

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、気泡が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られる間欠的気泡発生装置であって、立設される筒状のケーシング、及びこのケーシング内に軸方向と略平行に配設され、気体導入室と気体誘導室と気体吐出室とを区画する仕切壁を備え、上記気体導入室と気体誘導室とがケーシング上部で連通し、上記気体誘導室と気体吐出室とがケーシング底部で連通し、上記気体導入室の上面と気体誘導室の上面とが蓋板で閉塞され、上記気体誘導室の下面と気体吐出室の下面とが底板で閉塞されている。

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の模式的平面図である。

[図2]図1の間欠的気泡発生装置の模式的正面図である。

[図3]図1の間欠的気泡発生装置の模式的左側面図である。

[図4]図2のA－A線断面図である。

[図5]図3のB－B線断面図である。

[図6]図1のC－C線断面図である。

[図7]図1の間欠的気泡発生装置の模式的斜視図である。

[図8]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9]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10]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11]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12A]本発明の図1とは異なる実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的平面図である。

[図12B]図12AのD－D線断面図である。

[図13A]本発明の図1、図12Aおよび図12Bとは異なる実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的平面図である。

[図13B]図13AのE－E線断面図である。

[図14A]本発明の図1、図12A、図12B、図13Aおよび図13Bとは異なる実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的平面図である。

[図14B]図14AのF－F線断面図で背面から見た図である。

[図15A]本発明の図1、図12A、図12B、図13A、図13B、図14Aおよび図14Bとは異なる実施形態の間欠的気泡発生装置を示す模式的平面図である。

[図15B]図15AのG－G線断面図で背面から見た図である。

符号の説明

- [0010]
- | | |
|-----|-----------|
| 1 | 間欠的気泡発生装置 |
| 2 | ケーシング |
| 2 A | 気体導入室 |
| 2 B | 気体誘導室 |
| 2 C | 気体吐出室 |
| 3 | 区画壁（仕切壁） |
| 4 | 第二連通口 |
| 5 | 底板 |
| 7 | 外周壁 |
| 8 | 蓋板 |
| 1 0 | 吐出管 |
| 1 1 | 吐出口 |
| 1 2 | 第一連通口 |

1 3 内周壁（仕切壁）

5 0, 5 1 固定部材

5 2 濾過膜

L 液体

M 濾過モジュール

B 気泡

b 気泡

C 分割気泡

H 水平レベル

発明を実施するための形態

[0011] [本発明の実施形態の説明]

本発明は、液中に浸漬して用いられる間欠的気泡発生装置であって、当該間欠的気泡発生装置は、立設される筒状のケーシング、及びこのケーシング内に軸方向と略平行に配設され、気体導入室と気体誘導室と気体吐出室とを区画する仕切壁を備え、上記気体導入室と気体誘導室とがケーシング上部で連通し、上記気体誘導室と気体吐出室とがケーシング底部で連通し、上記気体導入室の上面と気体誘導室の上面とが蓋板で閉塞され、上記気体誘導室の下面と気体吐出室の下面とが底板で閉塞されている。

[0012] 当該間欠的気泡発生装置では、気体導入室の下面から気体を導入することで、この導入された気体がケーシング内（気体導入室及び気体誘導室）に貯留される。その後さらに気体が導入され、気体導入室及び気体誘導室の液面が気体誘導室と気体吐出室との連通口にまで至ると、この気体誘導室の気体が比較的大きな気泡として気体吐出室から放出される。大きな気泡が放出される理由は必ずしも明確ではないが、気体誘導室と気体吐出室との連通口から気体誘導室の気体が気体吐出室に移動する際に、後続の気体に吸引力が作用していること等が原因すると考えられる。

[0013] 上記気体吐出室の横断面積より気体導入室の横断面積が大きいとよく、これによりケーシング内に貯留された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。

この理由は必ずしも明らかではないが、気体導入室の液圧と気体吐出室の液圧との差が起因しているものと考えられる。

[0014] 上記気体誘導室と気体吐出室との間の連通口の上縁が略水平に形成されているとよい。このように上記連通口の上縁が略水平であることによって、一度に大量の気体が気体誘導室から気体吐出室に誘導されやすく、このため大きな気泡が生じやすい。

[0015] 一枚の平板状部材によって、上記気体誘導室を閉塞する底板と上記気体吐出室を閉塞する底板とが構成されているとよい。このように構成することで部品点数の減少を図ることができ、また底板を構成する平板状部材が気体吐出室を区画する仕切壁及びケーシング双方に固着されることになり、仕切壁とケーシングとの固着強度の向上が図られ、機械的強度が向上する。

[0016] 上記気体吐出室がケーシングの平面視中央部に配設されているとよい。かかる構成により、平面視中央の気体吐出室の周囲に気体導入室及び気体誘導室が配設され、例えば気体吐出室を平面視囲むように気体導入室を配設でき、これによりケーシング下方から気体を導入する際に、導入した気体が外側に逃げにくく、的確に気体導入室に気体を導入することができる。

[0017] 上記ケーシングが、四角筒状に配された4つの外周壁を有し、上記仕切壁として、四角柱状に上記気体吐出室を区画する4つの内周壁と、上記気体導入室と気体誘導室とを区画する平行な2つの区画壁とを備え、上記内周壁が対面する外周壁と略平行に配設され、上記区画壁が4つの内周壁のうち対面する2つの内周壁から連続して外周壁まで延設され、2つの内周壁によって挟まれる内周壁に、気体誘導室と気体吐出室との間の連通口が形成されているとよい。かかる構成により、基本的構成部材として平板状部材を組み立てることで間欠的気泡発生装置を製造することができ、製造コストの低減が図られる。

[0018] 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。

[0019] なお、「略平行」とは、厳密な平行ばかりでなく、角度の差の絶対値が 10° 以内（好ましくは 5° 以内）のものを含む意図であり、本明細書のその他の箇所においても同様である。同様に、「略水平」とは、厳密な水平ばかりでなく、水平との角度の差の絶対値が 10° 以内（好ましくは 5° 以内）のものを含む意図であり、本明細書のその他の箇所においても同様である。

[0020] [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の実施の形態について、以下、図面を参照しつつ詳説する。

[0021] [第1実施形態]

図1～図11の間欠的気泡発生装置1は、液中Lに浸漬して用いるものであり、例えば図8に示すように濾過膜52を有する濾過モジュールMの洗浄に用いられる。具体的には、液体L中に浸漬された当該間欠的気泡発生装置1は、圧縮機等から給気管（図示せず）を通して供給される気体（気泡b）を内部に貯留し、貯留される気体が一定体積以上となると、その気体を間欠的に吐出することで、比較的大きな気泡Bとして供給する装置である。

[0022] 当該間欠的気泡発生装置1は、図4～図6に示すように、立設される筒状のケーシング2、及びこのケーシング2内に軸方向と略平行に配設される複数の仕切壁3、13を備えている。上記仕切壁3、13は、後述するように、ケーシング2内を気体導入室2A、気体誘導室2B及び気体吐出室2Cと区画している。

[0023] 上記ケーシング2は、四角筒状に配された4つの外周壁7を有している。また、当該間欠的気泡発生装置1は、上記仕切壁として4つの内周壁13を備え、この内周壁13によって構成される吐出管10が、内部に四角柱状をなす上記気体吐出室2Cを有する。このため、当該間欠的気泡発生装置1は

、外周壁 7 及び内周壁 1 3 を有する二重筒体構造となっている。

[0024] 上記気体導入室 2 A と気体誘導室 2 B とは、ケーシング 2 上部で連通し、気体誘導室 2 B と気体吐入室 2 C とは、ケーシング 2 底部で連通している。また、気体導入室 2 A の上面と気体誘導室 2 B の上面とは蓋板 8 で閉塞され、気体誘導室 2 B の下面と気体吐入室 2 C の下面とが底板 5 で閉塞されている。

[0025] また、当該間欠的気泡発生装置 1 は、上記仕切壁として、気体導入室 2 A と気体誘導室 2 B とを区画する平行な 2 つの区画壁 3 を備えている（図 4 参照）。このため、当該間欠的気泡発生装置 1 は、気体導入室 2 A の下面から気体（気泡 b）を導入することで、この導入された気体がケーシング 2 の気体導入室 2 A 及びこの気体導入室 2 A にケーシング 2 上部で連通する気体誘導室 2 B に貯留される（図 9 参照）。その後さらに気体が導入され、気体誘導室 2 B の液面が図 10 に示すように気体誘導室 2 B と気体吐入室 2 C との間の連通口（以下、第一連通口 1 2 ということがある）にまで至ると、このケーシング 2 内の気体が第一連通口 1 2 を介して吐出管 10 から比較的大きな気泡 B として放出される（図 10 参照）。

[0026] 当該間欠的気泡発生装置 1 の高さ（上下方向の長さ）、当該間欠的気泡発生装置 1 の横幅、及び当該間欠的気泡発生装置 1 の平面視の大きさは特に限定されるものではない。

[0027] <吐出管>

上記吐出管 10 は、上述のように 4 つの内周壁 1 3 及び底板 5 から構成されるため、内部に気体吐入室 2 C を有する有底筒状に形成され、上面に吐出口 11 を有している（図 6 及び図 7 等参照）。なお、この吐出管 10 の底板 5 は、後述するように気体誘導室 2 B の下面を閉塞する底板 5 と同一部材から構成される。

[0028] また、吐出管 10 を構成する内周壁 1 3 は平板状部材から構成され、ケーシング 2 の平面視中央に配設されている。なお、平板状部材の具体的な素材は特に限定されず、当該間欠的気泡発生装置 1 が用いられる環境等において

適宜設計変更可能であり、例えば合成樹脂製板材等を採用可能である。ここで、内周壁 13 の平均厚みも特に限定されるものではない。

[0029] この内周壁 13 は、互いに対向する内周壁 13 同士が略平行に配設され、隣接する内周壁 13 同士が略直交している。このため吐出管 10 は平面視形状に形成されている。このため、後述するように上記内周壁 13 は対面する外周壁 7 と略平行に配設される。なお、「略直交」とは、厳密な直交ばかりでなく、両者の角度が 80° 以上 100° 以下（好ましくは 85° 以上 95° 以内）のものを含む意図であり、本明細書のその他の箇所においても同様である。

[0030] この 4 つの内周壁 13 は、平面視の長さが略同一であり、このため吐出管 10 は平面視正形状に形成されている。ここで、この内周壁 13 の長さ、吐出管 10 の内径も特に限定されるものではない。

[0031] この 4 つ内周壁 13 のうち 1 つの内周壁 13 には、上記第一連通口 12 が形成されている。なお、以下、便宜上、第一連通口 12 の形成される内周壁 13 を正面の内周壁と、この正面壁に隣り合う内周壁 13 を側面の内周壁と、及び正面壁の背面側に対向する内周壁 13 を背面の内周壁とそれぞれ言うことがある。また、第一連通口 12 が正面内周壁 13 を構成する平板状部材に穿設されているものについて図示しているが、第一連通口 12 の形成される正面の内周壁 13 を構成する平板状部材として他の内周壁 13 よりも短いものを用い、高低差に基づいて第一連通口 12 を形成することも可能である。

[0032] 上記第一連通口 12 の形状は特に限定されるものではないが、水平に形成された上縁を有することが好ましい。このように第一連通口 12 の上縁が略水平であることによって、一度に大量の気体が気体誘導室 2 B から気体吐出室 2 C に誘導されやすく、このため大きな気泡 B を生じやすい。なお、第一連通口 12 の具体的形状としては、例えば方形状等を採用することが可能である。

[0033] この第一連通口 12 の上縁の横幅（水平方向の長さ）は、大きな気泡 B を

形成する観点から長い方が好ましい。このため、この第一連通口 1 2 の上縁の横幅は、気体吐出室 2 C の横幅と略同一とすることが好ましい。

[0034] 上記第一連通口 1 2 の大きさは特に限定されるものではない。また、上記第一連通口 1 2 の形成箇所は、ケーシング 2 底部であれば特に限定されない。

[0035] <ケーシング>

上記ケーシング 2 の外周壁 7 は平板状部材から構成されている。なお、この平板状部材の具体的素材は特に限定されず、既述のとおり合成樹脂製板材等を採用可能である。また、この平板状部材の平均厚みは、上記内周壁 1 3 (平板状部材) の平均厚みと同様であるため、説明を省略する。

[0036] 上記ケーシング 2 の各外周壁 7 は、対面する上記吐出管 1 0 の内周壁 1 3 と略平行に配設されている。ケーシング 2 の外周壁 7 は、吐出管 1 0 の内周壁 1 3 と略同一の高さ (上下方向の長さ) を有し、ケーシング 2 の外周壁 7 の上端及び下端はそれぞれ吐出管 1 0 の内周壁 1 3 の上端及び下端と上下位置が略同一に配されている。なお、長さが「略同一」とは、厳密に長さが同一であるばかりでなく、機能・作用を阻害しない範囲内の誤差の場合も含む意図であり、本明細書のその他の箇所においても同様である。

[0037] このケーシング 2 の各外周壁 7 は、対面する上記吐出管 1 0 の内周壁 1 3 よりも平面視の長さが大きく、そして、ケーシング 2 には上記吐出管 1 0 の周囲 (平面視) に気体導入室 2 A 及び気体誘導室 2 B が配設される。なお、ケーシング 2 の外周壁 7 の長さは、当該間欠的気泡発生装置 1 の奥行及び横幅における説明と同一となるため、説明を省略する。

[0038] このケーシング 2 は吐出管 1 0 と同軸、すなわちケーシング 2 は吐出管 1 0 と平面視の中心が一致するよう配設されている。なお、以下、便宜上、吐出管 1 0 の正面の内周壁 1 3 に対面するケーシング 2 の外周壁 7 を正面の外周壁と言うことがある。

[0039] ケーシング 2 は、上述のように底板 5 を有し、この底板 5 は平板状部材から構成されている。なお、この平板状部材の具体的素材は特に限定されず、

既述のとおり合成樹脂製板材等を採用可能である。また、この平板状部材の平均厚みは、上記内周壁 13（平板状部材）の平均厚みと同様であるため、説明を省略する。

[0040] 底板 5 は、2つの区画壁 3 の下縁、ケーシング 2 の正面の外周壁 7 の下縁及び吐出管 10 の正面の内周壁 13 の下縁に固着され、これにより底板 5 は気体誘導室 2 B の下面を気密に閉塞している。また、この底板 5 は、図 6 に示すように吐出管 10 の背面の内周壁 13 まで延出し、底板 5 の側面の内周壁 13 の下縁及び背面の内周壁 13 の下縁に固着され、これにより底板 5 が吐出管 10 の底を構成し、吐出管 10 の下面を気密に閉塞している。つまり、一枚の平板状部材である底板 5 によって、気体誘導室 2 B を閉塞する底板と気体吐出室 2 C を閉塞する底板とが構成されている。

[0041] ケーシング 2 は、蓋を構成する蓋板 8 を有し、この蓋板 8 は平板状部材から構成されている。なお、この平板状部材の具体的素材は特に限定されず、既述のとおり合成樹脂製板材等を採用可能である。また、この平板状部材の平均厚みは、上記内周壁 13（平板状部材）の平均厚みと同様であるため、説明を省略する。

[0042] 蓋板 8 には、平面視中央に上記吐出口 11（気体吐出室 2 C）に対応した形状の穿孔が形成されており、この穿孔の周縁は吐出管 10 の内周壁 13 の上縁に固着されている。また、蓋板 8 は、外径が略正形状に設けられており、外縁がケーシング 2 の上縁に固着されて、気体導入室 2 A の上面及び気体誘導室 2 B の上面を気密に閉塞している。つまり、一枚の平板状部材である蓋板 8 によって、気体導入室 2 A の上面を閉塞する蓋板及び気体誘導室 2 B の上面を閉塞する蓋板が構成されている。

[0043] <区画壁>

区画壁 3 は、ケーシング 2 及び吐出管 10 の間の空間部を、上述のように気体導入室 2 A と気体誘導室 2 B とに区画しており、当該実施形態では 2 つの区画壁 3 が略平行に配設されている。この区画壁 3 は、平板状部材から構成されている。なお、この区画壁 3 の具体的素材は特に限定されず、既述の

とおり合成樹脂製板材等を採用可能である。また、この平板状部材の平均厚みは、上記内周壁 13（平板状部材）の平均厚みと同様であるため、説明を省略する。

[0044] 区画壁 3 は、吐出管 10 の一对の側壁 13（第一連通口 12 の形成された内周壁 13 に隣り合う 2 つの内周壁 13）から連続して正面の外周壁 7 まで延設されている。つまり、上記区画壁 3 は、4 つの内周壁 13 のうち対面する 2 つの内周壁 13 から連続して外周壁 7 まで延設され、この 2 つの内周壁 13 によって挟まれる内周壁 13 に第一連通口 12 が形成されている。当該間欠的気泡発生装置 1 にあっては、上述のように平面視中央に吐出管 10（気体吐出室 2 C）が配設され、そして、この吐出管 10（気体吐出室 2 C）に平面視隣接して気体誘導室 2 B が配設され、吐出管 10 を囲むように平面視 U 字状に気体導入室 2 A が配設される。なお、一枚の平板状部材によって、一对の側面の内周壁 13 のうち一方の側面の内周壁 13 と、この一方の側面の内周壁 13 から延設される区画壁 3 とが構成されることが好ましく、また、一枚の平板状部材によって、他方の側面の内周壁 13 と、この他方の側面の内周壁 13 から延設される区画壁 3 とが構成されていることが好ましい。これにより、当該間欠的気泡発生装置 1 の部品点数の低減が図られる。また、このように側面の内周壁 13 及び区画壁 3 を共通部材で構成することで、吐出管 10 とケーシング 2 との固着強度の向上が図られ、当該間欠的気泡発生装置 1 の機械的強度が向上する。

[0045] 気体導入室 2 A の横断面積は、気体吐出室 2 C の横断面積よりも大きいことが好ましい。具体的には、当該実施形態においては、気体導入室 2 A の横断面積は気体吐出室 2 C の横断面積の 7 倍に設けられている。これにより、ケーシング 2 内の気体をより効果的かつ一気に吐出することができる。これは、気体導入室 2 A と気体吐出室 2 C との気体の界面の液圧の差が生じる等が原因と考えられる。なお、気体導入室 2 A 及び気体吐出室 2 C の各横断面積は、第一連通口 12 の上端（上記上縁）の水平レベル位置（図 2 及び図 6 で示す H の位置）における横断面積を意味し、後述する気体誘導室 2 B の横

断面積も同様である。また、「上端」とは、第一連通口 1 2 の最も上に位置する点を意味し、本実施形態においては水平に配設された上縁が該当する。

[0046] 気体吐出室 2 C の横断面積に対する気体導入室 2 A の横断面積の比は特に限定されるものではない。

[0047] また、気体誘導室 2 B の横断面積は、気体導入室 2 A の横断面積よりも小さいことが好ましい。具体的には、当該実施形態においては、気体導入室 2 A の横断面積は気体誘導室 2 B の横断面積の 7 倍に設けられている。これにより、ケーシング 2 内の気体をより効果的かつ一気に吐出することができる。また、気体誘導室 2 B に対する気体導入室 2 A の横断面積の比は特に限定されるものではない。

[0048] この区画壁 3 には、気体導入室 2 A と気体誘導室 2 B との間の連通口（以下、第二連通口 4 と言うことがある）が形成されている。この第二連通口 4 は、2 つの区画壁 3 の双方に形成することも可能であるが、当該実施形態では一方の区画壁 3 に上記第二連通口 4 が形成されている。上記区画壁 3 の高さは、ケーシング 2 の外周壁 7 及び吐出管 1 0 の内周壁 1 3 の高さと同様である。

[0049] 第二連通口 4 の形成箇所は、下端が第一連通口 1 2 の上端よりも上方に形成されていれば特に限定されない。

[0050] 第二連通口 4 の形状は特に限定されるものではなく、例えば方形状とすることができる。また、第二連通口 4 が区画壁 3 を構成する平板状部材に穿設されているものについて図示しているが、第二連通口 4 の形成される区画壁 3 を構成する平板状部材として内周壁 1 3 よりも短いものを用い、高低差に基づいて第二連通口 4 を形成することも可能である。

[0051] 第二連通口 4 の大きさは特に限定されるものではない。

[0052] この第二連通口 4 の内径の面積（複数の場合は合計面積）の第一連通口 1 2 の内径の面積に対する比は、特に限定されるものではない。

[0053] <間欠的気泡発生装置の作用>

以下、当該間欠的気泡発生装置 1 の作用について説明する。ただし、以下

に説明する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各種部材の具体的形状、具体的位置関係等によっても微妙に変化するものであるので、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。

[0054] 当該間欠的気泡発生装置 1 は、液体 L 中に浸漬した状態で比較的大きく気泡 B を間欠的に発生するために使用される。そして、当該間欠的気泡発生装置 1 には、図 9 に示すように、気体導入室 2 A の下方から気泡 b が順次供給され、この気泡 b が気体導入室 2 A の上部、さらには気体誘導室 2 B の上部に貯留され、気体導入室 2 A 及び気体誘導室 2 B の液面はともに下降する。

[0055] そして、さらに気泡 b が当該間欠的気泡発生装置 1 に供給されることで、図 10 に示すように気体誘導室 2 B の液面が第一連通口 1 2 の上縁まで達する。その後、さらに気泡 b が供給されることで、気体誘導室 2 B の気体が第一連通口 1 2 を介して気体吐出室 2 C に移動する。この気体の移動に伴って気体誘導室 2 B の圧力バランスが崩れることで、気体誘導室 2 B に第二連通口 4 を介して気体導入室 2 A の気体が流れ込み、この気体の流れ込みによってさらに第一連通口 1 2 を介して気体吐出室 2 C に気体が移動し、結果比較的大きな気泡 B が吐出口 1 1 から吐出される（図 11 参照）。このように比較的大きな気泡 B が放出される理由は必ずしも明確ではない。第一連通口 1 2 から気体誘導室 2 B の気体が気体吐出室 2 C に移動する際に後続の気体に吸引力が作用していること、又は第一連通口 1 2 から気体誘導室 2 B において貯留された気体が放出される際にその表面張力で纏まろうとすること、或いは気体導入室 2 A の液面に上向きの液圧が作用すること等が起因しているものと考えられる。

[0056] そして、このように比較的大きな気泡 B を吐出した後には、気体導入室 2 A 及び気体誘導室 2 B の液面が上がり、その後上述のように気泡 b が順次貯留されることで、再度比較的大きな気泡 B として吐出され、このような比較的大きな気泡 B の吐出が間欠的に繰り返し行われる。

[0057] <間欠的気泡発生装置の使用>

当該間欠的気泡発生装置 1 は、図 8 に示すように液体 L 中に浸漬された濾過モジュール M の下方に配置され、濾過モジュール M に気泡 B を供給することで濾過モジュール M を洗浄するために使用される。濾過モジュール M は、一对の固定部材 50, 51 によって複数の濾過膜 52 が固定されるものである。

[0058] 間欠的気泡発生装置 1 により濾過モジュール M に気泡 B を供給した場合、気泡 B が固定部材 50 によって複数の分割気泡 C に分割され、複数の濾過膜 52 の表面に接触しながら上昇する。この分割気泡 C は、複数の濾過膜 52 の間隔に近い平均径を有し濾過膜 52 の間に均質に拡がり易い。そのため、この分割気泡 C によって濾過膜 52 の表面をもれなく洗浄することができる。また、分割気泡 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 52 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 M のように濾過膜 52 が鉛直に配置されている場合、分割気泡 C が濾過膜 52 の長手方向に沿って上昇するため、濾過膜 52 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。

[0059] <利点>

当該間欠的気泡発生装置 1 は、気体導入室 2A の開口する下面から気体（気泡 b）を導入し、気体導入室 2A 及び気体誘導室 2B の液面が第一連通口 12 まで至ると、このケーシング 2 内の気体が比較的大きな気泡 B として吐出管 10 から吐出されるので、濾過モジュール M の洗浄等に好適に使用することができる。

[0060] また、当該間欠的気泡発生装置 1 は、平板状部材を組立てることで製造することができ、製造コストの低減が図られる。しかも、一枚の平板状部材（底板 5）によって気体誘導室 2B の下面及び気体吐出室 2C の下面を閉塞するものであるので、部品点数の減少が図られる。さらに、この底板 5 が内周壁 13 及び外周壁 7 双方に固着されることになるため、吐出管 10 とケーシング 2 との固着強度の向上が図られ、当該間欠的気泡発生装置 1 の機械的強度が向上する。また、底板 5 とケーシング 2 の外周壁 7 との固着箇所を外周

壁 7 の下端とすることで、上記固着強度の向上が図られた当該間欠的気泡発生装置 1 を容易かつ確実に製造することができる。

[0061] さらに、一枚の平板状部材（蓋板 8）によって気体導入室 2 A の上面及び気体誘導室 2 B の上面を閉塞しているため、部品点数の減少が図られる。さらにこの蓋板 8 が内周壁 1 3 及び外周壁 7 双方に固着されることになるため、吐出管 1 0 とケーシング 2 との固着強度の向上が図られ、当該間欠的気泡発生装置 1 の機械的強度が向上する。特に、当該実施形態では、吐出管 1 0 とケーシング 2 との上下それぞれが蓋板 8 及び底板 5 で固着されるため、より高い当該間欠的気泡発生装置 1 の機械的強度が得られる。

[0062] [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。

[0063] 当該間欠的気泡発生装置 1 は、上記実施形態のような平面視方形状のものに限定されるものではなく、例えば図 1 2 A に示すように円筒状（平面視円形）のものも採用可能である。さらには、吐出管 1 0 のみが平面視円形等であっても良い。なお、図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 5 A 及び図 1 5 B において、第一実施形態と同様の構成又は同様の機能を有する部材については、同一符号を用い、その詳細な説明は省略する。

[0064] また、上記実施形態においては、吐出管 1 0 が平面視中央に位置するものについて説明したが、例えば図 1 3 A に示すように吐出管 1 0 が平面視端部に位置するものも採用可能である。さらに例えば図 1 4 A に示すように吐出管 1 0 が平面視端部に位置し、吐出管 1 0 の全長を長くし吐出口 1 1 を高くしたものや、図 1 5 A に示すように気体吐出室 2 C の両側に気体誘導室 2 B を設けるものも採用可能である。しかしながら、上記実施形態のように吐出管 1 0 が平面視中央に配されていることが好ましく、これにより、吐出管 1

0の周囲に下部の開口した気体導入室2Aを容易に配置できる。このため、装置全体がコンパクトでありながら、的確に当該間欠的気泡発生装置1に気泡bを供給することができる。また、このような構成を採用することによって、吐出管10の下部に気泡bを供給する装置を配設することができるので、当該間欠的気泡発生装置1の外側に逃げた気泡bも、洗浄対象である濾過モジュールMに接触することができる可能性が高い。

産業上の利用可能性

[0065] 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。

請求の範囲

- [請求項1] 液中に浸漬して用いられる間欠的気泡発生装置であって、
- 立設される筒状のケーシング、及びこのケーシング内に軸方向と略平行に配設され、気体導入室と気体誘導室と気体吐出室とを区画する仕切壁を備え、
- 上記気体導入室と気体誘導室とがケーシング上部で連通し、上記気体誘導室と気体吐出室とがケーシング底部で連通し、
- 上記気体導入室の上面と気体誘導室の上面とが蓋板で閉塞され、上記気体誘導室の下面と気体吐出室の下面とが底板で閉塞されている間欠的気泡発生装置。
- [請求項2] 上記気体吐出室の横断面積より気体導入室の横断面積が大きい請求項1に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項3] 上記気体誘導室と気体吐出室との間の連通口の上縁が略水平に形成されている請求項1又は請求項2に記載の間欠的気泡発生装置。
- [請求項4] 一枚の平板状部材によって、上記気体誘導室を閉塞する底板と上記気体吐出室を閉塞する底板とが構成されている請求項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] 上記気体吐出室がケーシングの平面視中央部に配設されている請求項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] 上記ケーシングが、四角筒状に配された4つの外周壁を有し、
- 上記仕切壁として、四角柱状に上記気体吐出室を区画する4つの内周壁と、上記気体導入室と気体誘導室とを区画する平行な2つの区画壁とを備え、
- 上記内周壁が対面する外周壁と略平行に配設され、
- 上記区画壁が4つの内周壁のうち対面する2つの内周壁から連続して外周壁まで延設され、
- 2つの内周壁によって挟まれる内周壁に、気体誘導室と気体吐出室との間の連通口が形成されている請求項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] 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 6 のいずれか 1 項に記載の間欠的気泡発生装置。