

明 細 書

発明の名称： 間欠的気泡発生装置

技術分野

[0001] 本発明は、間欠的気泡発生装置に関する。

背景技術

[0002] 廃水処理を行う方法としては、水と不純物とを分離する膜モジュールを用いる方法が知られている。かかる膜モジュールを用いる方法では、この膜モジュールの分離膜に不純物が堆積するため、分離膜の洗浄が必要となる。分離膜の洗浄は、例えば気泡を用いて行われており、その一例として、パルス化ガスリフトポンプ装置を用いる膜モジュールシステムがある（特許4833353号公報参照）。

[0003] この公報に記載の膜モジュールシステムは、使用時に液中に沈められ、加圧ガスを連続して供給することで発生する気泡及び供給液体の高速気液二相流を、膜モジュールに供給して膜モジュールの透過性中空糸膜束の表面にスカーリングを施すものである。ここで、高速気液二相流は、高速移動液中に多数の独立した小径気泡を含むものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許4833353号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、膜モジュール（透過性中空糸膜束）を気泡でスカーリングする能力は、気泡が持つエネルギー、特に気泡の運動エネルギーや中空糸膜との接触度合に大きく依存する。そのため、透過性中空糸膜束に小径気泡を供給する方法では、透過性中空糸膜束を十分に擦過することができず、効果的な洗浄を行うことができない。従って、効果的な洗浄を行うために、径の大きな気泡を発生できる装置が望まれている。

[0006] 本発明は、上述のような事情に鑑みてなされたものであり、径（体積）の大きな気泡を発生でき、例えば膜モジュールの洗浄に好適に使用することができる間欠的気泡発生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] 上記課題を解決するためになされた発明は、液中に浸漬して用いる間欠的気泡発生装置であって、一連の管体から構成され、一端が下方に開口し、所定量の気体を貯留する略逆U字状の気体貯留路と、この気体貯留路の他端に連通し、この他端より気体を上方に誘導する気体誘導路とを備える。

発明の効果

[0008] 本発明の間欠的気泡発生装置は、径（体積）の大きな気泡を発生でき、例えば膜モジュールの洗浄に好適に使用することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的正面図である。
。
[図2]図1の間欠的気泡発生装置の作用を説明するための模式的断面図である。
。
[図3]図1の間欠的気泡発生装置の作用を説明するための模式的断面図である。
。
[図4]図1の間欠的気泡発生装置の作用を説明するための模式的断面図である。
。
[図5]図1の間欠的気泡発生装置の作用を説明するための模式的断面図である。
。
[図6]図1の間欠的気泡発生装置の使用方法を説明するための模式図である。
[図7]本発明の第2実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的正面図である。
。
[図8]図7の間欠的気泡発生装置の模式的断面図である。
[図9]図7の間欠的気泡発生装置の模式的分解斜視図である。
[図10]本発明の第3実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的正面図であ

る。

[図11]本発明の第4実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的正面図である。

[図12]本発明の第5実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的正面図である。

[図13]本発明の第6実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的斜視図である。

[図14]図13の間欠的気泡発生装置の模式的平面図である。

[図15]図14の間欠的気泡発生装置のA－A線断面図である。

[図16]図14の間欠的気泡発生装置のB－B線断面図である。

[図17]図13の間欠的気泡発生装置の使用方法を説明するための模式図である。

[図18]本発明の第7実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的斜視図である。

[図19]図18の間欠的気泡発生装置の模式的平面図である。

[図20]図19の間欠的気泡発生装置のC－C線断面図である。

[図21]本発明の他の実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的正面図である。

[図22]図21の間欠的気泡発生装置を示す模式的平面図である。

発明を実施するための形態

[0010] [本発明の実施形態の説明]

本発明は、液中に浸漬して用いる間欠的気泡発生装置であって、一連の管体から構成され、一端が下方に開口し、所定量の気体を貯留する略逆U字状の気体貯留路と、この気体貯留路の他端に連通し、この他端より気体を上方に誘導する気体誘導路とを備える。

[0011] 当該間欠的気泡発生装置は、気体貯留路が略逆U字状とされているため、この気体貯留路に導入された気体が、まず気体貯留路の頂部付近に貯留される。その後さらに気体が導入されると、気体貯留路に一定量以上の気体が貯

留されて以降は、気体と液体との界面が、気体貯留路の一端側（開口側）及び他端側（気体誘導路側）にそれぞれ分岐する。さらに、気体貯留路に気体が導入されると、気体貯留路の一端側の界面（後端界面）は気体貯留路の一端側（開口側）に向けて移動する一方で、気体貯留路の他端側の界面（先端界面）は気体誘導路側に移動する。このとき、先端界面及び後端界面には液圧が作用するため、これらの界面は同程度の水平レベル位置を維持しつつ移動する。そして、気体貯留路内の気体が所定量を超えると、気体貯留路の気体が気体誘導路により上方に誘導され、比較的大きな気泡が間欠的に放出される。大きな気泡が放出される理由は明確ではないが、気体貯留路において貯留された気体が気体誘導路から放出される際にその表面張力で纏まろうとすること、気体誘導路から放出される際に後続の気体に吸引力が作用すること、気体貯留路の後端界面に上向きの液圧が作用すること等が考えられる。

[0012] 上記気体誘導路の最下位置における最上点が上記気体貯留路の他端より低位にならないことが好ましい。このように気体誘導路の最下位置における最上点が気体貯留路の他端より低位にならないように構成することで、気体貯留路に貯まった気体を気体誘導路によって放出しやすくなり気泡の大径化を促進することができる。

[0013] 上記気体貯留路の他端と水平レベル位置における上記気体貯留路の一端側の断面積が上記気体誘導路の断面積より大きいとよい。このように気体貯留路の他端と水平レベル位置における気体貯留路の一端側の断面積が気体誘導路の断面積より大きいことで、気体貯留路に存在する気体における先端界面に比べて後端界面に作用する液圧を大きくできる。その結果、気体貯留路の気体をより効果的かつ一気に吐出することが可能となり、大きな気泡をさらに効果的に生成することが可能となる。

[0014] 上記気体誘導路の上端が上記気体貯留路の最上点と同位以上であるとよい。このように気体誘導路の上端が気体貯留路の最上点と同位以上であることで、気体貯留路の他端と気体誘導路の上端との鉛直方向の位置の差（気体誘導路における気体の移動の高低差）を大きく確保することが可能となる。そ

のため、気体誘導路の気体が移動する際に気体が分散し難く、むしろ気体が表面張力により集まりやすくなる。その結果、気体貯留路の気体を気体誘導路を介してより効果的かつ一気に吐出することが可能となり、大きな気泡をより効果的に生成することが可能となる。

[0015] 上記気体貯留路又は気体誘導路を構成する管体が、軸中心に回転自在に連結されているとよい。このように気体貯留路又は気体誘導路を構成する管体が、軸中心に回転自在に連結されていることで、気体を供給する部分の形状、配置等が異なる種々の濾過モジュール等について、フレキシブルに対応することが可能となる。

[0016] 上記気体貯留路の一端側が直方体状の箱体から構成され、上記気体貯留路の他端側がこの箱体に連通するパイプから構成されるとよい。このように気体貯留路を箱体とパイプとにより構成することで、気体貯留路の一端側の断面積を他端側の断面積よりも簡便かつ容易に大きくすることができる。その結果、気体貯留路の気体の後端界面に作用する液圧を簡便かつ確実に大きくすることができるため、気体貯留路の気体をより効果的かつ一気に吐出することが可能となり、大きな気泡をさらに効果的に生成することが可能となる。

[0017] 上記気体貯留路及び気体誘導路が、単一の箱体を区画し、各区画を連通することで構成されているとよい。このように、気体貯留路及び気体誘導路が、単一の箱体を区画し、各区画を連通することで構成されていることで、気体貯留路及び気体誘導路を容易に形成することができる。また、かかる構成によると、例えば複数の当該間欠的気泡発生装置を側壁同士を対向させて連続して配設し易くなり、ひいては複数の気泡を高密度で放出することが可能となる。

[0018] 上記気体貯留路の他端側が複数に区画されるとよい。このように、気体貯留路の他端側が複数に区画されることで、気体貯留路の気体を気体誘導路に効率的に誘導し、気泡の放出効率を高めることができる。

[0019] 当該間欠的気泡発生装置は、濾過膜を有する濾過モジュールの洗浄に使用

するものであるとよい。当該間欠的気泡発生装置を濾過モジュールの洗浄に使用する場合、濾過モジュールには当該間欠的気泡発生装置から大径の気泡を供給することができる。この大径の気泡は、浮力が大きく、濾過モジュールの濾過膜を効率的に擦過又は揺動させることができる。その結果、当該間欠的気泡発生装置は、濾過モジュールを効果的に洗浄することができる。

[0020] ここで、「一連の管体」とは、1本の管体からなる場合に限らず、複数の管状部材が一連に接続されるものを含む。また、「一連の管体」とは、1本の管体又は複数の管状部材から気体の経路が構成されるものである限り、この経路が分岐するものも含む。「管体」とは、断面円形のものに限らず、断面が長矩形等の矩形、その他の形状のものを含む。「管状部材」とは、箱体に仕切り壁等の仕切りを設けることで形成されるものも含む。気体貯留路及び気体誘導路における「路」とは、管体の内面により規定される空間をいう。「略U字状」とは、中央部（頂部）に連続する両端側が下方に延びる構造をいう。

[0021] [本発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の間欠的気泡発生装置について、第1実施形態から第7実施形態として図面を参照しつつ説明する。

[0022] [第1実施形態]

先ず、本発明の第1実施形態の間欠的気泡発生装置について、図1から図5を参照しつつ説明する。

[0023] 図1の間欠的気泡発生装置1は、液中に浸漬して用いるものであり、例えば濾過膜を有する濾過モジュールの洗浄に用いられる。この間欠的気泡発生装置1は、一連の管体から構成されている。かかる間欠的気泡発生装置1は、気体貯留路2及び気体誘導路3を備える。これらの気体貯留路2及び気体誘導路3は、一連の管体の内面により規定される。

[0024] <気体貯留路2>

気体貯留路2は、導入された所定量の気体を貯留するものである。この気体貯留路2は、中央部（頂部付近）20に連続する一端21側及び他端22

側が鉛直下方に延びる略逆U字状である。

[0025] 気体貯留路2の一端21側は、中央部20及び他端22側よりも大径の管体2Aにより構成されている。この大径の管体2Aは、一様な内径D1を有する。この大径の管体2Aの内径D1は、気体貯留路2の一端21側の外径に一致する。

[0026] 大径の管体2Aの一端（気体貯留路2の一端）21は、気体貯留路2の他端22よりも下方に位置すると共に下方に開口し、導入口（以下「導入口21」ともいう）を構成する。この導入口21は、気体貯留路2に貯留する気体4を導入する部分であると共に、気泡4Bを発生させたときに気体貯留路2に導入する液体Lを吸引する部分である（図3から図5参照）。

[0027] 気体貯留路2の他端22側及び中央部20は、小径の管体2Bにより構成されている。この小径の管体2Bは、曲部2Ba、2Bbを除いて全体が一様な内径を有し、その他端（気体貯留路2の他端）22が気体誘導路3に連通する。ここで、気体貯留路2の他端22とは、気体貯留路2における気体誘導路3側の気体が存在可能な最下点、すなわち図1及び図4の水平レベルH1位置である。また、小径の管体2Bの内径D2は、気体貯留路2の他端22側及び中央部20の外径に一致する。

[0028] <気体誘導路>

気体誘導路3は、気体貯留路2の気体を上方に誘導するものであり、一端30が気体貯留路2の他端22に連通する。この気体誘導路3は、全体として一様な内径を有する略L字状である。気体誘導路3の最下位置における最上点は、気体貯留路2の他端22より低位にならないことが好ましい。なお、図1では、気体誘導路3の最下位置における最上点が、気体貯留路2の他端22と水平レベル位置H1において同位置である場合を図示している。このように気体誘導路3の最下位置における最上点が気体貯留路2の他端22より低位にならないように構成することで、気体貯留路2に貯まった気体を気体誘導路3によって放出しやすくなり気泡の巨大化を促進することができる。

[0029] 気体誘導路 3 の外径 D_3 は、気体貯留路 2 の中央部 20 及び他端 22 側の外径（小径の管体 2B の内径） D_2 と同一又は略同一であり、内径 D_3 の好ましい範囲も同様である。すなわち、気体誘導路 3 の内径 D_3 は、気体貯留路 2 の一端 21 側（大径の管体 2A）の内径 D_1 よりも小さく、また気体貯留路 2 の他端 22 と水平レベル位置 H_1 における気体貯留路 2 の一端 21 側の断面積は、気体誘導路 3 の断面積より大きい。このように気体貯留路 2 の他端 22 と水平レベル位置 H_1 における気体貯留路 2 の一端 21 側の断面積が気体誘導路 3 の断面積より大きいことで、気体貯留路 3 に存在する気体 4 における先端界面 40 に比べて後端界面 41 に作用する液圧を大きくできる（図 4 参照）。その結果、気体貯留路 2 の気体 4 をより効果的かつ一気に吐出することが可能となり、大きな気泡 4B をさらに効果的に生成することが可能となる（図 4 及び図 5 参照）。

[0030] 気体誘導路 3 の他端 31 は、気体排出口（以下「気体排出口 31」ともいう）を構成する。この気体排出口 31 は、気体貯留路 2 に貯留する気体 4 を気泡 4B として外部に排出する部分である（図 3 から図 5 参照）。このような気体排出口 31 は、気体貯留路 2 の最上点の水平レベル位置 H_2 よりも上方に位置する。気体排出口 31 が気体貯留路 2 の最上点の水平レベル位置 H_2 よりも上方に位置することで、気体貯留路 2 の他端 22 と気体誘導路 3 の他端 31 との鉛直方向の位置の差（気体誘導路 3 における気体の移動の高低差）を大きく確保することが可能となる。そのため、気体誘導路 3 の気体が移動する際に気体が分散し難く、むしろ気体が表面張力により集まりやすくなる。その結果、気体貯留路 2 の気体 4 を気体誘導路 3 を介してより効果的かつ一気に吐出することが可能となり、大きな気泡 4B をより効果的に生成することが可能となる（図 3 ～図 5 参照）。

[0031] また、気体排出口 31 の内径は、導入口 21 の内径よりも小さい。すなわち、気体排出口 31 の面積は、導入口 21 の面積よりも小さい。ここで、気体貯留路 2 の気体 4 の先端界面 40 に作用する液圧は気体排出口 31 の外径（断面積）の大きさに依存し、気体貯留路 2 の気体 4 の後端界面 41 に作用

する液圧は導入口 2 1 の外径（断面積）の大きさに依存するものと考えられる。そのため、間欠的気泡発生装置 1 では、気体貯留路 2 に存在する気体 4 の後端界面 4 1 に作用する液圧は、後端界面 4 1 が大径の管体 2 A に存在するときには、気体 4 の先端界面 4 0 に作用する液圧に比べて大きくなるものと考えられる。なお、気体排出口 3 1 の内径は、小径の管体 2 B の平均内径 D_2 と同一又は略同一である。

[0032] <間欠的気泡発生装置の作用>

以下、図 2 から図 5 を参照しつつ間欠的気泡発生装置 1 の作用について説明する。ただし、図 2 から図 5 に示す気泡発生メカニズムは一例かつ模式的なものであり、気泡発生メカニズムは気体貯留路 2 や気体誘導路 3 の形状や寸法、位置関係等によっても変化するものであって、以下の説明は必ずしも実際の気泡発生メカニズムを正確に反映するものではない。なお、以下の説明においては、気体貯留路 2 の全ての気体 4 が一度に吐出される場合を例にとって説明する。

[0033] 図 2 ～図 5 に示すように、間欠的気泡発生装置 1 は、液体 L 中に浸漬した状態で気泡 4 B を発生するために使用される。ここで、図 2 の状態は、初期使用時又は気泡 4 B を発生した直後（図 5 参照）の状態を示すものであり、気体貯留路 2 及び気体誘導路 3 が液体 L で満たされている。

[0034] 図 2 に示すように、気泡 4 B（図 5 参照）を発生させる場合、導入口 2 1 を介して気体貯留路 2 に気体 4 A を導入する。この気体 4 A は、気体供給源（図示略）を用いて、複数の独立気泡として供給される。このとき、気体貯留路 2 の一端 2 1 側の平均内径 D_1 が気体貯留路 2 の中央部 2 0 及び他端 2 2 側の平均内径 D_2 よりも大きいため（図 1 参照）、気体貯留路 2 への気体 4 A の導入を確実にしめることができる。なお、気体貯留路 2 への気体 4 A の導入量は気体貯留路 2 及び気体誘導路 3 の形態や径に応じて設定すればよい。

[0035] 図 3 に示すように、気体貯留路 2 に気体 4 A を連続的に供給すると、まず気体貯留路 2 の中央部 2 0 に気体 4 が貯留されると共に、気体 4 と液体 L と

の界面が下方に移動する。この界面が水平レベル位置H 4に達して以降は、気体4の先端界面4 0が気体貯留路2の他端2 2側を下方に移動する一方で、気体4の後端界面4 1が気体貯留路2の一端（導入口）2 1側に向けて下方に移動する。このとき、先端界面4 0及び後端界面4 1は、水平レベルを維持しつつ下方に移動するが、先端界面4 0及び後端界面4 1が水平レベル位置H 3に達して以降は、後端界面4 1が大径の管体2 Aを移動する。

[0036] そして、図4に示すように、先端界面4 0が水平レベル位置H 1（気体貯留路2の他端2 2かつ気体誘導路3の一端3 0）に達したとき、この水平レベル位置H 1において液封が破られる。その結果、図4及び図5に示すように、気体貯留路2の気体4が気体排出口3 1を介して外部に排出される。このとき、水平レベル位置H 1において、先端界面4 0が位置する気体貯留路2の他端2 2の外径（断面積）が、後端界面4 1が位置する気体貯留路2の外径よりも小さいため、気体4の先端界面4 0に作用する液圧に比べて気体4の後端界面4 1に作用する液圧のほうが大きい。これにより、気体4の後端界面4 1に作用する液圧が先端界面4 0に作用する液圧よりも大きくなるため、気体誘導路3の気体4を微細化することなく、比較的大径の気泡4 Bが外部に排出される。

[0037] また、気体4と液体Lとの密度差（気体4の浮力）、気体4の表面張力等の作用により、気体貯留路2の気体4を小径化することなく、気体誘導路3を介して大径の気泡4 Bを一気に吐出することが可能となる。特に、気体排出口3 1が気体貯留路2の最上点の水平レベル位置H 2よりも高位であることで、上述のように気体誘導路3を介して気体貯留路2の気体4をより効果的かつ一気に吐出することが可能となり、大径の気泡4 Bをより効果的に生成することが可能となるものと考えられる。

[0038] 一方、気体貯留路2から気体誘導路3に気体4が移動することで、気体貯留路2の一端2 1側に吸引力が作用する。これにより、導入口2 1を介して気体貯留路2内に液体Lが吸引され、図2及び図5に示すように気体貯留路2が液体Lにより満たされる。

[0039] 以上に説明した気泡 4 B の発生は、気体 4 A を連続的に供給することで、間欠的に繰り返し行うことができる。

[0040] <間欠的気泡発生装置の使用法>

図 6 に示すように、例えば間欠的気泡発生装置 1 は、液体 L に浸漬された濾過モジュール 5 の下方に配置され、濾過モジュール 5 に気泡を供給することで濾過モジュール 5 を洗浄するために使用される。濾過モジュール 5 は、一对の固定部材 5 0, 5 1 によって複数の濾過膜 5 2 が固定されるものである。

[0041] 間欠的気泡発生装置 1 により濾過モジュール 5 から気泡 4 B を供給した場合、気泡 4 B が固定部材 5 0 によって複数の気泡 4 C に分割され、複数の濾過膜 5 2 の表面に接触しながら上昇する。この分割された気泡 4 C は、複数の濾過膜 5 2 の間隔に近い平均径を有し濾過膜 5 2 の間に均質に拡がり易い。そのため、この分割気泡 4 C によって濾過膜 5 2 の表面をもれなく洗浄することができる。また、分割気泡 4 C は従来の微小な気泡よりも上昇速度が大きいため、高い擦過圧力で効果的に濾過膜 5 2 の表面を洗浄することができる。また、図示した濾過モジュール 5 のように濾過膜 5 2 が鉛直に配置されている場合、分割気泡 4 C が濾過膜 5 2 の長手方向に沿って上昇するため、濾過膜 5 2 の表面の洗浄をより効率的かつ効果的に行うことができる。

[0042] <利点>

当該間欠的気泡発生装置 1 は、気体貯留路 2 が略逆 U 字状とされているため、この気体貯留路 2 の一端（導入口） 2 1 から導入された気体 4 A が、まず気体貯留路 3 の中央部 2 0 に貯留される。その後さらに気体 4 A が導入されると、気体貯留路 2 に一定量以上の気体 4 が貯留されて以降は、気体 4 と液体 L との界面が、気体貯留路 2 の一端（導入口） 2 1 側及び他端 2 2 （気体誘導路 3）側にそれぞれ分岐する。さらに、気体貯留路 2 の一端（導入口） 2 1 側から気体 4 A が導入されると、気体貯留路 2 の後端界面 4 1 が気体貯留路 2 の一端（導入口） 2 1 に向けて移動する一方で、気体貯留路 2 の先端界面 4 1 が気体誘導路 3 側に移動する。このとき、先端界面 4 0 及び後端

界面 4 1 には液圧が作用するため、これらの界面 4 0, 4 1 は同程度の水平レベル位置を維持しつつ移動する。そして、気体貯留路 2 内の気体 4 が所定量を超えると、気体貯留路 2 の気体 4 が気体誘導路 3 により上方に誘導され、比較的大きな気泡 4 B が間欠的に放出される。大きな気泡 4 B が放出される理由は明確ではないが、気体貯留路 2 において貯留された気体 4 が気体誘導路 3 から放出される際にその表面張力で纏まろうとすること、気体誘導路 3 から放出される際に後続の気体 4 に吸引力が作用すること、気体貯留路 2 の後端界面 4 1 に上向きの液圧が作用すること等が考えられる。

[0043] [第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態の間欠的気泡発生装置について、図 7～図 9 を参照しつつ説明する。なお、図 7～図 9 においては、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 と同様な構成については同一の符号を付してあり、以下における重複説明を省略する。

[0044] 間欠的気泡発生装置 6 は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 と概略構成において同様であり、気体貯留路 2 及び気体誘導路 3 を備える。この間欠的気泡発生装置 6 は、複数のパイプ材を接続することで一連の管体として構成されている。

[0045] 間欠的気泡発生装置 6 は、筒状体 6 0、第 1 L 字状パイプ 6 1、第 2 L 字状パイプ 6 2、第 3 L 字状パイプ 6 3 及び第 4 L 字状パイプ 6 4 を、ジョイントキャップ 6 5、第 1 ジョイントパイプ 6 6、第 2 ジョイントパイプ 6 7 及び第 3 ジョイントパイプ 6 8 を介して接続することで一連の管体とされている。

[0046] ここで、筒状体 6 0 の内径は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 における気体貯留路 2 の一端 2 1 側の外径 D_1 に対応し、第 1～第 4 L 字状パイプ 6 1～6 4 の内径は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 における気体貯留路 2 の他端 2 2 側の外径 D_2 及び気体誘導路 3 の内径 D_3 に対応する。そのため、第 1～第 4 L 字状パイプ 6 1～6 4 の内径の好適な範囲は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 における気体貯留路 2 の一端 2 1 側の外径 D_1 、他端 2 2 側の外径 D

2又は気体誘導路3の外径D3の好適な範囲と同様である。

[0047] また、第1～第3ジョイントパイプ66～68の外径としては、第1～第4L字状パイプ61～64同士を好適に接続できるように第1～第4L字状パイプ61～64の内径と同程度であることが好ましい。

[0048] 筒状体60は、気体貯留路2を構成するものである。この筒状体60は、ジョイントキャップ65を介して第1L字状パイプ61の一端61Aと接続されている。このジョイントキャップ65は、キャップ部65A及びジョイント部65Bを有する。キャップ部65Aは、筒状体60の上端部を外嵌する。ジョイント部65Bは、気体貯留路2を構成する第1L字状パイプ61の一端61Aに内嵌されるものである。このジョイント部65Bは、キャップ部65Aの中央部に設けられており、中空状に形成されている。また、第1L字状パイプ61は、筒状体60に接続されることで、筒状体60から略鉛直上方に延びる経路と、この経路に連続する略水平に延びる経路とを規定すると共に気体貯留路2の一部を構成する。

[0049] 第1L字状パイプ61の他端61Bは、第1ジョイントパイプ66を介して第2L字状パイプ62の一端62Aと接続されている。この第2L字状パイプ62は、第1L字状パイプ61と接続されることで、第1L字状パイプ61から略水平に延びる経路と、この経路に連続する略鉛直下方に延びる経路とを規定すると共に、気体貯留路2の一部を構成する。

[0050] 第2L字状パイプ62の他端62Bは、第2ジョイントパイプ67を介して第3L字状パイプ63の一端63Aと接続されている。この第3L字状パイプ63は、第2L字状パイプ62と接続されることで、第2L字状パイプ62から略鉛直下方に延びる経路と、この経路に連続する略水平に延びる経路とを規定すると共に、気体貯留路2の一部及び気体誘導路3の一部を構成する。

[0051] 第3L字状パイプ63の他端63Bは、第3ジョイントパイプ68を介して第4L字状パイプ64の一端64Aと接続されている。この第4L字状パイプ64は、第3L字状パイプ63と接続されることで、第3L字状パイプ

6 3 から略水平に延びる経路と、この経路に連続する略鉛直上方に延びる経路とを規定すると共に、気体誘導路 3 の一部を構成する。第 4 L 字状パイプ 6 4 の他端 6 4 B は開口を有しており、この開口が気体排出口 3 1 を構成する。

[0052] ここで、第 3 L 字状パイプ 6 3 は、第 2 L 字状パイプ 6 2 に対して回転自在に連結されていてもよい。このように第 3 L 字状パイプ 6 3 を回転自在とすることで、第 3 L 字状パイプ 6 3 及び第 4 L 字状パイプ 6 4 を第 2 L 字状パイプ 6 2 に対して一体に回転させることができる。すなわち、気体誘導路 3 の全体及び気体貯留路 2 の一部を共に回転自在とできる。このように気体誘導路 3 が回転自在とされることで、気体を導入する部分の形状、配置等が異なる種々の濾過モジュール等について、フレキシブルに対応することが可能となる。

[0053] 間欠的気泡発生装置 6 は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 と概略構成において同様であるために、この間欠的気泡発生装置 1 と同様な効果を奏する。加えて、間欠的気泡発生装置 6 は、複数のパイプ材を接続することで形成できることから簡便かつコスト的に有利に製造できる。

[0054] [第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態の間欠的気泡発生装置について、図 10 を参照しつつ説明する。なお、図 10 においては、図 7 ～図 9 の間欠的気泡発生装置 6 と同様な構成については同一の符号を付してあり、以下における重複説明を省略する。

[0055] 図 10 の間欠的気泡発生装置 7 は、図 7 ～図 9 の間欠的気泡発生装置 6 と基本的に同様であるが、気体誘導路 7 0 の構成が異なっている。

[0056] この気体誘導路 7 0 は、第 4 L 字状パイプ 6 4' の他端 6 4 B' に直パイプ 7 1 が内嵌されることで他端 7 2 側が構成されている。また、気体誘導路 7 0 の他端 7 2 は、気体排出口 7 2 を構成しており、この気体排出口 7 2 の位置が気体貯留路 2 の最上点の水平レベル位置 H 2 よりも上方とされている。

[0057] このような間欠的気泡発生装置 7 によれば、第 4 L 字状パイプ 6 4 に直パイプ 7 1 を内嵌することで気体誘導路 7 0 の他端 7 2 側が構成されている。そのため、気体排出口 7 2 の外径は、気体貯留路 2 の外径よりも小さくされる。そのため、気体貯留路 2 における気体 4 の先端界面 4 0 と後端界面 4 1 (図 3 及び図 4 参照) との間に作用する差圧を大きくすることが容易化される。

[0058] [第 4 実施形態]

次に、本発明の第 4 実施形態の間欠的気泡発生装置について、図 1 1 を参照しつつ説明する。なお、図 1 1 においては、図 7 ～図 9 の間欠的気泡発生装置 6 と同様な構成については同一の符号を付してあり、以下における重複説明を省略する。

[0059] 図 1 1 の間欠的気泡発生装置 8 は、図 7 ～図 9 の間欠的気泡発生装置 6 と基本的に同様であるが、3 つのパイプにより形成されている点が異なっている。

[0060] 間欠的気泡発生装置 8 は、L 字状大径パイプ 8 0、S 字状中径パイプ 8 1 及び L 字状小径パイプ 8 2 を連結することで形成されている。

[0061] L 字状大径パイプ 8 0 は、一端 8 0 A が導入口 2 1 として構成され、他端 8 0 B に S 字状中径パイプ 8 1 の一端 8 1 A 側が内嵌されている。これにより、導入口 2 1 及び L 字状大径パイプ 8 0 の内部は、S 字状中径パイプ 8 1 の内部と連通する。

[0062] S 字状中径パイプ 8 1 は、一端 8 1 A 側が L 字状大径パイプ 8 0 の他端 8 0 B に内嵌され、他端 8 1 B に L 字状小径パイプ 8 2 の一端 8 2 A 側が内嵌されている。これにより、S 字状中径パイプ 8 1 の内部は、L 字状大径パイプ 8 0 及び L 字状小径パイプ 8 2 の内部と連通する。

[0063] L 字状小径パイプ 8 2 は、一端 8 2 A 側が S 字状中径パイプ 8 1 の他端 8 1 B に内嵌され、他端 8 2 B が気体排出口 3 1 を構成している。これにより、L 字状小径パイプ 8 2 の内部及び気体排出口 3 1 は、S 字状中径パイプ 8 1 の内部に連通すると共に、L 字状大径パイプ 8 0 の内部及び導入口 2 1 に

連通する。

[0064] このような間欠的気泡発生装置 8 では、導入口 2 1、L 字状大径パイプ 8 0 の内部、S 字状中径パイプ 8 1 の内部、L 字状小径パイプ 8 2 の内部及び気体排出口 3 1 が一連に連通している。そして、導入口 2 1 から気体排出口 3 1 に至るまでの管路の外径（断面積）が段階的に小さくなる。そのため、導入口 2 1 の外径（断面積）に比べて気体排出口 3 1 の径（断面積）が小さくなる。その結果、気体貯留路 2 における気体 4 の先端界面 4 0 と後端界面 4 1（図 3 及び図 4 参照）との間に好適な差圧を作用させることができる。また、間欠的気泡発生装置 8 は、3 つのパイプ 8 0、8 1、8 2 を連結した構成であるので、簡易に形成することができる。

[0065] [第 5 実施形態]

次に、本発明の第 5 実施形態の間欠的気泡発生装置について、図 1 2 を参照しつつ説明する。なお、図 1 2 においては、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 と同様な構成については同一の符号を付してあり、以下における重複説明を省略する。

[0066] 図 1 2 の間欠的気泡発生装置 1' は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 と基本的に同様であるが、気体誘導路 3' の構成が異なっている。

[0067] 気体誘導路 3' は、気体貯留路 2 の他端 2 2 側に隣接して配置されている。すなわち、気体貯留路 2 の他端 2 2 側及び気体誘導路 3' の間はヘアピン状とされ、気体誘導路 3' における一端 3 0' 側の水平部分が実質的に存在しない。また、気体誘導路 3' の他端（気体排出口）3 1' の水平レベル位置は、気体貯留路 2 の最上点の水平レベル位置 H 2 よりも高位である。また、気体排出口 3 1' の外径（断面積）は、導入口 2 1 の外径（断面積）よりも小さい。

[0068] このような間欠的気泡発生装置 1' によれば、気体貯留路 2 の気体を殆ど水平移動させることなく、気体 4 を気体誘導路 3' に誘導することができることから、気体貯留路 2 で貯留している気体を一気に放出する作用がより効果的に奏される。

[0069] [第6実施形態]

次に、本発明の第6実施形態の間欠的気泡発生装置について、図13～図16を参照しつつ説明する。

[0070] 図13の間欠的気泡発生装置9は、気体貯留路91及び気体誘導路92を備える。間欠的気泡発生装置9は、箱体93及び箱体93の内部を区画する複数の仕切り壁98A、98Bを有する。気体貯留路91及び気体誘導路92は、単一の箱体93を区画し、各区画を連通することで構成されている。

[0071] <箱体>

箱体93は、平面視L字状の気体貯留路形成部94と、平面視長方形状の気体誘導路形成部95とを有する。気体貯留路形成部94は、図14に示すように、左右方向を長手方向とする平面視長方形状の主部94A、及び主部94Aの長手方向の一端側（図14における左端側）から後方に突出し、左右方向を長手方向とする平面視長方形状の副部94Bを有する。主部94Aの短手方向長さ（前後方向長さ）は、副部94Bの短手方向長さ（前後方向長さ）よりも大きい。気体誘導路形成部95は、平面視において左右方向を長手方向とする。気体誘導路形成部95は、副部94Bの長手方向の他端（図14における右端）に長手方向の一端（図14における左端）が接続され、主部94Aの短手方向の一端（後端）に短手方向の他端（前端）が接続されている。なお、「前」、「後」、「左」、「右」とは、図13に対応して主部94A側を前とし、気体誘導路形成部95側を後として便宜的に定めたものであって、箱体93の構成を具体的に規定するものではない。

[0072] 副部94Bの短手方向長さ（前後方向長さ）及び気体誘導路形成部95の短手方向長さ（前後方向長さ）は同一である。気体誘導路形成部95は、箱体93の左右方向中央に配設される。また、気体誘導路形成部95の長手方向長さ（左右方向長さ）は副部94Bの長手方向長さ（左右方向長さ）より大きく、かつこれらの合計長さは主部94Aの長手方向長さ（左右方向長さ）より短い。これにより、箱体93は、主部94Aの長手方向の他端（図14における右端）の後方が切り欠かれた平面視略長方形状に形成される。

[0073] 気体貯留路形成部 94 及び気体誘導路形成部 95 は、図 15 に示すように、下端が面一状に構成されている。また、気体誘導路形成部 95 の上端は、気体貯留路形成部 94 の上端よりも高く構成されている。箱体 93 は、内部が中空状である。また、主部 94 A の下端及び気体誘導路形成部 95 の上端にはそれぞれ開口 96, 97 が形成されている。

[0074] <仕切り壁>

第 1 仕切り壁 98 A は、図 15 に示すように、主部 94 A の内部空間と、副部 94 B 及び気体誘導路形成部 95 の内部空間とを区画する。また、第 1 仕切り壁 98 A は、主部 94 A 及び副部 94 B の内部空間を区画する領域の上部に矩形状の開口 99 を有する。

[0075] 第 2 仕切り壁 98 B は、図 16 に示すように、副部 94 B の内部空間と、気体誘導路形成部 95 の内部空間とを区画する。また、第 2 仕切り壁 98 B は、下部に矩形状の開口 100 を有する。

[0076] <気体貯留路>

気体貯留路 91 の一端 91 A 側は、主部 94 A 及び第 1 仕切り壁 98 A により直方体状に構成されている。気体貯留路 91 の一端 91 A 側は下方に開口し、導入口を構成する。また、気体貯留路 91 の他端 91 B 側は、副部 94 B、第 1 仕切り壁 98 A 及び第 2 仕切り壁 98 B により直方体状に構成されている。気体貯留路 91 の一端 91 A 側及び気体貯留路 91 の他端 91 B 側は、第 1 仕切り壁 98 A に形成される開口 99 によって連通され、これにより略逆 U 字状に構成されている。

[0077] <気体誘導路>

気体誘導路 92 は、気体誘導路形成部 95、第 1 仕切り壁 98 A 及び第 2 仕切り壁 98 B により直方体状に構成されている。気体誘導路 92 は上方に開口し、気体排出口を構成する。気体貯留路 92 は、第 2 仕切り壁 98 B に形成される開口 100 によって気体貯留路 91 の他端 91 B 側に連通されている。

[0078] 上述のように気体誘導路形成部 95 の上端は気体貯留路 94 の上端よりも

高く構成されているため、図 16 に示すように、気体誘導路 92 の上端は、気体貯留路 91 の最上点の水平レベル位置 H2 よりも上方に位置する。つまり、気体誘導路 92 の上端は気体貯留路 91 の最上点と同位以上である。

[0079] 開口 100 の上辺によって確定される気体誘導路 92 の最下位置における最上点は、気体貯留路 91 の他端より低位にならないよう構成されている。

[0080] 上述のように主部 94A の短手方向長さは気体誘導路形成部 95 の短手方向長さよりも大きく、かつ主部 94A の長手方向長さは気体誘導路形成部 95 の長手方向長さよりも大きい。そのため、図 15 に示すように、気体貯留路 91 の他端と水平レベル位置 H1 における気体貯留路 91 の一端 91A 側の断面積は、気体誘導路 92 の断面積より大きい。

[0081] 間欠的気泡発生装置 9 は、図 1 の間欠的気泡発生装置 1 と概略において同様であるために、この間欠的気泡発生装置 1 と同様の効果を奏する。さらに、間欠的気泡発生装置 9 は、気体貯留路 91 及び気体誘導路 92 が、単一の箱体 93 を区画し、各区画を連通することで構成されていることで、気体貯留路 91 及び気体誘導路 92 を容易に形成することができる。また、かかる構成によると、例えば図 17 に示すように、複数の当該間欠的気泡発生装置 9 を側壁同士（気体貯留路形成部 94 の左右壁同士）を対向させて連続して配設し易くなり、ひいては複数の気泡を高密度で放出することが可能となる。

[0082] [第 7 実施形態]

次に、本発明の第 7 実施形態の間欠的気泡発生装置について、図 18～20 を参照しつつ説明する。なお、図 18～20 においては、図 13～16 の間欠的気泡発生装置 9 と同様な構成については同一符号を付してあり、以下における重複説明を省略する。

[0083] 図 18～20 の間欠的気泡発生装置 10 は、図 13～16 の間欠的気泡発生装置 9 と基本的に同様であるが、気体貯留路形成部 102 及び第 1 仕切り壁 98A' の構成並びに第 3 仕切り壁 98C を有する点が異なっている。これにより、間欠的気泡発生装置 10 は、気体貯留路 101 の他端側 101B

， 101Cが二つに区画されている。

[0084] <気体貯留路形成部>

気体貯留路形成部102は、図19に示すように、左右方向を長手方向とする平面視長方形形状の主部102Aと、主部102Aの長手方向の一端側（図19における左端側）から後方に突出し、左右方向を長手方向とする平面視長方形形状の第1副部102Bと、主部102Aの長手方向の他端側（図19における右端側）から後方に突出し、左右方向を長手方向とする平面視長方形形状の第2副部102Cとを有する。気体貯留路形成部102の主部102A及び第1副部102Bは、図14の気体貯留路形成部94の主部94A及び副部94Bと同様に構成される。

[0085] 第2副部102Cは、間欠的気泡発生装置10の正面視において第1副部102Bと左右対称形状に構成されている。また、第2副部102Cは、間欠的気泡発生装置10の正面視において第1副部102Bと左右対称位置に配置されている。これにより、間欠的気泡発生装置10は、平面視長方形形状に形成されている。

[0086] <仕切り壁>

第1仕切り壁98A'は、図14の第1仕切り壁98Aに替えて用いられる。第1仕切り壁98A'は、図19に示すように、主部102Aの内部空間と、第1副部102B及び第2副部102Cとの内部空間を区画する。第1仕切り壁98A'は、主部102A及び第1副部102Bの内部空間を区画する領域の上部に矩形形状の開口103を有する。また、第1仕切り壁98A'は、主部102A及び第2副部102Cの内部空間を区画する領域の上部に矩形形状の開口104を有する。図20に示すように、これらの開口103，104は同一の水平レベル位置に配設されている。

[0087] 第3仕切り壁98Cは、第2副部102Cの内部空間と、気体誘導路形成部95の内部空間とを区画する。第3仕切り壁98Cは、下部に矩形形状の開口105を有する。また、図20に示すように、開口100，105は同一の水平レベル位置に配設されている。

[0088] <気体貯留路>

気体貯留路 101 の一端 101A 側は、主部 102A 及び第 1 仕切り壁 98A' により直方体状に構成されている。気体貯留路 101 の一端 101A 側は下方に開口し、導入口を構成する。また、気体貯留路 101 の他端 101B 側は二つに区画され、一方が第 1 副部 102B、第 1 仕切り壁 98A' 及び第 2 仕切り壁 98B により直方体状に構成され、他方が第 2 副部 102C、第 1 仕切り壁 98A' 及び第 2 仕切り壁 98C により直方体状に構成されている。気体貯留路 101 の一端 101A 側と各他端 101B 側とは、第 1 仕切り壁 98A' に形成される開口 103, 104 によって連通され、それぞれ略逆 U 字状に構成されている。

[0089] <気体誘導路>

気体誘導路 92' は、気体誘導路形成部 95 及び第 1～第 3 仕切り壁 98A'、98B、98C により直方体状に構成されている。気体誘導路 92' は上方に開口し、気体排出口を構成する。気体誘導路 92' は、第 2 仕切り壁 98B 及び第 3 仕切り壁 98C に形成される開口 100, 105 によって気体貯留路 101 の各他端側 101B, 101C に連通されている。

[0090] 間欠的気泡発生装置 10 は、図 13～16 の間欠的気泡発生装置 9 と概略において同様であるため、この間欠的気泡発生装置 9 と同様の効果を奏する。さらに、間欠的気泡発生装置 10 は、気体貯留路 101 の他端 101B, 101C 側が複数に区画されることで、気体貯留路 101 の気体を気体誘導路 92' に効率的に誘導し、気泡の放出効率を高めることができる。

[0091] [他の実施形態]

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

[0092] 気体貯留路 2 及び気体誘導路 3 の一部又は全部の水平断面形状は、円形に限らず、矩形等の多角形その他の形状であってもよい。なお、気体貯留路 2

及び気体誘導路 3 の断面が円形以外である場合の外径は、例えば断面と同じ面積を有する真円の直径（真円換算直径）である。

[0093] ここで、図 2 1 及び図 2 2 に気体貯留路 2” の一部の水平断面形状が長矩形とされる間欠的気泡発生装置 1” を示す。この間欠的気泡発生装置 1” では、気体貯留路 2” の一端 2 1” 側が直方体状の箱体（水平断面が長矩形状）2 A” から構成されている。一方、気体貯留路 2” の他端 2 2” 側は、パイプから構成されている。この気体貯留路 2” の他端 2 2” は、図 1 2 の間欠的気泡発生装置 1’ と同様な気体誘導路 3’ の一端 3 0’ に連通している。

[0094] 第 1 実施形態の間欠的気泡発生装置 1 では、気体貯留路 2 内の全て又は略全ての気体 4 が気泡 4 B として発生される場合を説明したが、気体貯留路の気体が一気に排出されない構成（気泡を発生した後に気体貯留路に気体の一部が残存する構成）としてもよい。このような構成としては、例えば気体誘導路の他端の位置を気体貯留路の最上位置よりも低位することが考えられる。もちろん、気体誘導路の他端の位置を気体貯留路の最上位置よりも低位する構成以外で気体貯留路の気体が一気に排出されないようにしてもよいし、また気体誘導路の他端の位置を気体貯留路の最上位置よりも高位としつつ気体貯留路の気体が一気に排出されない構成を採用してもよい。

[0095] また、第 2 及び第 3 実施形態の間欠的気泡発生装置 6, 7 における各 L 字状パイプを接続するジョイントは、L 字状パイプに嵌合されるものである必要はなく、隣接する L 字状パイプを外套することで L 字状パイプ同士を接続するものであってもよい。さらに、ジョイントを省略し、図 1 1 に示した間欠的気泡発生装置 8 のように、L 字状パイプの一方を他方に嵌合することで L 字状パイプ同士を接続するようにしてもよい。

[0096] また、気体貯留路及び気体誘導路は、L 字状パイプを接続することで形成する必要はなく、他の形状のパイプを接続することで形成してもよい。気体貯留路及び気体誘導路は、例えば 90 度以外に屈曲するパイプを用いて形成してもよい。

[0097] さらに、気体排出口及び導入口の向きや位置等についても図示した例に限らず、種々に変更可能である。例えば、気体排出口は、気体貯留路の最上位置と同位であってもよい。

[0098] 第6及び第7実施形態の間欠的気泡発生装置9、10について、箱体の形状は特に限定されるものではなく、例えば気体貯留路形成部の主部、副部及び気体誘導路形成部が左右方向にこの順で配設されたものであってもよい。また、気体貯留路形成部の主部、副部及び気体誘導路形成部の配置に応じて仕切り壁の配設位置は適宜変更可能である。

[0099] 第7実施形態の間欠的気泡発生装置10について、気体貯留路の他端側は必ずしも二つに区画される必要はなく、3つ以上に区画されてもよい。

[0100] 間欠的気泡発生装置が、第6及び第7実施形態の間欠的気泡発生装置9、10のように全体として単一の箱体として形成される場合でも、気体貯留路及び気体誘導路は必ずしも仕切り壁によって区画される必要はない。当該間欠的気泡発生装置は、例えば気体貯留路及び気体誘導路が各々箱体から構成され、これらの箱体を連結することで形成されてもよい。

[0101] また、気体貯留路への気体の供給は、独立気泡として供給することに限らず、非独立性の連続流れとして供給してもよい。さらに、気体貯留路への気体の供給は、必ずしも下方側から行う必要はなく、例えば上方側や側方側から行ってもよい。また、気体導入口と液体吸引口とを個別に設定してもよい。例えば、図示した実施形態の導入口を液体吸引口として利用しつつ、気体貯留路における別の位置に気体導入口を設けてもよい。

産業上の利用可能性

[0102] 本発明の間欠的気泡発生装置は、径（体積）の大きな気泡を発生でき、例えば膜モジュールの洗浄に好適に使用することができる。

符号の説明

[0103] 1, 1', 1'' 間欠的気泡発生装置

2, 2'' 気体貯留路

2A 大径の管体

2 A'' 箱体
2 B 小径の管体
2 B a, 2 B b 曲部
2 O 中央部
2 1, 2 1'' 一端（導入口）
2 2, 2 2'' 他端
3, 3' 気体誘導路
3 O, 3 O' 一端
3 1, 3 1' 他端（気体排出口）
4 気体
4 A 気体
4 B, 4 C 気泡
4 O 先端界面
4 1 後端界面
5 濾過モジュール
5 O, 5 1 固定部材
5 2 濾過膜
6 間欠的気泡発生装置
6 O 筒状体
6 1～6 4 第1～第4 L字状パイプ
6 1 A～6 4 A 一端
6 1 B～6 4 B 他端
6 4' 第4 L字状パイプ
6 4 B' 他端
6 5 ジョイントキャップ
6 5 A キャップ部
6 5 B ジョイント部
6 6～6 8 第1～第3 ジョイントパイプ

7 間欠的気泡発生装置

7 0 気体誘導路

7 1 直パイプ

7 2 気体排出口

8 間欠的気泡発生装置

8 0 L字状大径パイプ

8 0 A 一端

8 0 B 他端

8 1 S字状中径パイプ

8 1 A 一端

8 1 B 他端

8 2 L字状小径パイプ

8 2 A 一端

8 2 B 他端

9 間欠的気体発生装置

9 1 気体貯留路

9 1 A 一端

9 1 B 他端

9 2, 9 2' 気体誘導路

9 3 箱体

9 4 気体貯留路形成部

9 4 A 主部

9 4 B 副部

9 5 気体誘導路形成部

9 6, 9 7 開口

9 8 A, 9 8 A' 第1仕切り壁

9 8 B 第2仕切り壁

9 8 C 第3仕切り壁

99, 100 開口

10 間欠的気泡発生装置

101 気体貯留路

101A 一端

101B, 101C 他端

102 気体貯留路形成部

102A 主部

102B 第1副部

102C 第2副部

103, 104, 105 開口

D1 大径の管体2Aの平均内径（気体貯留路の一端側の外径）

D2 小径の管体2Aの平均内径（気体貯留路の中央部及び他端側の外径
）

D3 気体誘導路3の平均外径

H1～H4 水平レベル

L 液体

請求の範囲

- [請求項1] 液中に浸漬して用いる間欠的気泡発生装置であって、
 一連の管体から構成され、
 一端が下方に開口し、所定量の気体を貯留する略逆U字状の気体貯留路と、
 この気体貯留路の他端に連通し、この他端より気体を上方に誘導する気体誘導路と
 を備える間欠的気泡発生装置。
- [請求項2] 上記気体誘導路の最下位置における最上点が上記気体貯留路の他端より低位にならない請求項1に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項3] 上記気体貯留路の他端と水平レベル位置における上記気体貯留路の一端側の断面積が上記気体誘導路の断面積より大きい請求項1又は請求項2に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項4] 上記気体誘導路の上端が上記気体貯留路の最上点と同位以上である請求項1、請求項2又は請求項3に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項5] 上記気体貯留路又は気体誘導路を構成する管体が、軸中心に回転自在に連結されている請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項6] 上記気体貯留路の一端側が直方体状の箱体から構成され、
 上記気体貯留路の他端側がこの箱体に連通するパイプから構成される請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の間欠的気泡発生装置。
 。
- [請求項7] 上記気体貯留路及び気体誘導路が、単一の箱体を区画し、各区画を連通することで構成されている請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項8] 上記気体貯留路の他端側が複数に区画される請求項7に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項9] 濾過膜を有する濾過モジュールの洗浄に使用する請求項1から請求

項 8 のいずれか 1 項に記載の間欠的気泡発生装置。