する冷却器と、

前記冷却器を通った蒸発ガスが導入され、冷却により凝縮したエタノールを含む凝縮液と不凝縮ガスとに気液分離する気液分離器と、を備え、

前記凝縮液は前記蒸留器に送給されることを特徴とする。

さらに、前記気液分離器にて分離された不凝縮ガスが導入され、該不凝縮ガスを水と接触させてガス中のエタノールを水側に移行させる吸収塔を備え、

前記吸収塔にて得られたエタノール含有水は前記蒸留器に送給されることを特徴とする。

[0013] また、前記コントローラは、前記バルブを開放する条件として前記温度測定手段にて測定された温度が32℃以上、又は前記濃度測定手段にて測定されたエタノール濃度が6%以上に設定されていることを特徴とする。

発酵液の温度が32℃以上又はエタノール濃度が6%以上となると、発酵阻害が発生しやすくなる。従って、この温度又はエタノール濃度以上になったら発酵液を循環冷却ライン上に排出し、真空蒸発器によりエタノール濃度の低下及び冷却を行うことによって、安定して発酵を継続することが可能となる。

[0014] さらにまた、前記真空蒸発器の前段に加熱器を設け、エタノールの気液平衡曲線に基づき設定された温度まで前記発酵液を加熱することを特徴とする。

このように発酵液を加熱することにより、真空蒸発器にて蒸発ガス側に移行するエタノール濃度が高くなり、発酵液中のエタノール濃度を大幅に低下させることが可能となる。尚、エタノールの気液平衡曲線に基づき設定された温度とは、真空蒸発器にて真空蒸発させた際に最もエタノールが気相側に移行する温度とする。

発明の効果

[0015] 以前記載のごとく本発明によれば、発酵タンク内の発酵液の温度又はエタノール濃度を監視し、発酵阻害を引き起こす温度又はエタノール濃度となる前に発酵液を引き抜き、真空蒸発により発酵液を冷却するとともに液中のエタノール濃度を低下させることにより、発酵タンク内で発酵阻害が生じることを防止し、安定してエタノール発酵を継続することが可能となり、エタノール収率を向上させることができる。

また、発酵液を真空蒸発させることにより冷却しているため、発酵液の冷却エネルギーを削減でき、コスト低減が図れる。

[0016] また、真空蒸発器にて発生した蒸発ガスを冷却し凝縮させてエタノールを回収することにより、エタノール収率を増大させることが可能となる。

さらにまた、蒸発ガスを冷却して気液分離した後に不凝縮ガス中に残存するエタノールを水に吸収させて回収することにより、エタノール収率をより一層向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態に係るエタノール製造装置の全体構成図である。

[図2]発酵液中のエタノール濃度と発酵時間の関係を示すグラフである。

[図3]本発明の実施形態を応用させたエタノール製造装置の全体構成図である。

[図4]従来のエタノール製造装置の構成図である。

発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施例を例示的に詳しく説明する。但しこの実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

[0019] 図1を参照して、本実施形態に係るエタノール製造装置の全体構成を説明する。

エタノール製造装置は、その前段に前処理装置(不図示)を備えており、この前処理装置にてバイオマスを適宜粉砕し、水を加えて所定温度、所定圧力にて加水分解し、糖を含む液を生成する。この糖含有液がエタノール製造装置の原料となる。前記バイオマスとは、光合成に起因する有機物であって、木質類、草本類、農作物類、厨芥類等のバイオマスであり、本実施形態においては、糖質あるいはデンプン質を多く含む植物資源であることが好ましい。

エタノール製造装置は、糖含有液21が投入され、これに発酵酵母が加えられてエタノール発酵を行う発酵タンク1を備える。該発酵タンク1には、タンク内の発酵液の少なくとも一部を引き抜き、冷却した後に発酵タンク1内に戻す循環冷却ライン2が接続されている。

[0020] 循環冷却ライン2上には、発酵タンク1出口側にバルブ3が設けられており、その下流側に真空蒸発器4が設けられている。真空蒸発器4は、不図示の真空ポンプにより吸引されて内部が真空低圧に維持される。このとき、好適には真空蒸発器4は0.005～0.02atm、さらに好適には0.01atm程度に維持される。

また、発酵タンク1には、タンク内の発酵液の温度を測定する温度センサ15と、エタノール濃度を測定する濃度センサ16が設けられている。さらに、この温度センサ15及び濃度センサ16にて測定された測定値に基づいて、循環冷却ライン2のバルブ3と、後述する排出ライン18上に設けられたバルブ19の開閉制御を行うコントローラ17を備えている。

[0021] 発酵タンク1の下部には、発酵が終結した発酵液を排出する排出ライン18が接続されている。排出ライン18上には、タンク出口にバルブ19が設けられ、その下流側に蒸留器20が設けられている。

蒸留器20は、発酵液を蒸留して不純物を除去する装置であり、さらに蒸留器20の前段又は後段にエタノール濃縮装置(不図示)を設けるようにしてもよい。

[0022] 真空蒸発器4で発生した蒸発ガスは、循環冷却ライン2とは別のガスライン5に排出される。このガスライン5上には、上流側から順に、冷却器6、気液分離器7、ポンプ8、エタノール吸収塔9が設けられている。

冷却器6は、間接冷却により蒸発ガスを冷却する装置である。好適にはアンモニアを冷媒としたアンモニア冷却器が用いられる。

気液分離器7は、冷却器6にて冷却され一部が凝縮した凝縮液22と、不凝縮ガス23とを分離する装置である。

[0023] エタノール吸収塔9は、不凝縮ガス23が導入され、この不凝縮ガス23を水と接触させることによりガス中のエタノールを水側に移行させて回収する装置である。エタノール吸収塔9の一例として、上方に複数設置されたノズルより水を噴霧し、下方より導入した不凝縮ガス23と向流接触させてエタノールを水側に移行させ、 CO_2 、 O_2 等を含む不凝縮ガス25と、エタノール含有水24とを分離する装置とする。エタノール含有水24は循環ライン10上をポンプ11により循環させ、エタノール濃度が所定濃度以上となったら排出するとよい。

[0024] 気液分離器7で凝縮された凝縮液22はエタノールを多く含むため、発酵タンク1から排出された発酵液とともに蒸留器20に導き、エタノールとして回収する。同様に、エタノール吸収塔9から排出されるエタノール含有水24も蒸留器20に導き、エタノールを回収する。

[0025] このような構成を備えたエタノール製造装置の作用を以下に説明する。

まず、バイオマスを加水分解して得られる糖含有液21を発酵タンク1に投入し、発酵酵母を加えて所定時間発酵させる。このとき、循環冷却ライン2上のバルブ3及び排出ライン18上のバルブ19は閉に設定しておく。

発酵時に、発酵タンク1内の発酵液の温度を温度センサ15で測定し、発酵液の温度を監視する。発酵液が予め設定された所定の温度以上となったらコントローラ17によりバルブ3を開放し、循環冷却ライン2に発酵液を排出する。バルブ3を開放する時の発酵タンク1内の温度は、好適には32℃以上とする。尚、上記にはバルブ3の開放条件を温度とした場合につき記載したが、発酵タンク1内の発酵液のエタノール濃度を開放条件としてもよい。この場合、発酵液のエタノール濃度を濃度センサ16で測定して監視し、所定のエタノール濃度以上となったらコントローラ17によりバルブ3を開放する。バルブ3を開放する時の発酵タンク1内のエタノール濃度は、好適には6%以上とする。

[0026] 循環冷却ライン2に排出された発酵液は、真空蒸発器4に導入される。真空蒸発器4にて、低圧状態にされた発酵液は沸騰蒸発し、蒸発ガスと残留液とが得られる。蒸発ガス中にはエタノールの気液平衡曲線に沿った濃度のエタノールが含有されるが、残留液よりも高濃度のエタノールが蒸発ガスに含まれることとなる。その他にも、蒸発ガス中には、 CO_2 、 O_2 等が含まれる。

残留液は、真空蒸発により冷却されるとともにエタノール濃度が低下した状態で、循環冷却ライン2を通過して発酵タンク1に戻される。一方、蒸発ガスは、ガスライン5に排出され、ガスライン5上に設けられた冷却器6に導入される。冷却器6にて蒸発ガスは冷却され、その一部が凝縮した状態で気液分離器7に導入される。

[0027] 気液分離器7では、凝縮したエタノールを含む凝縮液22と、 CO_2 、 O_2 を主とした不凝縮ガス23とに分離される。不凝縮ガス23は、ポンプ8により吸収塔9に導かれる。吸収塔9では、不凝縮ガス23が水と接触することによりガス中に残留したエタノールが水側に移行し、エタノール含有水24として回収される。

気液分離器7で分離された凝縮液22と、吸収塔9で回収されたエタノール含有水24は蒸留器20に導かれ、高濃度のエタノールとして回収される。

[0028] 循環冷却ライン2は、発酵タンク1内の温度が所定温度以下となったらコントローラ17にてバルブ3を閉止して発酵液の循環を停止する。尚、循環停止の条件は、温度以外にもエタノール濃度を用いてもよい。そして、発酵を継続して行う。このとき、上記と同様に発酵タンク1内の温度を温度センサ15で監視しておき、所定温度以上になったら再度循環冷却ライン2上のバルブ3を開放して発酵液の冷却を行う。

また、発酵時に、発酵タンク1内のエタノール濃度の変化を濃度センサ16にて監視しておき、エタノール濃度に変化がみられなくなったら発酵が終結したものと判断し、コントローラ17にて排出ライン18上のバルブ19を開放し、発酵タンク1内の発酵液を蒸留器20に送給し、高濃度エタノールを回収する。

[0029] 本実施形態によれば、発酵タンク1内の発酵液の温度又はエタノール濃度を監視し、発酵阻害を引き起こす温度又はエタノール濃度となる前に発酵液を引き抜き、真空蒸発により発酵液を冷却するとともに液中のエタノール濃度を低下させることにより、発酵タンク1内で発酵阻害が生じることを防止し、安定してエタノール発酵を行うことが可能となり、エタノール収率を向上させることができる。また、発酵液を真空蒸発させることにより冷却しているため、発酵液の冷却エネルギーを削減でき、コスト低減が図れる。

[0030] ここで、図1に示した本実施形態のエタノール製造装置と、図4に示した従来のエタノール製造装置におけるエタノール濃度を比較したグラフを図2に示す。図2の横軸は発酵時間、縦軸はエタノール濃度である。従来のエタノール製造装置では、時間とともに発酵液中のエタノール濃度が上昇し、発酵阻害を引き起こす濃度まで上昇してしまうが、本実施形態のエタノール製造装置では、エタノール濃度が6%以上とならないようになっている。従って、発酵阻害を引き起こす程度まで高濃度となることはなく、安定して発酵を行うことが可能であり、延いてはエタノール収率を向上させることが可能となる。

[0031] 図3は図1に示したエタノール製造装置を応用させた実施形態である。

このエタノール製造装置は、循環冷却ライン2上の真空蒸発器4の前段に、加熱器14を設けた構成となっている。加熱器14は、発酵タンク1から循環冷却ライン2に排出された発酵液をエタノールの気液平衡曲線に基づき設定された温度まで加熱する

装置である。ここで、エタノールの気液平衡曲線に基づき設定された温度とは、真空蒸発器4にて真空蒸発させた際に最もエタノールが気相側に移行する温度とする。

[0032] 加熱器14で加熱された発酵液は真空蒸発器4に導入され、真空蒸発によりエタノールを含む蒸発ガスが生成する。蒸発ガス中には加熱器14を設置しない場合よりも高濃度のエタノールが含まれ、この蒸発ガスは冷却器6にて冷却された後、気液分離器7で気液分離され、エタノールが回収される。一方、真空蒸発器4にて蒸発ガスが分離された残留液は、循環冷却ライン2を介して発酵タンク1に返送される。

本実施形態によれば、より多くのエタノールを蒸発ガス側に移行させることができ、発酵タンク1内に返送される残留液中のエタノール濃度を確実に低下させることが可能となる。

産業上の利用可能性

[0033] 本発明は、エタノール発酵阻害を防ぎ、エタノール収率を高く維持し、効率よくエタノールを製造することができるため、燃料や化学原料等に用いられるバイオエタノールの製造に好適に用いられる。

請求の範囲

- [1] バイオマスを生物的又は化学的に糖化して得られる糖含有液を発酵タンクで発酵させた後、発酵液を蒸留してエタノールを製造するエタノール製造方法において、
前記発酵タンク内の発酵液の温度又はエタノール濃度を測定し、該測定された温度又はエタノール濃度が所定値以上となったら前記発酵タンクから発酵液の少なくとも一部を引き抜き、該引き抜いた発酵液を真空蒸発器にて真空蒸発させエタノールを含む蒸発ガスを分離し、該真空蒸発により冷却されるとともにエタノール濃度が低下した残留液を前記発酵タンクに返送することを特徴とするエタノール製造方法。
- [2] 前記蒸発ガスを冷却した後、凝縮したエタノールを含む凝縮液と不凝縮ガスを気液分離し、前記凝縮液を蒸留してエタノールを回収することを特徴とする請求項1記載のエタノール製造方法。
- [3] 前記不凝縮ガスを水と接触させて該不凝縮ガス中のエタノールを水側に移行させ、得られたエタノール含有水を蒸留してエタノールを回収することを特徴とする請求項2記載のエタノール製造方法。
- [4] バイオマスを生物的又は化学的に糖化して得られる糖含有液を発酵させる発酵タンクと、該発酵タンクから排出された発酵液を蒸留する蒸留器とを備えたエタノール製造装置において、
前記発酵タンク内の発酵液を一部引き抜いて外部循環させる循環冷却ラインと、
前記発酵タンクの出口側に設けられたバルブと、
前記循環冷却ライン上に設けられ、前記発酵液を真空蒸発させてエタノールを含む蒸発ガスと、該真空蒸発により冷却されるとともにエタノール濃度が低下した残留液とに分離する真空蒸発器と、
前記発酵タンク内の発酵液の温度を測定する温度測定手段又はエタノール濃度を測定する濃度測定手段と、
前記温度測定手段又は前記濃度測定手段にて測定された温度又はエタノール濃度が所定値以上となったら前記バルブを開放して前記循環冷却ライン上に発酵液を循環させる制御を行うコントローラと、を備えることを特徴とするエタノール製造装置。
- [5] 前記蒸発ガスを冷却する冷却器と、

前記冷却器を通った蒸発ガスが導入され、冷却により凝縮したエタノールを含む凝縮液と不凝縮ガスとに気液分離する気液分離器と、を備え、

前記凝縮液は前記蒸留器に送給されることを特徴とする請求項4記載のエタノール製造装置。

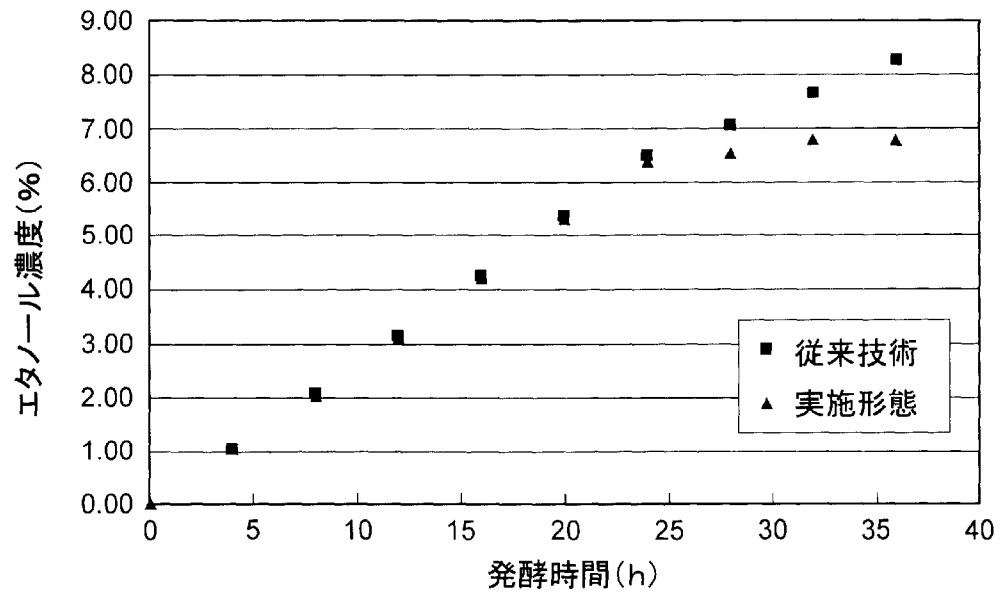
- [6] 前記気液分離器にて分離された不凝縮ガスが導入され、該不凝縮ガスを水と接触させてガス中のエタノールを水側に移行させる吸収塔を備え、

前記吸収塔にて得られたエタノール含有水は前記蒸留器に送給されることを特徴とする請求項5記載のエタノール製造装置。

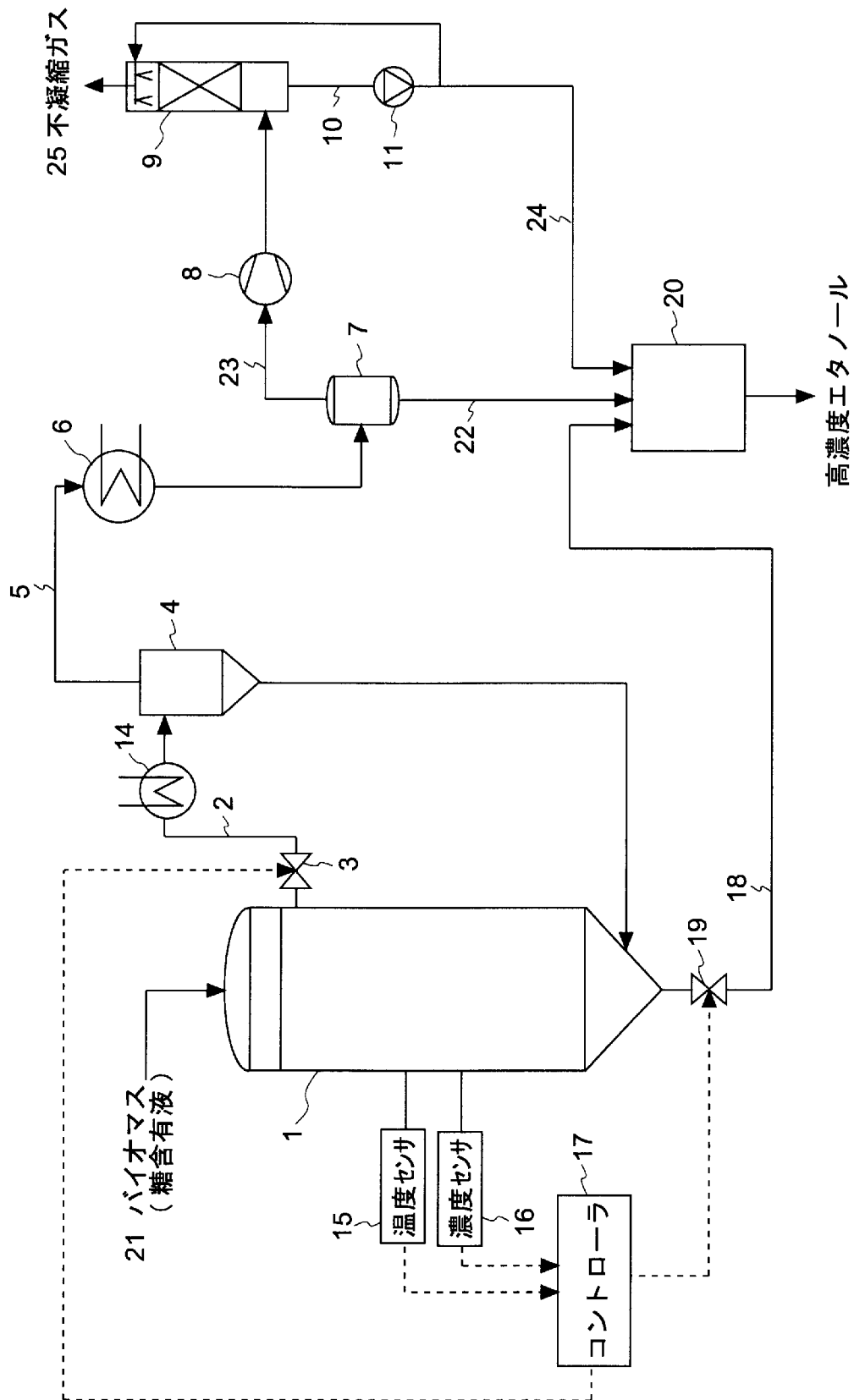
- [7] 前記コントローラは、前記バルブを開放する条件として前記温度測定手段にて測定された温度が32℃以上、又は前記濃度測定手段にて測定されたエタノール濃度が6%以上に設定されていることを特徴とする請求項4記載のエタノール製造装置。

- [8] 前記真空蒸発器の前段に加熱器を設け、エタノールの気液平衡曲線に基づき設定された温度まで前記発酵液を加熱することを特徴とする請求項4記載のエタノール製造装置。

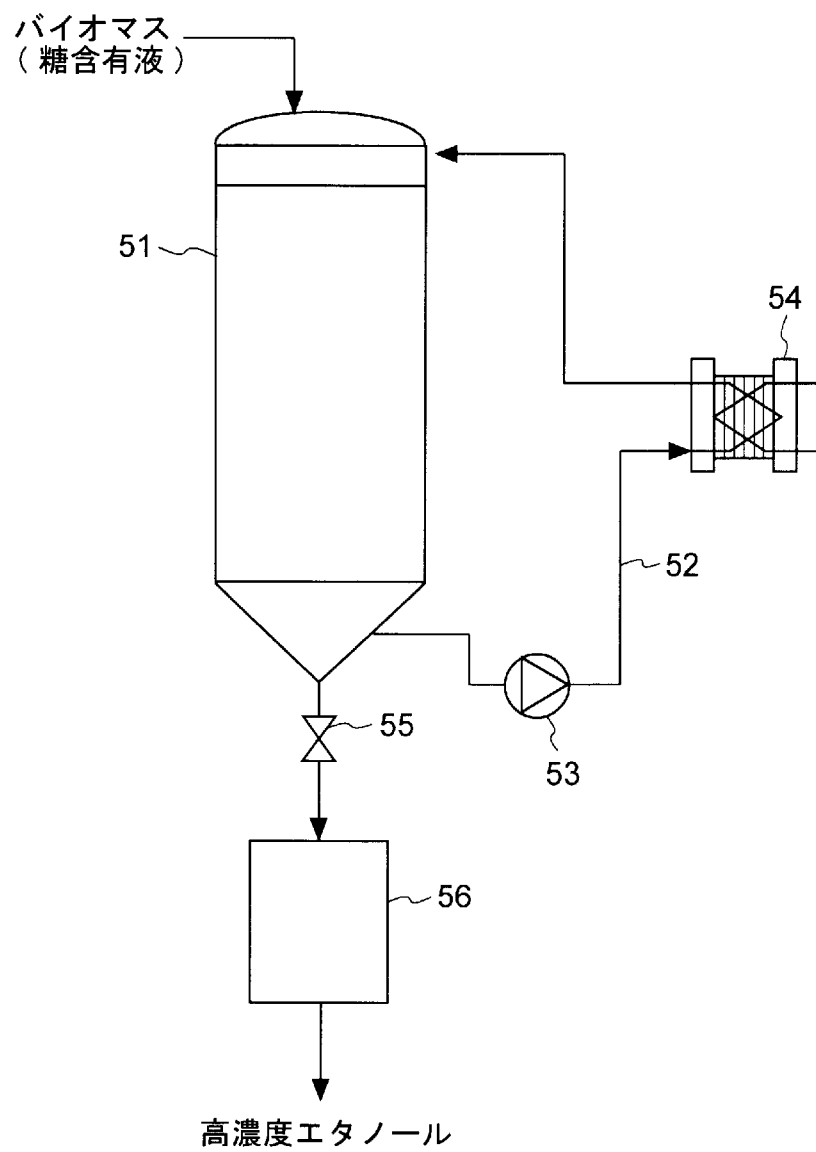
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/072733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12P7/06(2006.01)i, B01D3/00(2006.01)n, C07B63/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C12P7/06, B01D3/00-3/42, C07B63/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-011088 A (Hitachi Zosen Corp.), 20 January, 1987 (20.01.87), Full text & JP 05-001710 B2	1-8
Y	Saburo SHICHIJI, "Biseibutsu Kogaku no Oyo", Kyoritsu Shuppan Co., Ltd., 01 December, 1972 (01.12.72), First Edition, pages 110 to 112	1-8
<u>Y</u> A	Edited by Shadan Hojin Kagaku Kogaku Kyokai, revised 2nd edition, Kagaku Sochi Binran, Maruzen Co., Ltd., 30 March, 1989 (30.03.89), pages 431 to 432	<u>3,6</u> 1-2, 4-5, 7-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 February, 2009 (02.02.09)Date of mailing of the international search report
10 February, 2009 (10.02.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C12P7/06(2006.01)i, B01D3/00(2006.01)n, C07B63/00(2006.01)n		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C12P7/06, B01D3/00-3/42, C07B63/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） JSTPlus(JDreamII), JST7580(JDreamII)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 62-011088 A（日立造船株式会社）1987.01.20, 全文 & JP 05-001710 B2	1-8
Y	七字三郎, 微生物工学の応用, 共立出版株式会社, 1972.12.01, 初版, pages 110-112	1-8
<u>Y</u> A	社団法人 化学工学協会 編, 改訂二版 化学装置便覧, 丸善株式会社, 1989.03.30, pages 431-432	<u>3, 6</u> 1-2, 4-5, 7-8
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 0 2 . 0 2 . 2 0 0 9	国際調査報告の発送日 1 0 . 0 2 . 2 0 0 9	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 清水 晋治 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 4 8	4 B 3 5 3 5