

明 細 書

発明の名称： 気泡発生装置、及び液体濾過装置

技術分野

[0001] 本発明は、気泡発生装置、及びこれを用いる液体濾過装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、液体を濾過膜によって濾過する液体濾過装置においては、濾過膜の目詰まりを抑制するために、スクラビングによって濾過膜の表面から汚濁物質を引き剥がすことが一般的に行われる。スクラビングは、気泡発生装置によって濾過膜の下方から濾過膜に向けて気泡を放出し、気泡によって濾過膜の表面付近の液体を激しく揺動させる方法である。

[0003] 気泡発生装置としては、気体貯留室と、これの上部に連通する折り返し路とを備えるものが知られている。気体貯留室は、内部に液体を貯留し、且つその液体中に供給される気体を液体の上方に貯留する。折り返し路は、気体貯留室の上部に連通して下方に向けて延びた後、折り返して上方に向けて延びる。

[0004] かかる構成の気泡発生装置として、特許文献1に記載のものが知られている。この気泡発生装置は、気体貯流室たる気体貯流路と、折り返し路たる気体誘導路とを備える。気体貯流路、及び気体誘導路は、液体中に設置される。液体貯流路内の液体中には、外部から気体が供給され、液体中を浮上して液体貯流路の上部に貯まる。液体貯流路内の気体の貯留量が増加していくと、やがて、気体は、液体貯流路の上部から気体誘導路内に進入する。気体誘導路内において、気体は、気体誘導路内の液体を押し下げながら下方に移動して、気体誘導路の折り返し部に向かう。気体誘導路の折り返し部に達した気体は、後続の気体貯留室内の気体と連なって、折り返し部よりも下流側に存在する液体を押し上げながら一気に浮上する。そして、気体は、気泡として気体誘導路の出口側の開口から放出される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2015／146686号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の気泡発生装置では、気体誘導路を構成する配管の末端の開口が、そのまま気泡を放出する気泡放出口になっていることから、1つの球状の気泡を間欠的に放出することになる。かかる構成の気泡発生装置において、濾過膜の広範囲に気泡を接触させるためには、複数の気体誘導路を並べて配置して、それぞれの気体誘導路から発する気泡を濾過膜の互いに異なる部分に向けて放出する必要がある。

[0007] 一方、スクラビングは、気泡との接触による濾過膜の振動によって濾過膜の表面から汚濁物質を引き剥がす洗浄法である。このため、複数の気泡を濾過膜の互いに異なる部位に向けて放出する場合には、それら気泡を濾過膜に対してほぼ同時にぶつけて大きな振動を付与することが望ましい。

[0008] しかしながら、特許文献1に記載の気泡発生装置において、複数の気体誘導路を並べてそれぞれの気体誘導路から気泡を放出する場合、個々の気体誘導路に対する気体供給速度を均一にすることが困難である。このため、複数の気体誘導路から発せられる気泡の放出周期を同期させることができず、複数の気泡を濾過膜に対してほぼ同時にぶつけることが困難であった。

[0009] 本発明は、以上の背景に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、濾過膜に対して複数の気泡をほぼ同時にぶつけることができる気泡発生装置、及びこれを用いる液体濾過装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様は、内部に液体を貯留し、且つ前記液体中に供給される気体を前記液体の上方に貯留する気体貯留室と、前記気体貯留室に連通して下方に向けて延びた後、折り返して上方に向けて延びる折り返し路とを備え、前記折り返し路を経由した気体を気泡として放出する気泡発生装置であって

、複数の側板と、複数の前記側板に囲まれる空間を上方から覆う態様で複数の前記側板に固定される天板とを有する筐体と、前記天板の長手方向に沿って並ぶ態様で前記天板に配置される複数の気泡放出口と、前記筐体内に配置され、複数の前記気泡放出口に連通する気泡放出室とを備え、前記気体貯留室、前記折り返し路、及び前記気泡放出室のそれぞれが、前記筐体内にて前記天板の短手方向に沿って前記気体貯留室、前記折り返し路、前記気泡放出室という順に並ぶ態様で配置され、前記折り返し路が、少なくとも、下方に向けて延びた後、上方に向けて折り返す横断面形状の折り返し板と、前記折り返し板の内側に配置される内板とによって形成され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の一端が、複数の前記側板のうち、前記長手方向に沿って相対向する2つの前記側板の一方に固定され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の他端が、前記2つの前記側板の他方に固定され、前記折り返し路の前記短手方向の一方側が、前記気泡放出室に連通し、前記折り返し路の前記短手方向の他方側が、前記気体貯留室に連通することを特徴とするものである。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、濾過膜に対して複数の気泡をほぼ同時にぶつけることができるという優れた効果がある。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態に係る液体濾過装置を用いる水処理施設の概略構成を示す図である。

[図2]同液体濾過装置の膜モジュール及び気泡発生装置を示す斜視図である。

[図3]同膜モジュールの膜エレメントとソケット管とを示す斜視図である。

[図4]同液体濾過装置の気泡発生装置を示す斜視図である。

[図5]同気泡発生装置の断面図である。

[図6]同気泡発生装置の平面図である。

[図7]稼働していない状態の同気泡発生装置を示す断面図である。

[図8]バッチ処理における第1期の状態の同気泡発生装置を示す断面図である。

。

[図9]バッチ処理における第2期の状態の同気泡発生装置を示す断面図である。

。

[図10]バッチ処理における第3期の状態の同気泡発生装置を示す断面図である。

[図11]バッチ処理における第4期の状態の同気泡発生装置を示す断面図である。

[図12]実施例に係る気泡発生装置を示す斜視図である。

[図13]同気泡発生装置を示す断面図である。

[図14]バッチ処理の第2期における同気泡発生装置の状態の一例を示す断面図である。

[図15]変形例に係る気泡発生装置を示す断面図である。

[図16]第1折り返し路の折り返し板及び内板と、仕切板とを示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、各図を用いて、本発明を適用した液体濾過装置の一実施形態について説明する。実施形態では説明を分かり易くするため、本発明の主要部以外の構造や要素については、簡略化または省略して説明する。また、各図において、同じ要素には同じ符号を付す。なお、各図に示す各要素の形状、寸法などは模式的に示したもので、実際の形状、寸法などを示すものではない。

[0014] 図1は、実施形態に係る液体濾過装置を用いる水処理施設の概略構成を示す図である。この水処理施設は、原水タンク1、濾過処理水槽2、処理水タンク3、制御装置4、原水ポンプ5、第1水位センサー6、原水移送管7、処理水移送管8、吸引ポンプ9、第2水位センサー11、第3水位センサー12等を備える。また、水処理施設は、ブロワー13、空気供給管14、架台15、膜モジュール20、気泡発生装置30等を備える。

[0015] 原水タンク1内には、液体としての原水（処理前水） W_1 が貯留される。原水タンク1に設置された超音波センサー等からなる第1水位センサーは、原

水タンク 1 内の原水 W_1 の水位（水面の高さ）を検知して、検知結果を水位信号として制御装置 4 に送信する。原水タンク 1 内に設置された原水ポンプ 5 は、原水タンク 1 内の原水 W_1 を吸引、吐出して、原水移送管 7 を通じて濾過処理水槽 2 に送る。原水ポンプ 5 として、水中ポンプからなるものを例示したが、陸上ポンプからなるものを用いてもよい。

[0016] 濾過処理水槽 2 は、鉄筋コンクリート製の水槽である。濾過処理水槽 2 内には、液体濾過装置 50 が設置される。液体濾過装置 50 は、架台 15、膜モジュール 20、及び気泡発生装置 30 を備え、その全体が濾過処理水槽 2 内の原水 W_1 に浸かっている。ブローワー 13 は、吸引口から吸引した気体としての空気を、吐出口を通じて空気供給管 14 に吐出する。空気供給管 14 に吐出された空気は、液体濾過装置 50 の気泡発生装置 30 に供給される。濾過処理水槽 2 に設置された第 3 水位センサー 12 は、濾過処理水槽 2 内の原水 W_1 の水位を検知して、検知結果を水位信号として制御装置 4 に送信する。

[0017] 吸引ポンプ 9 は、処理水移送管 8 と、膜モジュール 20 内に設置された後述の膜エレメントとを介して、濾過処理水槽 2 内の原水 W_1 を吸引する。吸引された原水 W_1 は、膜エレメントによって濾過されて処理済水 W_2 となった後、処理水移送管 8 を通じて処理水タンク 3 に送られる。処理水タンク 3 に設定された第 2 水位センサー 11 は、処理水タンク 3 内の処理済水 W_2 の水位を検知して、検知結果を水位信号として制御装置 4 に送信する。

[0018] なお、吸引ポンプ 9 の代わりに、水頭圧を利用して吸引力を発生させるポンプを使用してもよい。吸引の手段は、特に限定されない。

[0019] 処理水タンク 3 の水位が上限に達しておらず、且つ所定の運転実行条件が成立している場合、制御装置 4 は、吸引ポンプ 9 とブローワー 13 とを作動させて、原水 W_1 の濾過処理を実行する。但し、運転実行条件が成立していても、原水タンク 1 内の原水 W_1 の水位が下限以下になっている場合、及び濾過処理水槽 2 内の原水 W_1 の水位が下限以下になっている場合には、制御装置 4 は、濾過処理の実行を中止する。なお、ブローワー 13 の役割については、後述する。

- [0020] 図2は、実施形態に係る液体濾過装置(50)の膜モジュール20及び気泡発生装置30を示す斜視図である。同図において、Zは、重力方向を示す。以下、各図を用いて液体濾過装置(50)の構成について説明するが、「上下方向」と言う場合には、「上下方向」は、各図に示される膜モジュール20、気泡発生装置30の姿勢にかかわらず、膜モジュール20と気泡発生装置30とが対向する方向を意味する。また、「上方」と言う場合には、「上方」は、各図に示される膜モジュール20、気泡発生装置30の姿勢にかかわらず、「上下方向」に沿って上側に向かう方向を意味する。また、「下方」と言う場合には、「下方」は、各図に示される膜モジュール20、気泡発生装置30の姿勢にかかわらず、「上下方向」に沿って下側に向かう方向を意味する。また、「水平方向」と言う場合には、「水平方向」は、各図に示される膜モジュール20、気泡発生装置30の姿勢にかかわらず、「上下方向」に直行する方向を意味する。
- [0021] 膜モジュール20は、角筒状の筐体21と、複数の膜エレメント22とを備える。複数の膜エレメント22は、板状の形状になっており、筐体21内において「水平方向」に沿って間隔で一直線上に並ぶ態様で配置され、筐体21の内面によって保持される。
- [0022] 箱状の気泡発生装置30は、膜モジュール20の「下方」(直下)に配置される。気泡発生装置30は、2つの管接続部31を側板に備え、それらの管接続部31のそれぞれには、上述の空気供給管(図1の14)が接続される。
- [0023] 図3は、膜エレメント22と、ソケット管16とを示す斜視図である。膜エレメント22は、濾過膜23と、4つの保持部材24とを備える。実施形態に係る液体濾過装置(50)においては、濾過膜23として、板状の平膜からなるものを用いるが、濾過膜23の種類は、平膜に限られず、中空糸膜など、他の種類であってもよい。濾過膜23の材質は、PVC(ポリ塩化ビニル)やPVDF(ポリフッ化ビニリデン)などの有機材料でもよく、アルミナ、コージライト、炭化ケイ素、その他の金属酸化物の種類または複数

種類から構成されるセラミックでもよい。また、濾過膜 23 は、有機膜とセラミック膜とを複合した複合膜であってもよい。

[0024] 濾過膜 23 は、上下方向に延在する複数の中空 23a を備える。それらの中空 23a は、濾過膜 23 の短手方向に所定の間隔で並び、中空 23a の上端は「上方」に向く開口になっている。

[0025] 濾過膜 23 の上端部には、ソケット管 16 が装着される。また、ソケット管 16 には、上述の処理水移送管（図 1 の 8）が接続される。吸引ポンプ（図 1 の 9）が作動すると、濾過膜 23 の表面に吸引力が発生し、濾過膜 23 の周囲に存在する原水（図 1 の W_1 ）が濾過膜 23 の無数の微細孔を通じて中空 23a 内に吸引される。このとき、原水 W_1 は濾過されて、原水 W_1 中の汚濁物質が濾過膜 23 の表面に残る。

[0026] 4 つの保持部材 24 のそれぞれは、濾過膜 23 の角付近に固定された状態で、筐体（図 2 の 21）の内面に設けられた係合部に係合する。

[0027] 膜モジュール 20 の「下方」に設置された気泡発生装置 30 は、「上方」の膜モジュール 20 に向けて気泡を放出する。放出された気泡は、原水 W_1 中を浮上し、膜モジュール 20 の筐体 21 の下端の開口を通じて筐体 21 内に進入する。その後、気泡は、複数の濾過膜 23 の下端に到達し、濾過膜 23 によって複数に分断された後、互いに隣り合う濾過膜 23 の間の領域（以下、「膜間領域」と言う）に進入する。「膜間領域」において浮上する気泡は、濾過膜 23 の表面付近の原水 W_1 を激しく揺動させて、濾過膜 23 の表面に付着した汚濁物質を引き剥がす。

[0028] なお、筐体 21 の形状は、図示のように、複数の膜エレメント 22 の四方を囲む形状であるが、筐体 21 内から気泡が大きく漏れ出さないような形状であれば、筐体 21 の側面の一部に開口を備える形状であってもよい。

[0029] 図 4 は、気泡発生装置 30 を示す斜視図である。気泡発生装置 30 は、筐体 40 を備える。筐体 40 は、第 1 側板 41、第 2 側板 42、第 3 側板 43、第 4 側板 44、及び天板 32 を備える。天板 32 には、天板 32 の長手方向に沿って延びる矩形状の長穴が形成されている。この長穴を覆うように、

矩形状のカバー板 3 2 b が天板 3 2 に固定されている。カバー板 3 2 b は、天板 3 2 の一部である。カバー板 3 2 b には、6 つの真円状の気泡放出口 3 2 a が一直線上に並ぶ態様で形成されている。気泡発生装置 3 0 は、底板を備えておらず、気泡発生装置 3 0 の下端に、「下方」に向けて大きく開口する下端開口 3 9 を備える。

[0030] 図 5 は、気泡発生装置 3 0 の断面図である。また、図 6 は、気泡発生装置 3 0 の平面図である。気泡発生装置 3 0 は、第 1 気体貯留室 3 3、第 2 気体貯留室 3 4、気泡放出室 3 5、第 1 折り返し路 3 6、第 2 折り返し路 3 7 等を備える。第 1 気体貯留室 3 3、第 2 気体貯留室 3 4、気泡放出室 3 5、第 1 折り返し路 3 6、及び第 2 折り返し路のそれぞれは、筐体 4 0 内に配置される。

[0031] 図 5 における一点鎖線は、天板 3 2 の中心線 L c である。気体としての空からなる気泡を放出する 6 つの気泡放出口 3 2 a のそれぞれは、その中心を天板 3 2 の中心線 L c に位置させ、且つ「上方」に向けて開口する態様で配置される。気泡放出室 3 5 は、6 つの気泡放出口 3 2 a の「下方」（直下）に配置され、且つ 6 つの気泡放出口 3 2 a のそれぞれに連通する。

[0032] 図 6 に示されるように、気泡放出室 3 5 の形状は、6 つの気泡放出口 3 2 a の並び方向に沿って延在する細長形状である。

[0033] 第 1 気体貯留室 3 3、及び第 2 気体貯留室 3 4 のそれぞれは、内部に液体としての原水（処理対象水）を貯留し、且つ原水中に供給される気体としての空気を原水の「上方」に貯留する。第 1 折り返し路 3 6 は、第 1 気体貯留室 3 3 に連通して「下方」に向けて延びた後、折り返して「上方」に向けて延びる。第 2 折り返し路 3 7 は、第 2 気体貯留室 3 4 に連通して「下方」に向けて延びた後、折り返して「上方」に向けて延びる。

[0034] 図 5 の左右方向は、天板 3 2 の短手方向に沿っている。また、図 5 の紙面に直交する方向は、天板 3 2 の長手方向に沿っている。第 1 気体貯留室 3 3、第 1 折り返し路 3 6、気泡放出室 3 5、第 2 折り返し路 3 7、及び第 2 気体貯留室 3 4 のそれぞれは、天板 3 2 の短手方向において第 1 気体貯留室 3

3、第1折り返し路36、気泡放出室35、第2折り返し路37、第2気体貯留室34という順に並ぶ態様で配置される。

[0035] 第1折り返し路36は、少なくとも、「下方」に向けて延びた後、「上方」に向けて折り返す横断面形状（より詳しくはU字状の横断面形状）の折り返し板45と、折り返し板45の内側に配置される内板46とによって形成される。折り返し板45、及び内板46のそれぞれの長手方向（天板32の長手方向と同じ）の一端は、4つの側板（41～44）のうち、前記長手方向に沿って相対向する第1側板41及び第3側板43の一方としての第1側板41に固定される。折り返し板45、及び内板46のそれぞれの前記長手方向の他端は、他方の側板である第3側板43に固定される。第1折り返し路36の前記短手方向の一方側は、気泡放出室35に連通する。第1折り返し路36の前記短手方向の他方側は、第1気体貯留室33に連通する。

[0036] 第1折り返し路36の折り返し板45は、前記短手方向における一方側の上端と、天板32との間に間隙を形成しつつ、前記短手方向における他方側の上端と、天板32との間に間隙を形成する態様で第1側板41と第3側板43とに固定される。第1折り返し路36の折り返し板45の前記短手方向における一方側の上端と、天板32との間隙からなる第2連通口36eを通じて、第1折り返し路36と気泡放出室35とが連通する。また、第1折り返し路36の折り返し板45の前記短手方向における他方側の上端と、天板32との間隙である第1連通口36dを通じて、第1折り返し路36と第1気体貯留室33とが連通する。第1折り返し路36の内板46は、第1側板41、第2側板42、及び天板32に固定される。

[0037] 第2折り返し路37は、少なくとも、「下方」に向けて延びた後、「上方」に向けて折り返す横断面形状（より詳しくはU字状の横断面形状）の折り返し板47と、折り返し板47の内側に配置される内板48とによって形成される。第2折り返し路37の折り返し板47、及び内板48のそれぞれの前記長手方向の一端は、第1側板41に固定される。また、第2折り返し路37の折り返し板47、及び内板48のそれぞれの前記長手方向の他端は、

第3側板43に固定される。第2折り返し路37の前記短手方向の他方側は、気泡放出室35に連通する。また、第2折り返し路37の前記短手方向の一方側は、第2気体貯留室34に連通する。

[0038] 第2折り返し路37の折り返し板47は、前記短手方向における一方側の上端と、天板32との間に間隙を形成しつつ、前記短手方向における他方側の上端と、天板32との間に間隙を形成する態様で第1側板41と第3側板43とに固定される。第2折り返し路37の折り返し板47の前記短手方向における他方側の上端と、天板32との間隙である第1連通口37eを通じて、第2折り返し路37と気泡放出室35とが連通する。また、第2折り返し路37の折り返し板47の前記短手方向における一方の上端と、天板32との間隙である第2連通口37dを通じて、第2折り返し路37と第2気体貯留室34とが連通する。第2折り返し路37の内板48は、第1側板41、第3側板43、及び天板32に固定される。

[0039] 第2折り返し路37の構造は、中心線Lcを基準とした第1折り返し路36の線対称となる構造である。第1気体貯留室33は、前記短手方向の他方側で第1折り返し路36に隣接する。また、第2気体貯留室34は、前記短手方向の一方側で第2折り返し路37に隣接する。第2気体貯留室34の構造は、中心線Lcを基準とした第1気体貯留室33の線対称となる構造である。

[0040] 第1折り返し路36は、第1連通口36dから「下方」に向けて延びる下降部36aと、「上方」に向けて折り返す折り返し部36bと、「上方」に向けて延びて第2連通口36eに通じる上昇部36cとを備える。第2折り返し路37も、同様の下降部37a、折り返し部37b、及び上昇部37cを備える。

[0041] かかる構成の気泡発生装置30において、第1気体貯留室33内における空気貯留量が増加するにつれて、第1折り返し路36の下降部36a内の空気が下降部36a内を徐々に下降していく。第1気体貯留室33内における空気貯留量が更に増加すると、下降部36a内の空気が折り返し部36bに

達し、上昇部 3 6 c 内を一気に上昇し、気泡放出室 3 5 内に進入する。また、第 2 気体貯留室 3 4 内における空気貯留量が増加するにつれて、第 2 折り返し路 3 7 の下降部 3 7 a 内の空気が下降部 3 7 a 内を徐々に下降していく。第 2 気体貯留室 3 4 内における空気貯留量が更に増加すると、下降部 3 7 a 内の空気が折り返し部 3 7 b に達し、上昇部 3 7 c 内を一気に上昇し、気泡放出室 3 5 内に進入する。

[0042] 第 1 折り返し路 3 6 の上昇部 3 6 c 内を上昇した空気と、第 2 折り返し路 3 7 の上昇部 3 7 c 内を上昇した空気とは、気泡放出室 3 5 内で合流した後、6 つの気泡放出口 3 2 a から放出される。気泡放出室 3 5 内の空気に対しては、「下方」に存在する原水により、「水平方向」においてほぼ均一な圧力が付与されることから、6 つの気泡放出口 3 2 a のそれぞれから、気泡がほぼ同時に放出される。これにより、気泡発生装置 3 0 によれば、濾過膜 2 3 に対して複数の気泡をほぼ同時にぶつけることができる。

[0043] 図 7 は、稼働していない状態の気泡発生装置 3 0 を示す断面図である。同図においては、見易くするために、気泡発生装置 3 0 の断面におけるハッチングが省略されている。稼働していない状態の気泡発生装置 3 0 においては、図示のように、気泡発生装置 3 0 の内部空間の殆どが、原水 W_1 で満たされている。

[0044] 気泡発生装置 3 0 は、気泡放出口 3 2 a から気泡を間欠的に形成することが可能である。以下、気泡放出口 3 2 a から気泡が放出されてから、次に、気泡放出口 3 2 a から気泡が放出される直前までを、バッチ処理と言う。

[0045] 図 8 は、バッチ処理における第 1 期の状態の気泡発生装置 3 0 を示す断面図である。気泡発生装置 3 0 に接続された 2 つの空気供給管 1 4 のうち、一方は、第 1 気体貯留室 3 3 の下部で開口して、第 1 気体貯留室 3 3 内の原水 W_1 に空気を供給する。また、他方は、第 2 気体貯留室 3 4 の下部で開口して、第 2 気体貯留室 3 4 内の原水 W_1 に空気を供給する。

[0046] バッチ処理の第 1 期において、2 つの空気供給管 1 4 のうち、一方によって原水 W_1 中に供給された空気は、原水 W_1 内を浮上して第 1 気体貯留室 3 3

の上部に貯まる。このようにして第1 気体貯留室33の上部に貯まった空気の一部は、第1 連通口36dを通じて第1 折り返し路36の下降部36aに進入する。第1 気体貯留室33、及び第1 折り返し路36の下降部36aでは、空気の貯留量の増加に伴って、原水 W_1 の水位が下降する。第1 気体貯留室33の内の原水 W_1 の水位と、第1 折り返し路36内の原水 W_1 の水位とは、ほぼ同じである。

[0047] 第1 気体貯留室33では、原水 W_1 の水位の下降に応じた量の原水 W_1 が、気泡発生装置30の下端開口（図4の39）を通じて気泡発生装置30の外部に流出する。また、第1 折り返し路36の下降部36aでは、原水 W_1 の水位の下降に応じた量の原水 W_1 が折り返し部36bに進入する。この進入に伴い、ほぼ同量の原水 W_1 が第1 折り返し路36の上昇部36c内を上昇し、第2 連通口（図5の36e）を通じて気泡放出室35に進入する。この進入に伴い、ほぼ同量の原水 W_1 が、気泡発生装置30の下端開口又は気泡放出口32aを通じて気泡発生装置30の外部へ流出する。

[0048] 第1 気体貯留室33及び第1 折り返し路36における空気や原水 W_1 の挙動について説明したが、第2 気体貯留室34及び第2 折り返し路37における空気や原水 W_1 の挙動も同様である。

[0049] 図9は、バッチ処理における第2期の状態の気泡発生装置30を示す断面図である。バッチ処理の第2期では、第1期に比べて、第1 気体貯留室33、第1 折り返し路36の下降部36a、第2 気体貯留室34、及び第2 折り返し路37の下降部37aのそれぞれにおける空気の貯留量が増加し、且つ原水 W_1 の水位が下降する。

[0050] バッチ処理の第2期の終了間際には、第1 折り返し路36において、下降部36aの空気が、折り返し部36b内に進入し、且つ折り返し部36bの折り返し点を超える。

[0051] 図10は、バッチ処理における第3期の状態の気泡発生装置30を示す断面図である。第3期では、折り返し点を超えた空気が、第1 折り返し路36の上昇部36c内を高速で上昇して第2 連通口36eに至り、更に、気泡放

出室 35 と、気泡放出口 32 a とを通じて、気泡発生装置 30 の外部に出る。このような空気の挙動と同期して、第 1 気体貯留室 33 内の空気が、第 1 連通口 36 d を通じて第 1 折り返し路 36 の下降部 36 a に進入し、下降部 36 a 内を高速で下降する。

[0052] 第 1 気体貯留室 33 及び第 1 折り返し路 36 内における空気の挙動について説明したが、第 2 気体貯留室 34 及び第 2 折り返し路 37 内における空気の挙動も同様である。気泡放出口 32 a の上方では、第 1 折り返し路 36 から気泡放出室 35 を介して外部に出た空気と、第 2 折り返し路 37 から気泡放出室 35 を介して外部に出た空気とが一体となって、円状の横断面の空気集合体が形成される。

[0053] 気泡放出口 32 a の上方において、前述のような大きな空気集合体が形成されるのは、以下に説明する理由による。

即ち、気泡放出室 35 内での気泡放出口 32 a に向かう上昇空気の流れが、上昇部 (36 c, 37 c) から第 2 連通口 (36 e, 37 e) を通じて気泡放出室 35 に進入する空気の流れよりも速いとする。この場合、気泡放出室 35 内の空気の移動速度が、第 2 連通口 (36 e, 37 e) から気泡放出室 35 に流入する空気の移動速度よりも速いことになる。すると、気泡放出室 35 に負圧が生じる。この負圧により、気泡放出室 35 内の原水 W_1 が空気に引き込まれて、空気と原水 W_1 との気液混合流を発生させる。この結果、折り返し路 (36, 37) から第 2 連通口 (36 e, 37 e) を通じて気泡放出室 35 に進入した空気が気液混合流によって分断されて、大きな気泡に成長しなくなってしまう。

[0054] 気泡放出室 35 内の空気の移動速度が、第 2 連通口 (36 e, 37 e) から気泡放出室 35 に流入する空気の移動速度よりも速くなる原因の一つとして、折り返し部 (36 b, 37 b) の流路抵抗が挙げられる。

[0055] そこで、実施形態に係る気泡発生装置 30 は、2 つの気体貯留室 (33, 34)、及び気泡放出室 35 のそれぞれの下端に、「下方」を向く開口としての下端開口 (図 4 の 39) を備える。2 つの気体貯留室 (33, 34) と

、気泡放出室 35 とは、それぞれの下部で互いに連通しているので、下端開口（図 4 の 39）は、2つの気体貯留室（33、34）、及び気泡放出室 35 の共通の開口として機能する。厳密に区分けをすると、下端開口（図 4 の 39）の全域のうち、第 1 気体貯留室 33 の直下の領域が、第 1 気体貯留室 33 の下端で「下方」を向く開口であり、第 2 気体貯留室 34 の直下の領域が、第 2 気体貯留室 34 の下端で「下方」を向く開口である。また、気泡放出室 35 の直下の領域が、気泡放出室 35 の下端で「下方」を向く開口である。

[0056] 気泡放出室 35 内の空気が、気泡放出口 32 a を通じて外部に放出され始めると、折り返し部（36 b、37 b）の付近に存在する空気が、流路抵抗により、先行する空気よりも僅かに遅い速度で移動し始める。すると、気泡放出室 35 内において、僅かな負圧が発生するが、図 10 において太矢印で示されるように、空気よりも「下方」に存在する原水 W_1 が、「上方」に存在する空気に対して「上方」に向かう力を付与する。このとき、気泡放出室 35 の直下において、気泡発生装置 30 の「下方」に存在する原水 W_1 が、下端開口（図 4 の 39）を通じて気泡発生装置 30 の内部に進入しようとすることで、前述の力をサポートする。同時に、2つの気体貯留室（33、34）のそれぞれにおいて、空気よりも「下方」に存在する原水 W_1 が、「上方」に存在する空気に対して第 1 連通口（36 d、37 d）を通じて折り返し路（36、37）内に押し込む力を付与する。このとき、2つの気体貯留室（33、34）におけるそれぞれの直下において、気泡発生装置 30 の「下方」に存在する原水 W_1 が、下端開口（図 4 の 39）を通じて気泡発生装置 30 の内部に進入しようとすることで、前述の力をサポートする。

[0057] 以上の結果、2つの折り返し路（36、37）のそれぞれの内部の空気が、気泡放出室 35 内の先行する空気にスムーズに追従して、第 2 連通口（36 e、37 e）を通じて気泡放出室 35 内に速やかに流入する。よって、実施形態に係る気泡発生装置 30 によれば、後続の空気を、先行する空気から分断させることなく、先行する空気と連なせた状態で、スムーズに気泡放

出口 3 2 a に向けて移動させ、大径の気泡として気泡放出口 3 2 a から放出させることができる。

[0058] 上述のように、気泡放出室 3 5 の下端に設けられた開口は、下端開口（図 4 の 3 9）の全域のうち、気泡放出室 3 5 の直下の領域である。つまり、気泡放出室 3 5 の下端に設けられた開口の開口面積は、気泡放出室 3 5 の水平方向の断面積と同じである。かかる構成では、気泡放出室 3 5 内において、気泡の放出時に、空気の下方に存在する原水 W_1 により、上方の空気を上方に向けて押し上げようとする力を、断面方向の一部に集中させることなく、均一化させることが可能である。これにより、空気との界面付近に存在する原水 W_1 の空気による引き込みをより確実に抑制して、気泡の大径化をより確実に図ることができる。

[0059] 気体貯留室（3 3、3 4）の下端に設けられた開口は、下端開口（図 4 の 3 9）の全域のうち、気体貯留室（3 3、3 4）の直下の領域である。つまり、気体貯留室（3 3、3 4）の下端に設けられた開口の開口面積は、気体貯留室（3 3、3 4）の断面積と同じである。かかる構成では、気泡放出口 3 2 a からの気泡の放出時に、気体貯留室（3 3、3 4）内において、空気の下方に存在する原水 W_1 により、「上方」の空気を「上方」に向けて押し上げようとする力を、断面方向の一部に集中させることなく、均一化させることが可能である。これにより、空気との界面付近に存在する原水 W_1 の空気による引き込みを抑制することで、気体貯留室（3 3、3 4）から折り返し路（3 6、3 7）への原水 W_1 の流入を抑えることができる。

[0060] なお、気泡放出口 3 2 a の形状は円形に限定されず、矩形などの他の形状であってもよい。また、図示の気泡発生装置 3 0 では、6 つの気泡放出口 3 2 a を備えるカバー板 3 2 b を天板 3 2 に固定しているが、天板 3 2 自体に複数の気泡放出口を設けてもよい。但し、カバー板 3 2 b を天板 3 2 に固定する構成では、カバー板 3 2 b の交換により、気泡放出口 3 2 a の径や配置間隔を容易に調整することができる。

[0061] 実施形態に係る気泡発生装置 3 0 は、気体貯留室を 2 つ（3 3、3 4）備

えるが、気体貯留室の数は2つに限られず、1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。

[0062] 図4に示されるように、気泡放出口32aは、「上方」に向けて開口する。かかる構成では、「上方」とは異なる方向に向けて開口する気泡放出口を備える構成に比べて、気泡放出口の周壁によって「外部先行空気」を「内部後続空気」から切断してしまうという現象を生じ難くなることから、より大きな径の気泡を形成することができる。

[0063] なお、実施形態に係る液体濾過装置(50)では、6つの気泡放出口32aのそれぞれから互いに均等の大きさで放出された気泡が1つに連なって長い大きな1つの気泡になった後、複数の濾過膜(23)によって分断されてから「膜間領域」に進入する。

[0064] 本発明者らは、実施形態に係る液体濾過装置(50)と同様の構成の試験装置を試作して、気泡を利用したスクラビングによる濾過膜(図3の23)の振動量を測定する実験を行った。ろ過膜の振動量の測定値が大きいことは、膜表面付近の原水 W_1 の揺動量が大きく、スクラビングによるせん断力が高いことを示唆する。よって、振動量の測定によって、膜表面のせん断力を間接的に評価することができる。

[0065] 次に、実施形態に係る気泡発生装置(20)に、より特徴的な構成を付加した実施例について説明する。なお、以下に特筆しない限り、実施例に係る気泡発生装置(20)の構成は、実施形態と同様である。

[0066] 図8に示される実施形態に係る気泡発生装置30において、2つの空気供給管14における一方と他方とで、空気の供給速度に差があるとする。すると、次のような不具合を引き起こすおそれがある。即ち、第1折り返し路36の折り返し部36bと、第2折り返し路37の折り返し部37bとのうち、一方において他方よりも先に内部の空気が折り返し点に達して、その空気の供給だけによる小径の気泡が気泡放出口32aから放出される。その後、他方の内部の空気が折り返し点に達して、その空気の供給だけによる小径の気泡が気泡放出口32aから放出される。これにより、小径の気泡が、大径

の気泡を放出する場合の周期よりも短い周期で気泡放出口 3 2 a から放出され、濾過膜 (2 3) の表面の清掃不良を引き起こすおそれがある。

[0067] 図 1 2 は、実施例に係る気泡発生装置 3 0 を示す斜視図である。また、図 1 3 は、実施例に係る気泡発生装置 3 0 を示す断面図である。実施例に係る気泡発生装置 3 0 は、第 1 気体貯留室 3 3 の上部 (より詳しくは天端) と、第 2 気体貯留室 3 4 の上部 (より詳しくは天端) とを連通させる連通管 3 8 を備える。

[0068] 図 1 4 は、バッチ処理の第 2 期における気泡発生装置 3 0 の状態の一例を示す断面図である。図示の例では、第 2 気体貯留室 3 4 に対する空気の供給速度が、第 1 気体貯留室 3 3 に対する空気の供給速度よりも速くなっている。にもかかわらず、第 1 気体貯留室 3 3、第 1 折り返し路 3 6 の下降部 3 6 a、及び第 2 折り返し路 3 7 の下降部 3 7 a のそれぞれにおいて、原水 W_1 の水位は互いにほぼ同じになっている。

[0069] 空気供給量の違いにより、第 2 気体貯留室 3 4 では、第 1 気体貯留室 3 3 に比べて空気の貯留量が瞬間的には増加するが、この増加により、第 2 気体貯留室 3 4 内の空気の気圧が、第 1 気体貯留室 3 3 内の空気の気圧よりも高まる。すると、第 2 気体貯留室 3 4 内の空気が、低圧側の第 1 気体貯留室 3 3 に移動して気圧差を解消する。この結果、第 1 気体貯留室 3 3、第 1 折り返し路 3 6 の下降部 3 6 a、及び第 2 折り返し路 3 7 の下降部 3 7 a のそれぞれにおいて、原水 W_1 の水位が同じ高さに調整される。

[0070] かかる構成の気泡発生装置 3 0 によれば、第 1 気体貯留室 3 3 と第 2 気体貯留室 3 4 とで空気の供給速度が異なることによる濾過膜 (2 3) の表面の清掃不良を回避することができる。

[0071] なお、実施例に係る気泡発生装置 3 0 では、4 つの継手によって連通管 3 8 を分解可能な構成にしているが、第 1 気体貯留室 3 3 の上部と、第 2 気体貯留室 3 4 の上部とを連通させる構造であれば、連通管 3 8 をどのような構造にしてもよい。また、図 1 3 においては、便宜上、連通管 3 8 の構造を簡略化して描いている。

[0072] 次に、実施形態に係る気泡発生装置 30 の一部の構成を他の構成に変更した変形例について説明する。

図 15 は、変形例に係る気泡発生装置 30 を示す断面図である。変形例に係る気泡発生装置 30 は、第 2 折り返し路を備えていない。気泡放出室と、第 2 気体貯留室 34 とは、第 1 側板 41、第 3 側板 43、及び天板 32 に固定された仕切板 49 によって仕切られる。第 1 気体貯留室 33、第 1 折り返し路 36、気泡放出室 35、及び第 2 気体貯留室 34 のそれぞれは、天板 32 の短手方向において第 1 気体貯留室 33、第 1 折り返し路 36、気泡放出室 35、第 2 気体貯留室 34 という順に並ぶ態様で配置される。気泡放出室 35 と、第 2 気体貯留室 34 とは、連通管 38 を介して互いに連通する。

[0073] 図 16 は、第 1 折り返し路 36 の折り返し板 45 及び内板 46 と、仕切板 49 とを示す斜視図である。連通管 38 は、天板 (32) の長手方向に沿って並ぶ態様で複数配置される。複数の連通管 38 のそれぞれは、仕切板 49 と内板 46 とを貫通して第 1 気体貯留室 33 と第 2 気体貯留室 34 とを連通させる。また、複数の連通管 38 のそれぞれは、気泡放出口 (32a) の直下からずれた位置に配置される。

[0074] 本発明者らは、実験により、変形例に係る気泡発生装置 30 では、実施形態に比べて、適正送気量の範囲を広げ得ることを確認した。送気量は、第 1 気体貯留室 33 及び第 2 気体貯留室に対する単位時間あたりの空気供給量である。また、適正送気量は、安定した時間間隔で気泡を放出させ得る送気量の範囲である。実施形態では、第 1 折り返し路 36 から気泡放出室 35 に進入する空気と、第 2 折り返し路 37 から気泡放出室 35 に進入する空気とを、気泡放出室 35 内で衝突させる。これに対し、変形例に係る気泡発生装置 30 では、前述のような衝突を発生させないことから、実施形態に比べて適正送気量の範囲を広げ得ると考えられる。

[0075] 本発明は上述の実施形態、実施例、及び変形例に限られず、本発明の構成を適用し得る範囲内で、実施形態及び実施例とは異なる構成を採用することもできる。本発明は、以下に説明する態様毎に特有の作用効果を奏する。

[0076] [第1態様]

第1態様は、内部に液体を貯留し、且つ前記液体中に供給される気体を前記液体の上方に貯留する気体貯留室（例えば第1気体貯留室）と、前記気体貯留室に連通して下方に向けて延びた後、折り返して上方に向けて延びる折り返し路（例えば第1折り返し路36）とを備え、前記折り返し路を経由した気体を気泡として放出する気泡発生装置（例えば気泡発生装置30）であって、複数の側板（例えば第1側板41～第4側板44）と、複数の前記側板に囲まれる空間を上方から覆う態様で複数の前記側板に固定される天板（例えば天板32）とを有する筐体（例えば筐体40）と、前記天板の長手方向に沿って並ぶ態様で前記天板に配置される複数の気泡放出口（例えば気泡放出口32a）と、前記筐体内に配置され、複数の前記気泡放出口に連通する気泡放出室（例えば気泡放出室35）とを備え、前記気体貯留室、前記折り返し路、及び前記気泡放出室のそれぞれが、前記筐体内にて前記天板の短手方向に沿って前記気体貯留室、前記折り返し路、前記気泡放出室という順に並ぶ態様で配置され、前記折り返し路が、少なくとも、下方に向けて延びた後、上方に向けて折り返す横断面形状の折り返し板（例えば折り返し板45）と、前記折り返し板の内側に配置される内板（例えば内板46）とによって形成され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の一端が、複数の前記側板のうち、前記長手方向に沿って相対向する2つの前記側板の一方（例えば第1側板41）に固定され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の他端が、前記2つの前記側板の他方（例えば第3側板43）に固定され、前記折り返し路の前記短手方向の一方側が、前記気泡放出室に連通し、前記折り返し路の前記短手方向の他方側が、前記気体貯留室に連通することを特徴とするものである。

[0077] かかる構成においては、折り返し路から気泡放出室に進入した空気を、均一な圧力で天板に向けて加圧することで、気泡放出室に連通する複数の気泡放出口のそれぞれから気泡をほぼ同時に放出する。これにより、第1態様によれば、濾過膜に対して複数の気泡をほぼ同時にぶつけることができる。

[0078] 〔第2態様〕

第2態様は、第1態様の構成を備え、且つ、前記折り返し板が、前記短手方向における一方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成しつつ、前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成する態様で前記2つの天板に固定され、前記折り返し板の前記短手方向における一方側の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記折り返し路と前記気泡放出室とが連通し、前記折り返し板の前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記折り返し路と前記気体貯留室とが連通し、前記内板が、前記2つの側板、及び前記天板に固定されることを特徴とするものである。

[0079] 第2態様によれば、折り返し板と内板との組み合わせにより、折り返し路を形成しつつ、気体貯留室と折り返し路の下降部とを連通させ、且つ折り返し路の上昇部と気泡放出室とを連通させることができる。

[0080] 〔第3態様〕

第3態様は、第2態様の構成を備え、且つ、前記気体貯留室としての第1気体貯留室、及び前記折り返し路としての第1折り返し路に加えて、第2気体貯留室（例えば第2気体貯留室34）、及び第2折り返し路（例えば第2折り返し路37）を備え、前記第1気体貯留室、前記第1折り返し路、前記気泡放出室、前記第2折り返し路、及び前記第2気体貯留室のそれぞれが、前記短手方向において前記第1気体貯留室、前記第1折り返し路、前記気泡放出室、前記第2折り返し路、前記第2気体貯留室という順に並ぶ態様で配置され、前記第2折り返し路が、少なくとも、下方に向けて延びた後、上方に向けて折り返す横断面形状の折り返し板（例えば折り返し板47）と、前記折り返し板の内側に配置される内板（例えば内板48）とによって形成され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の一端が、複数の前記側板のうち、前記長手方向に沿って相対向する2つの前記側板の一方に固定され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の他端が、前記2つの前記側板の他方に固定され、前記第2折り返し路の前記

短手方向の他方側が、前記気泡放出室に連通し、前記第2折り返し路の前記短手方向の一方側が、前記第2気体貯留室に連通することを特徴とするものである。

[0081] 第3態様によれば、気泡放出室に対して第1折り返し路及び第2折り返し路から気体を供給することができる。

[0082] [第4態様]

第4態様は、第3態様の構成を備え、且つ、前記第2折り返し路の前記折り返し板が、前記短手方向における一方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成しつつ、前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成する態様で前記2つの天板に固定され、前記第2折り返し路の前記折り返し板の前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記第2折り返し路と前記気泡放出室とが連通し、前記第2折り返し路の前記折り返し板の前記短手方向における一方の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記第2折り返し路と前記第2気体貯留室とが連通し、前記第2折り返し路の前記内板が、前記2つの側板、及び前記天板に固定されることを特徴とするものである。

[0083] 第4態様によれば、折り返し板と内板との組み合わせにより、第2折り返し路を形成しつつ、第2気体貯留室と第2折り返し路の下降部とを連通させ、且つ第2折り返し路の上昇部と気泡放出室とを連通させることができる。

[0084] [第5態様]

第5態様は、第3態様又は第4態様の構成を備え、且つ、前記第1気体貯留室と前記第2気体貯留室とが、連通管（例えば連通管38）を介して互いに連通することを特徴とするものである。

[0085] 第5態様によれば、第1気体貯留室と第2気体貯留室とで気体の供給速度が異なることによる濾過膜の表面の清掃不良を回避することができる。

[0086] [第6態様]

第6態様は、第2態様の構成を備え、且つ、前記気体貯留室としての第1気体貯留室、及び前記折り返し路としての第1折り返し路に加えて、第2気

体貯留室、及び第2折り返し路を備え、前記第1気体貯留室、前記第1折り返し路、前記気泡放出室、前記第2折り返し路、及び前記第2気体貯留室のそれぞれが、前記短手方向において前記第1気体貯留室、前記第1折り返し路、前記気泡放出室、前記第2折り返し路、前記第2気体貯留室という順に並ぶ態様で配置され、前記第2折り返し路が、少なくとも、下方に向けて延びた後、上方に向けて折り返す横断面形状の折り返し板と、前記折り返し板の内側に配置される内板とによって形成され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の一端が、複数の前記側板のうち、前記長手方向に沿って相対向する2つの前記側板の一方に固定され、前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の他端が、前記2つの前記側板の他方に固定され、前記第2折り返し路の前記短手方向の他方側が、前記気泡放出室に連通し、前記第2折り返し路の前記短手方向の一方側が、前記第2気体貯留室に連通することを特徴とするものである。

[0087] 第6態様によれば、第5態様に比べて、適正送気量の範囲を広げることができる。

〔第7態様〕

第7態様は、膜部（例えば濾過膜23の中空以外の部分）と、前記膜部に囲まれる中空（例えば中空23a）とを有し、液体中に配置された状態で前記中空に吸引力を受けることで、外部の液体を、前記膜部を通じて前記中空内に取り込んで濾過する濾過膜（例えば濾過膜23）と、前記濾過膜の下方に配置され、前記濾過膜に向けて気泡を放出する気泡発生装置とを備える液体濾過装置（例えば液体濾過装置50）であって、前記気泡発生装置が、第1態様～第6態様の何れかの気泡発生装置であることを特徴とするものである。

[0088] かかる構成によれば、濾過膜を気泡発生装置から放出した大径の気泡によって良好にスクラッピングすることができる。

[0089] 本出願は、2022年3月2日出願された日本特許出願である特願2022-31598号に基づく優先権を主張し、当該日本特許出願に記載され

たすべての記載内容を援用する。

符号の説明

[0090] 20 : 膜モジュール、 21 筐体、 22 : 膜エレメント、 23 : 濾過膜、 23a : 中空、 30 : 気泡発生装置、 32 : 天板、 32a : 気泡放出口、 33 : 第1気体貯留室、 34 : 第2気体貯留室、 35 : 気泡放出室、 36 : 第1折り返し路、 36a : 下降部、 36b : 折り返し部、 36c : 上昇部、 36d : 第1連通口、 36e : 第2連通口、 36f : 開口、 37 : 第2折り返し路、 37a : 下降部、 37b : 折り返し部、 37c : 上昇部、 37d : 第1連通口、 37e : 第2連通口、 37f : 開口、 38 : 連通管、 39 : 下端開口、 W_1 : 原水（液体）

請求の範囲

[請求項1]

内部に液体を貯留し、且つ前記液体中に供給される気体を前記液体の上方に貯留する気体貯留室と、前記気体貯留室に連通して下方に向けて延びた後、折り返して上方に向けて延びる折り返し路とを備え、前記折り返し路を経由した気体を気泡として放出する気泡発生装置であって、

複数の側板と、複数の前記側板に囲まれる空間を上方から覆う態様で複数の前記側板に固定される天板とを有する筐体と、

前記天板の長手方向に沿って並ぶ態様で前記天板に配置される複数の気泡放出口と、

前記筐体内に配置され、複数の前記気泡放出口に連通する気泡放出室とを備え、

前記気体貯留室、前記折り返し路、及び前記気泡放出室のそれぞれが、前記筐体内にて前記天板の短手方向に沿って前記気体貯留室、前記折り返し路、前記気泡放出室という順に並ぶ態様で配置され、

前記折り返し路が、少なくとも、下方に向けて延びた後、上方に向けて折り返す横断面形状の折り返し板と、前記折り返し板の内側に配置される内板とによって形成され、

前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の一端が、複数の前記側板のうち、前記長手方向に沿って相対向する2つの前記側板の一方に固定され、

前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の他端が、前記2つの前記側板の他方に固定され、

前記折り返し路の前記短手方向の一方側が、前記気泡放出室に連通し、

前記折り返し路の前記短手方向の他方側が、前記気体貯留室に連通する

ことを特徴とする気泡発生装置。

- [請求項2] 前記折り返し板が、前記短手方向における一方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成しつつ、前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成する態様で前記2つの天板に固定され、
- 前記折り返し板の前記短手方向における一方側の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記折り返し路と前記気泡放出室とが連通し、
- 前記折り返し板の前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記折り返し路と前記気体貯留室とが連通し、
- 前記内板が、前記2つの側板、及び前記天板に固定される
- ことを特徴とする請求項1に記載の気泡発生装置。
- [請求項3] 前記気体貯留室としての第1気体貯留室、及び前記折り返し路としての第1折り返し路に加えて、第2気体貯留室、及び第2折り返し路を備え、
- 前記第1気体貯留室、前記第1折り返し路、前記気泡放出室、前記第2折り返し路、及び前記第2気体貯留室のそれぞれが、前記短手方向において前記第1気体貯留室、前記第1折り返し路、前記気泡放出室、前記第2折り返し路、前記第2気体貯留室という順に並ぶ態様で配置され、
- 前記第2折り返し路が、少なくとも、下方に向けて延びた後、上方に向けて折り返す横断面形状の折り返し板と、前記折り返し板の内側に配置される内板とによって形成され、
- 前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の一端が、複数の前記側板のうち、前記長手方向に沿って相対向する2つの前記側板の一方に固定され、
- 前記折り返し板、及び前記内板のそれぞれの前記長手方向の他端が、前記2つの前記側板の他方に固定され、
- 前記第2折り返し路の前記短手方向の他方側が、前記気泡放出室に連通し、

前記第2折り返し路の前記短手方向の一方側が、前記第2気体貯留室に連通する

ことを特徴とする請求項2に記載の気泡発生装置。

[請求項4]

前記第2折り返し路の前記折り返し板が、前記短手方向における一方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成しつつ、前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間に間隙を形成する態様で前記2つの天板に固定され、

前記第2折り返し路の前記折り返し板の前記短手方向における他方側の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記第2折り返し路と前記気泡放出室とが連通し、

前記第2折り返し路の前記折り返し板の前記短手方向における一方の上端と、前記天板との間隙を通じて、前記第2折り返し路と前記第2気体貯留室とが連通し、

前記第2折り返し路の前記内板が、前記2つの側板、及び前記天板に固定される

ことを特徴とする請求項3に記載の気泡発生装置。

[請求項5]

前記第1気体貯留室と前記第2気体貯留室とが、連通管を介して互いに連通する

ことを特徴とする請求項3又は4に記載の気泡発生装置。

[請求項6]

前記気体貯留室としての第1気体貯留室に加えて、第2気体貯留室を備え、

前記第1気体貯留室、前記折り返し路、前記気泡放出室、及び前記第2気体貯留室のそれぞれが、前記短手方向において前記第1気体貯留室、前記折り返し路、前記気泡放出室、前記第2気体貯留室という順に並ぶ態様で配置され、

前記気泡放出室と前記第2気体貯留室とが、前記2つの側板、及び前記天板に固定された仕切板によって仕切られ、

前記第1気体貯留室と前記第2気体貯留室とが、連通管を介して互

いに連通する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の気泡発生装置。

[請求項 7]

膜部と、前記膜部に囲まれる中空とを有し、液体中に配置された状態で前記中空に吸引力を受けることで、外部の液体を、前記膜部を通じて前記中空内に取り込んで濾過する濾過膜と、

前記濾過膜の下方に配置され、前記濾過膜に向けて気泡を放出する気泡発生装置と

を備える液体濾過装置であって、

前記気泡発生装置が、請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の気泡発生装置である

ことを特徴とする液体濾過装置。