

明 細 書

発明の名称：水上浮体式設備

技術分野

[0001] 本発明は、エタノールを生産する水上浮体式設備に関する。

背景技術

[0002] 一般に、化石燃料を扱う水上浮体式設備が知られている。例えば、自然環境への影響を抑制するF S R U (floating storage regasification unit)が開示されている(特許文献1参照)。

しかしながら、地球環境への影響が懸念される二酸化炭素の排出を削減する観点から、化石燃料に替わる燃料が求められる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-192895号公報

発明の概要

[0004] 本発明の実施形態の目的は、エタノールを生産する水上浮体式設備を提供することにある。

本発明の観点に従った水上浮体式設備は、水中に生息する植物を取り込む取込手段と、前記取込手段により取り込まれた前記植物を粉砕する粉砕手段と、前記植物を発酵させるために貯蔵する複数の発酵タンクと、前記粉砕手段により粉砕された前記植物を前記発酵タンクに送り込む植物用配管と、前記植物の発酵により生成された発酵液を前記発酵タンクから取り出す発酵液用配管と、前記発酵液から残渣を分離して取り除く残渣分離手段と、前記残渣分離手段により前記残渣が取り除かれた前記発酵液を、エタノールを生成するために蒸留する蒸留手段と、前記蒸留手段により生成された前記エタノールを貯蔵するエタノールタンクとを備える。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る水上浮体式設備の構成を示す側面図で

ある。

[図2]図2は、本実施形態に係る水上浮体式設備の甲板の下の構成を示す上面図である。

[図3]図3は、本実施形態に係る水上浮体式設備によるバイオエタノールの生成方法の流れを示すフロー図である。

[図4]図4は、本実施形態に係る水上浮体式設備の姿勢を制御する姿勢制御方法の流れを示すフロー図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る水上浮体式設備における二酸化炭素を海中に固定化する二酸化炭素固定化システムの構成を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0006] (実施形態)

図1は、本発明の実施形態に係る水上浮体式設備1の構成を示す側面図である。図2は、本実施形態に係る水上浮体式設備1の内部の構成を示す上面図である。なお、図面における同一部分には同一符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

[0007] 水上浮体式設備1は、バイオエタノールを生産する設備である。例えば、水上浮体式設備1は、バイオエタノールを生産するFPSO(floating production storage and offloading unit)である。以降では、バイオエタノールを単にエタノールと記載することもある。水上浮体式設備1は、推進機能を有する船舶として構成されてもよい。水上浮体式設備1は、新規に製造されてもよいし、既存の船舶から改造されてもよい。例えば、水上浮体式設備1は、VLCC(very large crude oil carrier)の改造を想定したものである。ここでは、水上浮体式設備1は、船舶形状の構成について説明する。水上浮体式設備1の燃料は、エタノールにすることで、自己調達することができる。なお、水上浮体式設備1の燃料は、エタノールに限らず、どのような燃料を用いてもよい。

[0008] また、水上浮体式設備1は、海上に配置され、海藻を原料としてエタノールを生産する設備として説明するが、これに限らない。水上浮体式設備1は

、河川又は湖に配置されてもよい。また、エタノールの原料は、海藻又は海草に限らず、海、河川又は湖等の自然界の水に生息する植物であれば、どのような植物でもよい。例えば、原料となる海藻は、昆布、ワカメ、ホンダワラ、アカモク、又は、ジャイアントケルプ等である。ホンダワラ、ジャイアントケルプ、又は、アカモク等は、成長が早いため、エタノールの原料に適し、かつ、食用に適さないため、原料として確保し易い。

[0009] 水上浮体式設備 1 は、収穫装置 2、洗浄部 3、粉碎前貯蔵部 4、粉碎机 5、第 1 遠心分離機 6、第 2 遠心分離機 7、蒸留塔 8、及び、船体 10 を備える。収穫装置 2、洗浄部 3、粉碎前貯蔵部 4、粉碎机 5、第 1 遠心分離機 6、第 2 遠心分離機 7、及び、蒸留塔 8 は、船体 10 の上面に配置される甲板の上に設けられる。船体 10 には、複数の発酵タンク 11、残渣タンク 12、エタノールタンク 13、ポンプ 31、及び、エタノールポンプ 34 が設けられる。

[0010] 水上浮体式設備 1 は、主にコンピュータを用いて制御される。コンピュータは、いくつで構成されてもよいし、ネットワークで一部又は全部のコンピュータが接続されてもよい。各構成機器は、制御用コンピュータが内蔵されていてもよいし、一部の機器は、コンピュータで制御されなくてもよい。例えば、コンピュータには、水上浮体式設備 1 の姿勢を監視及び制御する統合制御監視システム (IAS, integrated automation system) 及び積み付け計算機 (ローディングコンピュータ) が含まれる。

[0011] 収穫装置 2 は、エタノールの原料となる海藻を収穫し、水上浮体式設備 1 に取り込む。例えば、収穫装置 2 は、船首 F P 付近に設けられる。収穫装置 2 は、海藻を水上浮体式設備 1 に取り込めるのであれば、どのような配置にしてもよいし、どのような装置でもよい。例えば、収穫装置 2 は、クレーン形式の装置である。

[0012] 洗浄部 3 は、海中から引き揚げられた海藻を、海水又は清水等の水で洗浄するための機器が配置された場所である。洗浄部 3 は、海藻を洗浄することで、海藻の付着物を除去する。なお、洗浄部 3 は、無くてもよい。例えば、

手作業、又は、水上浮体式設備 1 の外部から持ち運ばれた機器を用いて、海藻が洗浄されてもよい。

[0013] 粉砕前貯蔵部 4 は、洗浄部 3 により洗浄された海藻を貯蔵する場所である。例えば、粉砕前貯蔵部 4 は、粉砕する前の海藻を貯蔵するタンクである。なお、粉砕前貯蔵部 4 は、無くてもよい。

[0014] 粉砕機 5 は、粉砕前貯蔵部 4 に貯蔵された海藻を順次に取り込んで細かく粉砕する。粉砕機 5 は、粉砕した海藻を第 1 遠心分離機 6 に送り込む。

[0015] 第 1 遠心分離機 6 は、粉砕機 5 により粉砕された海藻から水分を取り除く。このようにして、船体 10 の限られた空間に設けられた発酵タンク 11 の容量を有効に利用するために、海藻を減容させる。第 1 遠心分離機 6 により脱水された海藻は、発酵させるための物質と共に、発酵タンク 11 に貯蔵される。発酵させるための物質は、糖化酵母及び酵素である。これにより、海藻を発酵タンク 11 内で数日間（例えば、14 日間）発酵させて、発酵液が生成される。

[0016] なお、海藻から水分を取り除くことができるのであれば、遠心分離機に限らず、どのような装置を用いてもよいし、海藻にどのような処理を行ってもよい。また、発酵させるための物質は、原料に合わせて変更又は追加してもよい。

[0017] 第 2 遠心分離機 7 は、発酵タンク 11 内で十分に発酵させた発酵液の残渣を取り除く。なお、発酵液から残渣を取り除くことができるのであれば、遠心分離機に限らず、どのような装置を用いてもよいし、どのような処理を行ってもよい。

[0018] 蒸留塔 8 は、発酵液を蒸留して、最終的にエタノールを生成する。なお、発酵液の蒸留は、どのような蒸留方法を採用してもよいし、どのような装置等を用いてもよい。

[0019] 図 2 を参照して、船体 10 の甲板の下の具体的な構成について説明する。
船体 10 は、複数の発酵タンク 11、残渣タンク 12、エタノールタンク 13、海藻用配管 21、発酵液用配管 22、非常用配管 23、中間バルブ 2

4、25、非常用バルブ26、ポンプ31、バルブ32、33、及び、エタノールポンプ34を備える。

[0020] 発酵タンク11は、海藻を発酵させるために所定期間貯蔵するためのタンクである。発酵タンク11の数は、発酵させる期間及び発酵を管理する単位期間に応じて決定される。例えば、海藻の最低発酵日数（発酵に必要な最低限の日数）が14日であり、海藻の注入日からの経過日数である発酵経過日数毎に1つの発酵タンク11を設ける場合、少なくとも14個の発酵タンク11が必要になる。発酵タンクは、海藻が投入されるため、防錆のための塗装を施すのが望ましい。

[0021] また、発酵タンク11は、水上浮体式設備1の姿勢制御をするためのバラストタンクとしても機能させる。発酵タンク11をバラストタンクとして機能させる場合、全ての発酵タンク11の容量を全て同じにしてもよい。これにより、姿勢制御を行うための演算をし易くすることができる。

[0022] なお、1つの発酵タンク11を2日以上幅のある発酵経過日数に対応させてもよいし、2つ以上の発酵タンク11を同一の発酵経過日数に対応させてもよい。また、発酵タンク11は、海藻の注入時間からの経過時間である発酵経過時間（例えば、8時間、12時間、24時間、又は、36時間等）で管理されてもよい。

[0023] また、発酵タンク11は、予備として余分に設けられてもよい。例えば、予備の発酵タンク11は、常時使用し、最低発酵日数を超える日数で海藻を発酵させてもよいし、通常時は使用せずに空にし、非常時（例えば、姿勢制御時）に使用するようにしてもよい。

[0024] ここでは、最低発酵日数を14日とし、発酵経過日数毎に1つの発酵タンク11が設けられ、さらに、予備として1つの発酵タンク11が設けられた構成について主に説明する。したがって、水上浮体式設備1には、全部で15個の発酵タンク11が設けられる。また、海藻は、最低発酵日数が14日に対して、15日間発酵させる。

[0025] 残渣タンク12は、発酵液から取り除かれた残渣を貯蔵するためのタンク

である。エタノールタンク 13 は、水上浮体式設備 1 で生産されたバイオエタノールを貯蔵するタンクである。残渣タンク 12 及びエタノールタンク 13 は、船体 10 のどの位置に設けられてもよいし、甲板上に設けられてもよい。例えば、残渣タンク 12 及びエタノールタンク 13 は、船体 10 の船尾 A P 側に設けられる。

[0026] ポンプ 31 は、各発酵タンク 11 に設けられる。各ポンプ 31 は、バルブ 32 を介して、発酵液用配管 22 と接続される。ポンプ 31 は、海藻を発酵させた発酵液を発酵タンク 11 から発酵液用配管 22 を介して第 2 遠心分離機 7 に送り出すための機器である。また、ポンプ 31 は、発酵タンク 11 の海藻及び発酵液等の内容物を攪拌するために用いてもよい。これにより、海藻の発酵を促進させる。即ち、ポンプ 31 は、発酵タンク 11 の内容物の掃き出し及び循環をする機能を有する。

[0027] なお、ポンプ 31 は、各発酵タンク 11 に設ける代わりに、一箇所に集中して配置してもよい。例えば、発酵タンク 11 の後方にポンプ室を設けて、このポンプ室にポンプ 31 を統合するように設けてもよい。また、発酵液用配管 22 は、発酵タンク 11 の底部に配置されてもよい。

[0028] エタノールポンプ 34 は、エタノールタンク 13 に設けられる。エタノールポンプ 34 は、エタノールタンク 13 に貯蔵されたエタノールを船外に移送するための機器である。エタノールポンプ 34 は、エタノールを製品として出荷時に使用される。

[0029] 海藻用配管 21 は、各発酵タンク 11 とバルブ 33 を介して接続される。海藻用配管 21 は、発酵させる前の海藻を発酵タンク 11 に送り込むための配管である。海藻を送り込む対象の発酵タンク 11 への配管に設けられたバルブ 33 を開放し、その他のバルブ 33 を閉鎖することで、海藻用配管 21 に投入された海藻が目的の発酵タンク 11 に投入される。海藻用配管 21 の長手方向の中央部分には、中間バルブ 24 が設けられるが、無くてもよい。

[0030] 発酵液用配管 22 は、海藻を発酵させた発酵液を発酵タンク 11 から取り出すための配管である。発酵液を取り出す発酵タンク 11 に設けられたポン

プ31と発酵液用配管22を接続する配管に設けられたバルブ33を開放し、ポンプ31を作動させる。これにより、特定の発酵タンク11に貯蔵された発酵液が発酵液用配管22を介して取り出される。発酵液用配管22の長手方向の中央部分には、中間バルブ25が設けられるが、無くてもよい。

[0031] 非常用配管23は、海藻用配管21の船首FP側の端部と発酵液用配管22の船首FP側の端部を接続するように設けられる。非常用配管23には、非常用バルブ26が設けられる。非常用バルブ26は、通常、閉鎖されている。非常用バルブ26を開放することで、海藻用配管21と発酵液用配管22が非常用配管23により接続され、任意の2つの発酵タンク11の内容物を相互に移送可能にする。これにより、発酵タンク11をバラストタンクとして機能させる。なお、非常用配管23の代わりに、任意の2つの発酵タンク11の内容物を相互に移送するための専用の配管を、海藻用配管21及び発酵液用配管22とは別に設けてもよい。

[0032] 水上浮体式設備1の姿勢の異常が検出された場合、一方の発酵タンク11の内容物の一部又は全部をもう一方の発酵タンク11に移送することで、水上浮体式設備1の姿勢を正常に戻すように制御する。このように、2つの発酵タンク11の間で内容物を移送する場合に、非常用配管23が使用される。

[0033] また、海藻用配管21及び発酵液用配管22の中間バルブ24、25の少なくとも1つを閉鎖することで、2つの発酵タンク11の間で内容物を移送すると同時に、海藻用配管21又は発酵液用配管22は、本来の役割として、海藻の取り込み又は発酵液の取り出しを行うことができる。具体的には、非常用配管23側の海藻用配管21及び発酵液用配管22を利用して、2つの発酵タンク11の間で内容物を移送し、非常用配管23と反対側の海藻用配管21又は発酵液用配管22を利用して、発酵タンク11への海藻の注入又は発酵タンク11からの発酵液の取り出しを行う。

[0034] 図3を参照して、水上浮体式設備1によるバイオエタノールの生成方法について説明する。

- [0035] エタノールの原料となる海藻が収穫装置 2 により収穫される（ステップ S 101）。例えば、水上浮体式設備 1 の近くには、海藻を養殖するための多数の海藻棚（養殖棚）があってもよい。収穫装置 2 は、複数の海藻棚が連結された紐を巻き取ることで、海藻を収穫する。また、海藻の根を海藻棚に残したまま、海藻を海藻棚から切り離し、根が残った海藻棚を海中に戻すことで、海藻棚の根から新たな海藻が生えてくる。これにより、海藻棚から海藻を繰り返し収穫することができる。
- [0036] 収穫された海藻は、洗浄部 3 にて洗浄され、海藻の付着物が除去される（ステップ S 102）。例えば、海藻は、海水で洗浄後、清水で洗浄される。さらに、海藻は、水による洗浄の他に、付着物を除去するための処理が行われてもよい。例えば、付着物は、砂、泥、ゴミ、塩分、又は、魚の卵などである。
- [0037] 付着物が除去された海藻は、粉碎前貯蔵部 4 に一時的に貯蔵される。粉碎前貯蔵部 4 に貯蔵された海藻は、順次に取り出され、粉碎機 5 により細かく粉碎される（ステップ S 103）。海藻は、少なくとも海藻用配管 21 の中を流れるのに支障が無い程度に細かく粉碎する。海藻は、流動状になるまで細かく粉碎されるのが望ましい。
- [0038] 粉碎された海藻は、第 1 遠心分離機 6 により脱水される（ステップ S 104）。これにより、海藻の体積を脱水した分減らすことができる。脱水された海藻は、糖化酵母及び酵素等の発酵させるための物質と共に発酵タンク 11 に注入される（ステップ S 105）。発酵させるための物質は、海藻と共に発酵タンク 11 に注入されてもよいし、海藻とは別に発酵タンク 11 に注入されてもよい。これにより、海藻は、発酵タンク 11 内で発酵する（ステップ S 106）。
- [0039] 発酵タンク 11 内で発酵開始から所定期間（例えば、14 日）経過後、海藻から生成された発酵液を発酵タンク 11 から取り出す（ステップ S 107）。取り出された発酵液は、第 2 遠心分離機 7 により、残渣が取り除かれる（ステップ S 108）。この分離は、重力分離でもよいし、圧力式分離でも

よい。発酵液から分離した残渣は、残渣タンク 12 に貯蔵される。残渣タンク 12 に貯蔵された残渣は、調整処理をして、水上浮体式設備 1 の燃料として用いてもよいし、調整処理をせずにそのまま船上設備にて焼却処分されてもよいし、肥料等の原料として船外に移送されてもよい。

[0040] 残渣が取り除かれた発酵液は、蒸留塔 8 に送られる（ステップ S 109）。発酵液は、蒸留塔 8 で蒸留され、エタノールが生成される（ステップ S 110）。エタノールの濃度は、少なくとも、船舶等の燃料として用いることができる濃度（例えば、95%）にする。また、エタノールの純度を高めるために、脱水等の処理を行い、濃度が約 99.5% 以上のエタノール（無水エタノール）を生成してもよい。

[0041] 蒸留塔 8 で生成されたエタノールは、エタノールタンク 13 に貯蔵される（ステップ S 111）。このようにして、原料の海藻からバイオエタノールが生成される。

[0042] エタノールタンク 13 に貯蔵されたエタノールは、製品として出荷される（ステップ S 112）。例えば、エタノールは、エタノールタンカー又は陸上の設備に移送される。エタノールの船外への移送方法は、どのように行われてもよい。例えば、エタノールタンク 13 にパイプラインが接続され、エタノールがパイプラインを流れるようにしてもよい。また、エタノールタンク 13 を船体 10 から取り外し可能にし、エタノールをエタノールタンク 13 ごと船外に搬送してもよい。

[0043] 図 4 を参照して、水上浮体式設備 1 の姿勢を制御する姿勢制御方法について説明する。例えば、姿勢制御は、ローディングコンピュータで行われる。また、姿勢制御は、ローディングコンピュータの計算結果に基づいて、IAS にて自動制御してもよいし、IAS を使用して人為的に遠隔操作されてもよい。

[0044] まず、発酵前の海藻を注入する発酵タンク 11 の選択方法について説明する。この発酵タンク 11 の選択は、任意のコンピュータで行われてもよいし、人為的に行われてもよい。

- [0045] 空の発酵タンク 11 が 1 つの場合、その空の発酵タンク 11 に海藻を注入する。空の発酵タンク 11 が複数ある場合、その複数の発酵タンク 11 のうちの 1 つを選択する。空の発酵タンク 11 が無い場合、海藻の注入を中止するか、直近で注入した発酵タンク 11 の容量に余裕があれば、その発酵タンク 11 に注入する。
- [0046] 例えば、複数の発酵タンク 11 のうちの 1 つを選択する場合、水上浮体式設備 1 の姿勢が理想的に保たれるように予め決められた順番に従って、発酵タンク 11 を決定する。または、水上浮体式設備 1 の姿勢を正常に保つために、どの発酵タンク 11 に海藻を注入するのが一番良いかをコンピュータにより演算して決定する。なお、海藻を注入する発酵タンク 11 の選択は、どのように行われてもよく、水上浮体式設備 1 の姿勢に関係なく決定されてもよい。
- [0047] ここで、海藻の収穫高は、自然環境の影響を受けるため、一定ではない。したがって、各発酵タンク 11 に貯蔵される内容物の量も通常はそれぞれ異なる。このため、各発酵タンク 11 の内容物の重量により、水上浮体式設備 1 の姿勢が傾く可能性がある。そこで、水上浮体式設備 1 の姿勢制御を次のように行う。
- [0048] コンピュータは、船体の縦方向（長手方向）の傾きを示すトリム、船体の横方向の傾きを示すヒール、及び、縦強度を常に演算して監視する（ステップ S 2 0 1）。
- [0049] トリム、ヒール及び縦強度の少なくとも 1 つの計算値が閾値を超えた場合、コンピュータは、水上浮体式設備 1 の姿勢の異常を検出したことを知らせる警報を発する（ステップ S 2 0 2）。警報は、表示又は音の少なくとも 1 つを伴ってもよい。
- [0050] コンピュータは、警報を発している場合、姿勢の異常を解消するための 2 つの発酵タンク 11 を選択する（ステップ S 2 0 3）。コンピュータは、トリム、ヒール又は縦強度等の異常の種類に応じて、内容物の移送を行う 2 つの発酵タンク 11 を選択する。

- [0051] 空の発酵タンク 1 1 があれば、この発酵タンク 1 1 を移送先の発酵タンク 1 1 として最優先に選択する。空の発酵タンク 1 1 が無い場合、選択される 2 つの発酵タンク 1 1 は、発酵経過日数が近い（即ち、海藻の注入日に近い）ものが優先的に選ばれる。
- [0052] 2 つの発酵タンク 1 1 の発酵経過日数が異なる場合、移送先の発酵タンク 1 1 の発酵経過日数を更新する必要がある。例えば、移送先の発酵タンク 1 1 の発酵経過日数が移送元の発酵タンク 1 1 の発酵経過日数よりも多い場合、移送先の発酵タンク 1 1 の発酵経過日数を移送元の発酵タンク 1 1 の発酵経過日数に更新する。そうでない場合は、移送先の発酵タンク 1 1 の発酵経過日数は変更しなくてもよい。
- [0053] コンピュータは、内容物の移送を行う 2 つの発酵タンク 1 1 を決定すると、警報の原因となる異常を解消するために、2 つの発酵タンク 1 1 の間で移送する内容物の移送量を演算する（ステップ S 2 0 4）。
- [0054] ここで、2 つの発酵タンク 1 1 のうち移送先となる発酵タンク 1 1 の容量には、内容物を受け入れられる容量の空きがある必要がある。例えば、2 つの発酵タンク 1 1 の容量が同じであり、移送元の発酵タンク 1 1 に容量の 1 0 0 % の内容物が貯蔵され、移送先の発酵タンク 1 1 に容量の 7 5 % の内容物が貯蔵されている場合、最大で 2 5 % の内容物を移送することができる。したがって、2 5 % 以内の内容物の移送では、異常が解消されない場合、他の 2 つの発酵タンク 1 1 を改めて探す必要がある。発酵タンク 1 1 の容量は、発酵タンク 1 1 が姿勢制御にも用いられることを考慮し、通常の 1 日分の発酵させる海藻量に比し、1 0 % 程度の容量の余裕があるのが望ましい。
- [0055] コンピュータは、内容物の移送量を演算すると、移送元の発酵タンク 1 1 から移送先の発酵タンク 1 1 に、演算した移送量の内容物を移送する（ステップ S 2 0 5）。非常用配管 2 3 に設けられた非常用バルブ 2 6 を開放することで、2 つの発酵タンク 1 1 の間での内容物の移送が可能になる。
- [0056] 2 つの発酵タンク 1 1 の間での内容物の移送に支障がなければ、海藻用配管 2 1 又は発酵液用配管 2 2 のそれぞれの中間バルブ 2 4, 2 5 の少なくとも

も１つを閉鎖してもよい。これにより、閉鎖した中間バルブ２４，２５よりも船尾ＡＰ側の海藻用配管２１又は発酵液用配管２２は、２つの発酵タンク１１の間での内容物の移送と同時に、本来の役割として、海藻の送り込み又は発酵液の取り出しを行うことができる。

[0057] コンピュータは、２つの発酵タンク１１の間での内容物の移送後、警報が止まったか否か（即ち、異常が解消したか否か）を確認する（ステップＳ２０６）。警報が止まっていれば、コンピュータは、姿勢の異常を解消するための姿勢制御を終了する（ステップＳ２０６のＹｅｓ）。警報が止まっていなければ、コンピュータは、再度、姿勢の異常を解消するための２つの発酵タンク１１を選択する（ステップＳ２０６のＮｏ、ステップＳ２０３）。

[0058] なお、２つの発酵タンク１１の間での内容物の移送は、最小限の回数にすることが望ましい。したがって、コンピュータでは、内容物の移送後の水上浮体式設備１の姿勢を予測し、内容物の移送が最小限の回数で異常が解消するように、２つの発酵タンク１１を選択するようにしてもよい。

[0059] 例えば、ヒールの異常を解消するように、２つの発酵タンク１１を選択した場合、内容物の移送後、ヒールの異常が解消しても、トリム又は縦強度で異常が発生する可能性がある。この場合、内容物の移送後において、全ての種類の異常が発生しないように、２つの発酵タンク１１を選択するのが望ましい。また、３つ以上の発酵タンク１１の間で内容物の移送を行わなければ、全ての種類の異常を止められない場合が考えられる。この場合、コンピュータで事前に、複数の発酵タンク１１の間での内容物の移送をシミュレーションすることで、内容物の移送の回数を最小限に抑えることができる。

[0060] なお、ここでは、姿勢制御専用のバラストタンクを設けずに、発酵タンク１１を姿勢制御に用いるバラストタンクとして機能させる構成について説明したが、発酵タンク１１とは別にバラストタンクを設けてもよい。この場合においても、発酵タンク１１は、バラストタンクとして機能させてもよい。

[0061] また、専用にバラストタンクを設ける場合、そのバラストタンクは最小限にするのが望ましい。例えば、バラストタンクは、左舷及び右舷にそれぞれ

2～4つあれば、姿勢制御ができる。したがって、V L C C等を改造する場合は、必要最小限のバラストタンクを残して、残りのバラストタンクを発酵タンク11等とすることで、水上浮体式設備1の容積効率を上げることができる。

[0062] 図5は、本実施形態に係る水上浮体式設備1における二酸化炭素を海中に固定化する二酸化炭素固定化システム40の構成を示す構成図である。

[0063] 二酸化炭素固定化システム40は、複数のエアイベント41、圧力制御弁42、圧縮機43、及び、二酸化炭素用配管44を備える。

[0064] 各エアイベント41は、発酵タンク11にそれぞれ設けられる。発酵タンク11の内部圧力がエアイベント41に設定された所定値以上になると、エアイベント41が開放される。エアイベント41が開放することで、発酵タンク11内の二酸化炭素が二酸化炭素用配管44に放出される。発酵タンク11から二酸化炭素が放出され、発酵タンク11の内部圧力がエアイベント41に設定された所定値未満になると、エアイベント41が閉鎖される。各エアイベント41から放出された二酸化炭素は、二酸化炭素用配管44を介して、圧縮機43に送出される。

[0065] 発酵タンク11内では、原料が発酵することにより、二酸化炭素が発生する。エアイベント41は、発酵タンク11内で発生した二酸化炭素を外部に排出することで、発酵タンク11の内部圧力が過圧状態になることを防止する。したがって、エアイベント41を設けることで、発酵タンク11の内部圧力が制御される。

[0066] 圧力制御弁42は、各エアイベント41と圧縮機43を接続する二酸化炭素用配管44に設けられる。圧力制御弁42は、二酸化炭素用配管44の内部圧力が設定された所定値以上になると、各発酵タンク11から放出された二酸化炭素を圧縮機43に送り込む。なお、各発酵タンク11から放出された二酸化炭素は、タンク等に蓄えられた後に、圧縮機43に送り込まれてもよい。また、圧力制御弁42は、二酸化炭素が蓄えられるタンク等の内部圧力を制御するように設けられてもよい。

- [0067] 圧縮機 43 は、各発酵タンク 11 から放出された二酸化炭素を圧縮して海中（水中）に放出する。圧縮機 43 により圧縮された二酸化炭素は、海中に排出口があるパイプラインを通じて放出される。これにより、各発酵タンク 11 で発生した二酸化炭素は、海中に固定化され、二酸化炭素の排出が抑制される。
- [0068] 本実施形態によれば、水中に生息する植物を原料とするバイオエタノールを効率的に生産することができる。
- [0069] また、植物を発酵させるための発酵タンク 11 をバラストタンクとして機能させることで、水上浮体式設備 1 に姿勢制御専用のバラストタンクを設ける必要が無い。したがって、姿勢制御専用のバラストタンクを設ける場合と比較して、水上浮体式設備 1 の空間を有効に利用することができる。
- [0070] さらに、二酸化炭素固定化システム 40 を設けることで、発酵タンク 11 で発生する二酸化炭素を自然界の水中に固定化することができる。これにより、水上浮体式設備 1 による二酸化炭素の排出量を抑制できる。また、水上浮体式設備 1 の近辺で原料となる海藻を養殖している場合、養殖している海藻の生育を促すことができる。なお、二酸化炭素固定化システム 40 は、設けなくても、水上浮体式設備 1 におけるバイオエタノールの生産に支障はない。
- [0071] なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、構成要素を削除、付加又は変更等をしてよい。また、複数の実施形態について構成要素を組合せ又は交換等を行うことで、新たな実施形態としてもよい。このような実施形態が上述した実施形態と直接的に異なるものであっても、本発明と同様の趣旨のものは、本発明の実施形態として説明したものとして、その説明を省略している。

請求の範囲

- [請求項1] 水中に生息する植物を取り込む取込手段と、
前記取込手段により取り込まれた前記植物を粉碎する粉碎手段と、
前記植物を発酵させるために貯蔵する複数の発酵タンクと、
前記粉碎手段により粉碎された前記植物を前記発酵タンクに送り込む植物用配管と、
前記植物の発酵により生成された発酵液を前記発酵タンクから取り出す発酵液用配管と、
前記発酵液から残渣を分離して取り除く残渣分離手段と、
前記残渣分離手段により前記残渣が取り除かれた前記発酵液を、エタノールを生成するために蒸留する蒸留手段と、
前記蒸留手段により生成された前記エタノールを貯蔵するエタノールタンクと
を備えたことを特徴とする水上浮体式設備。
- [請求項2] 前記植物の水分を除去する水分除去手段
を備えたことを特徴とする請求項1に記載の水上浮体式設備。
- [請求項3] 前記複数の発酵タンクは、内容物を移送することで姿勢制御に用いること
を特徴とする請求項1に記載の水上浮体式設備。
- [請求項4] 前記植物用配管と前記発酵液用配管を接続し、2つの前記発酵タンクの間で内容物の移送をするための移送用配管
を備えたことを特徴とする請求項3に記載の水上浮体式設備。
- [請求項5] 2つの前記発酵タンクの間で内容物の移送と同時に、前記植物を前記発酵タンクに送り込むために、前記植物用配管に設けられた植物用配管バルブ
を備えたことを特徴とする請求項4に記載の水上浮体式設備。
- [請求項6] 2つの前記発酵タンクの間で内容物の移送と同時に、前記発酵液を前記発酵タンクから取り出すために、前記発酵液用配管に設けられた

発酵液用配管バルブ

を備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の水上浮体式設備。

[請求項7] 燃料としてエタノールを用いること

を特徴とする請求項 1 に記載の水上浮体式設備。

[請求項8] 燃料として前記発酵液から分離した前記残渣を用いること

を特徴とする請求項 1 に記載の水上浮体式設備。

[請求項9] 船舶形状に構成されたこと

を特徴とする請求項 1 に記載の水上浮体式設備。

[請求項10] 前記発酵タンクで発生する二酸化炭素を水中に固定化する二酸化炭素固定化手段

を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の水上浮体式設備。