

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3849986号

(P3849986)

(45) 発行日 平成18年11月22日(2006.11.22)

(24) 登録日 平成18年9月8日(2006.9.8)

(51) Int. Cl.		F I			
CO2F	7/00	(2006.01)	CO2F	7/00	
BO1F	1/00	(2006.01)	BO1F	1/00	A
CO2F	3/20	(2006.01)	CO2F	3/20	Z

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-517662 (P2005-517662)	(73) 特許権者	500500446 松江土建株式会社 島根県松江市学園南二丁目3-5
(86) (22) 出願日	平成17年1月28日(2005.1.28)	(73) 特許権者	301031392 独立行政法人土木研究所 茨城県つくば市南原1番地6
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/001268	(74) 代理人	100116861 弁理士 田邊 義博
(87) 国際公開番号	W02005/075365	(72) 発明者	北迫 弘 島根県松江市学園南二丁目3-5 松江土 建株式会社内
(87) 国際公開日	平成17年8月18日(2005.8.18)	(72) 発明者	勝部 政男 島根県松江市学園南二丁目3-5 松江土 建株式会社内
審査請求日	平成18年8月4日(2006.8.4)		
(31) 優先権主張番号	特願2004-27318 (P2004-27318)		
(32) 優先日	平成16年2月3日(2004.2.3)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気液溶解装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

貧酸素水域から取り込んだ水に酸素を含んだガスを溶解させて溶存酸素濃度を高め、当該貧酸素水域へ溶存酸素濃度の高まった水を送り返す気液溶解装置であって、

前記貧酸素水域から処理すべき水を取り込む取水部と、

前記酸素を含んだガスを供給する供給部と、

下部に少なくとも一つの孔を有し上部に天板を有する有底の気液溶解室と、

前記供給部が供給するガスと前記取水部が供給する水とを前記天板内壁に衝突するよう上向きに噴出させ、ガスの気泡と水とで前記気液溶解室内を満たすと同時に、噴出させたガスと水との勢いによって気泡と水とを激しく攪拌させるノズルと、

前記気液溶解室の外部に配され、前記気液溶解室と前記孔を介して連通しており、前記気液溶解室から前記孔を通して流出する気泡と水とを貯留しつつ分離し、上部には分離した気泡を外部へ逃がすガス抜孔を有し、下部には気泡と分離した水を取り出す取出口を有する気液分離室と、

前記取出口から取り出される水を前記貧酸素水域に送り返す送水部と、

を有したことを特徴とする気液溶解装置。

【請求項2】

前記天板をドーム形状としたことを特徴とする請求項1に記載の気液溶解装置。

【請求項3】

前記ノズルの先端部分を噴出口に向かって先細りとなるようにしたことを特徴とする請求

10

20

項 1 または 2 に記載の気液溶解装置。

【請求項 4】

前記気液分離室内に前記気液溶解室を収容したことを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の気液溶解装置。

【請求項 5】

前記孔の総断面積を前記ノズルの噴出口の面積より広くしたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載の気液溶解装置。

【請求項 6】

少なくとも、前記取水部、気液溶解室、ノズル、および、気液分離室を、前記貧酸素水域中に設置したことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載の気液溶解装置。

10

【請求項 7】

前記気液溶解室の側面を円筒形状ないし軸対称形状になるように形成して前記気液分離室内に収容し、

さらに、開放された上部を有し側面が円筒形状ないし軸対称形状であって上部にいくに従って先細りに形成された隔壁体を前記気液溶解室と前記気液分離室との間に配し、

前記孔を介して前記気液溶解室から前記隔壁体側へ移動する気泡と水とを、前記気液溶解室の径方向に対して所定の角度をつけて流出させ、

前記気液溶解室外側と前記隔壁体内側との間に上方に移動していく旋回流を発生させることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の気液溶解装置。

【請求項 8】

前記気液溶解室の厚みを利用して、前記孔の穿孔方向を前記所定の角度のついた方向とすることを特徴とする請求項 7 に記載の気液溶解装置。

20

【請求項 9】

液体と気体の気液混相流体を供給する供給部と、

上部で気液混相流体の流れを受け止めつつ下部に流体の逃がし孔を設けた気液溶解室と、

気液溶解室に貫入し、供給部が供給する気液混相流体を気液溶解室の上部へ向けて上向きに噴出させるノズルと、

逃がし孔を介して気液溶解室と連通しつつ、気液溶解室の外側に配され、逃がし孔からの気液混相流体を貯留して液体を気体から分離する気液分離室と、

気液分離室で分離された液体を取り出す取出口と、

を有し、

ノズルからの噴出の勢いと気液溶解室の上部からの還流とによる攪拌により液体中の気体成分の溶存濃度を高める気液溶解装置。

30

【請求項 10】

気液溶解室の上部をドーム状に形成したことを特徴とする請求項 9 に記載の気液溶解装置。

【請求項 11】

ノズルの先端部分を噴出口に向かって先細りとなるように形成したことを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の気液溶解装置。

40

【請求項 12】

気液分離室内に気液溶解室を収容したことを特徴とする請求項 9、10 または 11 に記載の気液溶解装置。

【請求項 13】

逃がし孔の総断面積をノズルの噴出口の面積より広くなるように形成したことを特徴とする請求項 9～12 のいずれか一つに記載の気液溶解装置。

【請求項 14】

気液溶解室の側面を円筒形状ないし軸対称形状になるように形成して気液分離室内に収容し、

さらに、開放された上部を有し側面が円筒形状ないし軸対称形状であって上部にいくに

50

従って先細りに形成された隔壁体を気液溶解室と気液分離室との間に配し、

逃がし孔を介して気液溶解室から隔壁体側へ移動する気液混相流体を、気液溶解室の径方向に対して所定の角度をつけて流出させ、

気液溶解室外側と隔壁体内側との間に上方に移動していく旋回流を発生させることを特徴とする請求項 9、10 または 11 に記載の気液溶解装置。

【請求項 15】

気液溶解室の厚みを利用して、孔の穿孔方向を気液溶解室の径方向から所定の角度のついた方向とすることを特徴とする請求項 14 に記載の気液溶解装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、気体成分を高濃度に溶かし込んだ液体を連続的に生成する気液溶解装置に関し、特に、貧酸素化した水域から取り込んだ水に酸素を含んだガスを溶解させて溶存酸素濃度を高め、再びその水域へ送り返す気液溶解装置に関する。

【背景技術】

【0002】

湖沼、ダム、河川、内湾等の底層には、陸上から流入する生活廃水や農耕廃水に起因した有機物、または、この有機物を栄養源として増殖した水生植物やプランクトンの遺骸が堆積している。これらの有機物や堆積物は、底層水中の酸素を消費しながら分解していく。従って、この酸素消費を伴う分解反応により、湖沼などの底層には貧酸素化した水域が発生する。

20

【0003】

貧酸素化した水域とは、酸素の溶存濃度がせいぜい 1～2 mg/リットルの領域をいい、これは水面付近の 10 mg/リットルより遙かに低い値である。特に、貧酸素化した水域は、水が汚れている場合が多く、光合成が行えないため藻が生えず、藻が生えないため酸素が生成されず貧酸素化が進む、という悪循環に陥る。

【0004】

底層の貧酸素化は、湖沼等の環境に様々な悪影響を及ぼすことが知られている。例えば、底層が貧酸素な状態であると底生生物が死滅してしまう場合がある。また、底層が貧酸素化すると、還元雰囲気となり、周辺岩石やヘドロから金属が溶出し水質の悪化を招く場合もある。

30

【0005】

このような貧酸素状態を解消するため、貧酸素化した水域に酸素を供給し溶存酸素濃度を高める方法が知られている。例えば、特開平 5-168981 号公報「酸素吹込装置」、特開平 7-185281 号公報「気体の溶解装置」、特開 2002-200415 号公報「空気を水に溶解する装置」には、泡状の酸素や空気を直接貧酸素化した水域に供給する方法が開示されている。

【0006】

また、特開 2002-177953 号公報「水中設置型加圧タンク方式水の溶存酸素自動制御方法」、特開 2000-245295 号公報「酸素水供給装置」には、密閉したタンク内で酸素と水とを加圧混合することによって強制的に酸素を水に溶解し、溶存酸素濃度を高めた水（以下、高濃度酸素溶解水と適宜称する）を生成し、貧酸素化した水域に供給する方法が開示されている。

40

【0007】

また、特開平 11-207162 号公報「加圧式酸素溶解方法」には、同様に密閉したタンク内で高濃度酸素溶解水を生成し、一旦、タンク内で大気開放した後、貧酸素化した水域へ供給する方法が開示されている。さらに、特開 2002-346351 号公報「気体溶解装置」には、密閉したタンク内に溶解させるガスを充満させ、このタンクの中に、水を噴出させてガスの溶解を行う方法が開示されている。

【0008】

50

【特許文献1】特開平5-168981号公報
 【特許文献2】特開平7-185281号公報
 【特許文献3】特開2002-200415号公報
 【特許文献4】特開2002-177953号公報
 【特許文献5】特開2000-245295号公報
 【特許文献6】特開平11-207162号公報
 【特許文献7】特開2002-346351号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

しかしながら、従来の技術では以下の問題点があった。

まず、特開平5-168981号公報、特開平7-185281号公報、特開2002-200415号公報に開示される技術では、泡状の酸素や空気を直接貧酸素化した水域へ送り込むと、そのほとんどが水面へ浮上してしまうため、酸素濃度を効率的に高められないという問題点があった。

【0010】

次に、水面へ浮上する泡自体も底質を巻き上げる水流を作り出すため、以下の問題を引き起こしてしまう場合があった。すなわち、底質が巻き上がると、堆積していた有機物などが攪拌されて分解反応を促進してしまい、かえって酸素濃度を低下させてしまったり、貧酸素水域を拡大してしまう場合があった。また、底質が巻き上がる際に、周辺岩石や

20

ヘドロから溶出した金属成分が拡散し、水質悪化を拡大してしまう場合もあった。

【0011】

また、特開2002-177953号公報、特開2000-245295号公報に開示される技術では、圧力の高い高濃度酸素溶解水を貧酸素化した水域に供給すると、圧力低下に伴い酸素が気泡となって析出してしまうので、同様に、底質の巻き上げに伴う問題点が生じてしまう。また、特開平11-207162号公報に開示される技術の場合も、タンクから供給される高濃度酸素溶解水中には、一旦大気開放した際に発生した気泡が混在しており、やはり底質を巻き上げてしまうという問題点があった。

【0012】

さらに、密閉したタンク内で高濃度酸素溶解水の生成を行う場合、タンク内の圧力や水位を制御するための設備が必要であった。このため装置自体が大掛かりとなり、設備にかかる費用が高くなってしまいう問題点があった。

30

【0013】

また、湖底やダムといった大容量の水を処理する場合には、一般的に、連続して水を処理させたいという要望がある。また、このとき、ポンプ駆動や上述した底質巻上の観点から、泡を含まない液体部分だけを取り出したいという要望もある。

【0014】

さらに、生成された高濃度酸素溶解水も、一定量を連続的に供給したい、すなわち、安定的に供給したいという要請もある。これは、水量が変化すると水流が揺らぎ、底質巻上の原因となるためである。

40

【0015】

本発明は上記に鑑みてなされたものであって、気泡による底質の巻き上げを防止しつつ貧酸素化した水域の酸素濃度を効率よく高めることができ、しかも安価に構築できる気液溶解装置を提供することを目的とする。

【0016】

また、本発明は、気体成分が高濃度に溶存し泡を含まない液体を安定的かつ連続的に供給可能な気液溶解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】

【0017】

上記の目的を達成するために、請求項1に記載の気液溶解装置は、貧酸素水域から取り

50

込んだ水に酸素を含んだガスを溶解させて溶存酸素濃度を高め、当該貧酸素水域へ溶存酸素濃度の高まった水を送り返す気液溶解装置であって、前記貧酸素水域から処理すべき水を取り込む取水部と、前記酸素を含んだガスを供給する供給部と、下部に少なくとも一つの孔を有し上部に天板を有する有底の気液溶解室と、前記供給部が供給するガスと前記取水部が供給する水とを前記天板内壁に衝突するよう上向きに噴出させ、ガスの気泡と水とで前記気液溶解室内を満たすと同時に、噴出させたガスと水との勢いによって気泡と水とを激しく攪拌させるノズルと、前記気液溶解室の外部に配され、前記気液溶解室と前記孔を介して連通しており、前記気液溶解室から前記孔を通して流出する気泡と水とを貯留しつつ分離し、上部には分離した気泡を外部へ逃がすガス抜孔を有し、下部には気泡と分離した水を取り出す取出口を有する気液分離室と、前記取出口から取り出される水を前記貧酸素水域に送り返す送水部と、を有したことを特徴とする。

10

【0018】

すなわち、請求項1にかかる発明は、以下の通りに高濃度酸素溶解水を生成する。まず、供給部から供給された酸素を含んだガスと取水部から供給された貧酸素水とが、ノズル内で気液混相流体を形成する。この気液混相流体は、ノズルから気液溶解室内へ噴出し、天板に衝突した後、飛散、反転して気液溶解室内を下降する。この際、気液混相流体は自らの噴出した勢いで渦状の流れないし乱流を形成し気泡は細分化する。この渦状の流れないし乱流により、気液混相流体中のガスと水とは激しく接触し攪拌され、ガス（酸素）が水に溶解していく。さらに、気液溶解室内を下降する気液混相流体にノズルから噴出する気液混相流体が連続的に衝突し、ガスと水との更なる接触および攪拌が起こり、ガス（酸素）が水に溶解する。

20

【0019】

つまり、本発明の気液溶解装置は、強制的にガスを溶解させるものとは異なり、ノズルから噴出する気液混相流体の勢いによってガスと水との接触面積および接触機会を重畳的に高め、ガスの溶解を促進する。

【0020】

また、本発明の気液溶解装置は、気液溶解室内の壁により水流を閉じこめて、水の勢いにより大きな泡が気液分離室側に渦度に流出するのを防止する。これにより、気液分離室内で細かな泡が自然に分離し、高濃度酸素溶解水のための連続的な取り出しが可能となる。

【0021】

なお、本発明による気液溶解装置による高濃度酸素溶解水は従来のように強制的にガスを溶解させるべく内圧を雰囲気気圧より過度に高圧にして生成したものではないので、貧酸素水域に戻しても圧力開放に基づく気泡が析出しない。また、高圧タンクのような密閉した反応容器や、その内圧および水位を制御するための設備も不要となり、装置自体の簡素化を図ることも可能となる。なお、雰囲気気圧とは、気液溶解装置の主要部（気液溶解室、気液分離室、ノズル）が配置される場所の周囲の圧力を意味し、設置場所が陸上であるならば大気圧、水中であるならば水圧をいう。なお、ノズルから水とガスを噴出させるための加圧（例えばプラス1気圧程度の加圧）は、水流を作るために必要であって前述した過度の高圧とするための加圧機構には該当しない。

30

【0022】

なお、水とは、河川、湖沼やダムの水といった塩分を含まない水の他、海水や汽水といった塩分を含む水も含むものとする。また、有底とは、気液溶解室が略密閉されていることを表現するものであり、「下部に少なくとも一つの孔を有し上部に天板を有する有底の気液溶解室」とは、換言すれば、孔とノズルの貫入部分を除いては気液溶解室が閉じた状態であることを意味する。また、天板とは、必ずしも気液溶解室内に別個に設けられている必要はなく、気液溶解室の上部の面（天井を形成する部分の面）であってもよい。従って、天板内壁とは、気液溶解室の上部にある内側の面を意味する。また、取出口とは、換言すれば、気体成分の溶存濃度が高まった液体を装置外へ送出する送出口ということもできる。

40

【0023】

50

また、請求項2に記載の気液溶解装置は、請求項1に記載の気液溶解装置において、前記天板をドーム形状としたことを特徴とする。すなわち、請求項2にかかる発明は、ノズルから噴出した気液混相流体がドームに沿って激まず流れ、ガスと水との接触機会を効率的に高めてその接触面積を大きくでき、ガスの溶解をより促進する。また天板部分の形をドーム状とすることにより、気液溶解室の耐久性を向上させることが可能となる。

【0024】

また、請求項3に記載の気液溶解装置は、請求項1または2に記載の気液溶解装置において、前記ノズルの先端部分を噴出口に向かって先細りとなるようにしたことを特徴とする。すなわち、請求項3にかかる発明は、気液混相流体を付勢して気液溶解室へ流入させることができる。

10

【0025】

また、請求項4に記載の気液溶解装置は、請求項1、2または3に記載の気液溶解装置において、前記気液分離室内に前記気液溶解室を収容したことを特徴とする。すなわち、請求項4にかかる発明は、高濃度酸素溶解水を気液溶解室の孔から気液分離室へ直接流出させるので、気液分離室へ高濃度酸素溶解水を送り込むための管等の設備を必要としない。また、装置が一体的に構成されるので、装置の設営や引上げを簡便に行うことが可能となる。

【0026】

また、請求項5に記載の気液溶解装置は、請求項1～4のいずれか一つに記載の気液溶解装置において、前記孔の総断面積を前記ノズルの噴出口の面積より広くしたことを特徴とする。すなわち、請求項5にかかる発明は、ノズルから噴出する気液混相流体による気液溶解室の内圧の過度の上昇を防止する。

20

【0027】

また、請求項6に記載の気液溶解装置は、請求項1～5のいずれか一つに記載の気液溶解装置において、少なくとも、前記取水部、気液溶解室、ノズル、および、気液分離室を、前記貧酸素水域中に設置したことを特徴とする。すなわち、請求項6にかかる発明は、水圧が高くなるため、多くのガスを水に溶解させることが可能となる。また、このような設置方法によれば、陸上に設置した場合と比較して、水の取り込みおよび吐き出しに必要なエネルギーを節約することができる。

【0028】

また、請求項7に記載の気液溶解装置は、請求項1、2または3に記載の気液溶解装置において、前記気液溶解室の側面を円筒形状ないし軸対称形状になるように形成して前記気液分離室内に収容し、さらに、開放された上部を有し側面が円筒形状ないし軸対称形状であって上部にいくに従って先細りに形成された隔壁体を前記気液溶解室と前記気液分離室との間に配し、前記孔を介して前記気液溶解室から前記隔壁体側へ移動する気泡と水とを、前記気液溶解室の径方向に対して所定の角度をつけて流出させ、前記気液溶解室外側と前記隔壁体内側との間に上方に移動していく旋回流を発生させることを特徴とする。

30

【0029】

すなわち、請求項7にかかる発明は、上部にいくに従って流速が増す旋回流により、比重の小さな気泡を中心に集め、気泡と水とを効率的かつ効果的に分離させる。また、装置が一体的に構成されるので、装置の設営や引上げを簡便に行うことが可能となる。なお、気液溶解室の側面が円筒形状ないし軸対称形状であるとは、例えば、上部が半球形、側面が円柱形であるような場合をはじめとし、気液溶解室の軸に垂直な断面の外形が円であって軸に沿って径が異なる場合を含むものとする。同様に、隔壁体が、その側面が円筒形状ないし軸対称形状であって上部にいくに従って先細りに形成されているとは、切頭中空円錐形状をはじめとし、軸を共通にした径の異なる中空円柱の結合体や、軸を共通にした径の異なる中空円柱を中空円錐でつないだものも含むものとする。

40

【0030】

また、請求項8に記載の気液溶解装置は、請求項7に記載の気液溶解装置において、前記気液溶解室の厚みを利用して、前記孔の穿孔方向を前記所定の角度のついた方向とする

50

ことを特徴とする。すなわち、請求項7にかかる発明は、装置構成を簡素化することにより故障箇所の要因を低減し、長期の連続使用に資することができる。

【0031】

また、請求項9に記載の気液溶解装置は、液体と気体の気液混相流体を供給する供給部と、上部で気液混相流体の流れを受け止めつつ下部に流体の逃がし孔を設けた気液溶解室と、気液溶解室に貫入し、供給部が供給する気液混相流体を気液溶解室の上部へ向けて上向きに噴出させるノズルと、逃がし孔を介して気液溶解室と連通しつつ、気液溶解室の外側に配され、逃がし孔からの気液混相流体を貯留して液体を気体から分離する気液分離室と、気液分離室で分離された液体を取り出す取出口と、を有し、ノズルからの噴出の勢いと気液溶解室の上部からの還流とによる攪拌により液体中の気体成分の溶存濃度を高めたものである。

10

【0032】

すなわち、請求項9にかかる発明は、ノズルから噴出する気液混相流体の勢いによって液体と気体との接触面積および接触機会を重疊的に高めて気体の溶解を促進し、かつ、気液溶解室内と気液分離室とで段階的に気体を分離して液体部分のみを安定的、連続的に取り出す。

【0033】

なお、上部、下部とは、それぞれ、装置を設置したときの気液溶解室の鉛直上方側と、鉛直下方側をいう。また、逃がし孔とは、気液混相流体を気液溶解室外部へ流出させる孔をいう。また、供給部は、機能的に、気液混相流体をノズルへ供給できればその構成は特に限定されず、例えば、液体の供給部と気体の供給部が直接ノズルに接続される場合も含むものとする。なお、気液分離室で気体は上部に集まってくるが、本請求項では、ガス抜孔やガス回収部を述べていない。これは、そのような構成部分の存在を排除する意味ではなく、単に特定していないだけであって、必要に応じて設けることを何ら妨げない。

20

【0034】

なお、次に説明するように、請求項9にかかる発明は、請求項1から8までに記載した各部の構成を採用してもよい。すなわち、上部をドーム形状としてもよいし、ノズルの先端を先細りにしてもよい。また、気液溶解室の外側に配する態様は、気液溶解室と気液分離室とを別体としてもよく、気液溶解室が気液分離室に内包される態様であってもよい。

【0035】

すなわち、請求項10に記載の気液溶解装置は、請求項9に記載の気液溶解装置において、気液溶解室の上部をドーム状に形成したことを特徴とする。すなわち、請求項10にかかる発明は、ノズルから噴出した気液混相流体がドームに沿って澱まず流れ、気体と液体との接触機会を効率的に高めてその接触面積を大きくでき、気体の溶解をより促進する。また気液溶解室の上部をドーム状に形成することにより、気液溶解室の耐久性を向上させることが可能となる。

30

【0036】

また、請求項11に記載の気液溶解装置は、請求項9または10に記載の気液溶解装置において、ノズルの先端部分を噴出口に向かって先細りとなるように形成したことを特徴とする。すなわち、請求項11にかかる発明は、気液混相流体を付勢して気液溶解室へ流入させることができる。

40

【0037】

また、請求項12に記載の気液溶解装置は、請求項9、10または11に記載の気液溶解装置において、気液分離室内に気液溶解室を収容したことを特徴とする。すなわち、請求項12にかかる発明は、気体成分の溶存濃度の高まった気液混相流体を気液溶解室の逃がし孔から気液分離室へ直接流出させるので、気液分離室へ気液混相流体を送り込むための管等の設備を必要としない。また、装置が一体的に構成されるので、装置の設置や設営を簡便に行うことが可能となる。

【0038】

また、請求項13に記載の気液溶解装置は、請求項9～12のいずれか一つに記載の気

50

液溶解装置において、逃がし孔の総断面積をノズルの噴出口の面積より広くなるように形成したことを特徴とする。すなわち、請求項 1 3 にかかる発明は、ノズルから噴出する気液混相流体による気液溶解室の内圧の過度の上昇を防止する。

【0039】

また、請求項 1 4 に記載の気液溶解装置は、請求項 9、10 または 11 に記載の気液溶解装置において、気液溶解室の側面を円筒形状ないし軸対称形状になるように形成して気液分離室内に収容し、さらに、開放された上部を有し側面が円筒形状ないし軸対称形状であって上部にいくに従って先細りに形成された隔壁体を気液溶解室と気液分離室との間に配し、逃がし孔を介して気液溶解室から隔壁体側へ移動する気液混相流体を、気液溶解室の径方向に対して所定の角度をつけて流出させ、気液溶解室外側と隔壁体内側との間に上方に移動していく旋回流を発生させることを特徴とする。すなわち、請求項 1 4 にかかる発明は、上部にいくに従って流速が増す旋回流により、比重の小さな気体が中心に集まり、気体と液体とを効率的に分離させる。また、装置が一体的に構成されるので、装置の設営や引上げを簡便に行うことが可能となる。

10

【0040】

また、請求項 1 5 に記載の気液溶解装置は、請求項 1 4 に記載の気液溶解装置において、気液溶解室の厚みを利用して、孔の穿孔方向を気液溶解室の径方向から所定の角度のついた方向とすることを特徴とする。すなわち、請求項 1 5 にかかる発明は、装置構成を簡素化することにより故障箇所の要因を低減し、長期の連続使用に資することができる。

20

【0041】

なお、本発明（請求項 1～6、請求項 9～13）において、気液溶解室の孔（逃がし孔）は、大きくしすぎて大きな泡や渦流が気液分離室に流出してしまったり、小さくしすぎて孔で付勢された噴流が気液分離室に流出してしまったりしない程度の大きさとするのが好ましい。換言すれば、気液分離室における水流が泡を砕いて微細な泡を生成してしまわない程度の水流が保てる大きさとするのが好ましい。このとき、孔（逃がし孔）の大きさが大きくなるように孔（逃がし孔）を複数設けるのがさらに好ましい。これにより、勢いのある水流を気液溶解室に閉じこめ、気液分離室では安定した弱い水流だけにして、泡と高濃度酸素水の効率的な分離が可能となる。また、大きな泡を気液分離室に流出させない方法として、気液溶解室の長さを長くする方法を挙げることができる。

30

【0042】

一方、請求項 7、8、14 および 15 では、旋回流を発生させるために、孔である程度付勢された流れとなるのが好ましい。従って、孔（逃がし孔）の径および個数は、付勢された流れを形成可能なように設計することが好ましい。

【発明の効果】

【0043】

本発明の気液溶解装置（請求項 1）は、ノズルから噴出する気液混相流体の勢いによってガスと水との接触面積および接触機会を重畳的に高め、ガスの溶解を促進するので、貧酸素水域の酸素濃度を効率よく高めることが可能となる。また、本発明の気液溶解装置（請求項 1）は、気液溶解室の壁により水流を閉じこめて、気液分離室内で細かな泡を分離し、高濃度酸素溶解水部分のみを連続的に取り出すので、気泡による底質の巻き上げを防止することができる。さらに、高圧タンクのような密閉した反応容器や、その内圧および水位を制御するための設備も不要となるので、装置自体を簡素化でき、安価に気液溶解装置を提供できる。

40

【0044】

また、本発明の気液溶解装置（請求項 2）は、請求項 1 に記載の気液溶解装置において、ノズルから噴出した気液混相流体がドームに沿って激まず流れ、ガスと水との接触機会を効率的に高めてその接触面積を大きくし、ガスの溶解をより促進させることができ、これにより、貧酸素水域の酸素濃度をより効率的に高める気液溶解装置が提供可能となる。

【0045】

また、本発明の気液溶解装置（請求項 3）は、請求項 1 または 2 に記載の気液溶解装置

50

において、気液混相流体を付勢して気液溶解室へ流入させるので、簡単な構成でより効率的にガスの溶解を行うことができ、これにより、貧酸素水域の酸素濃度をより効率的に高め安価に構築できる気液溶解装置が提供可能となる。

【0046】

また、本発明の気液溶解装置（請求項4）は、請求項1、2または3に記載の気液溶解装置において、高濃度酸素溶解水を気液溶解室の孔から気液分離室へ直接流出させるので、気液分離室へ高濃度酸素溶解水を送り込むための管等の設備を不要として装置自体を簡素化でき、これにより、より安価に構築できる気液溶解装置が提供可能となる。

【0047】

また、本発明の気液溶解装置（請求項5）は、請求項1～4のいずれか一つに記載の気液溶解装置において、ノズルから噴出する気液混相流体による気液溶解室の内圧の過度の上昇を防止でき、これにより、気液溶解室の寿命をのばし、維持費用や補修費用が安価な気液溶解装置を提供することが可能となる。

【0048】

また、本発明の気液溶解装置（請求項6）は、請求項1～5のいずれか一つに記載の気液溶解装置において、水圧が高くなるため多くのガスを水に溶解させることが可能となる。また、陸上に設置した場合と比較して、水の取り込みおよび吐き出しに必要なエネルギーを節約することができる。これにより、貧酸素水域の酸素濃度を効率よく高め安価な気液溶解装置を提供することが可能となる。

【0049】

また、本発明の気液溶解装置（請求項7）は、請求項1、2または3に記載の気液溶解装置において、上部にいくに従って流速が増す旋回流により、比重の小さな気泡を中心に集めて気泡と水とを効率的かつ効果的に分離することができ、これにより、泡を含まない高濃度酸素溶解水を安定的かつ連続的に生成可能な気液溶解装置が提供可能となる。

【0050】

また、本発明の気液溶解装置（請求項8）は、請求項7に記載の気液溶解装置において、装置構成を簡素化することにより故障箇所の要因を低減し、長期の連続使用に資することができ、これにより、維持費用や補修費用が安価な気液溶解装置を提供することが可能となる。

【0051】

また、本発明の気液溶解装置（請求項9）は、ノズルから噴出する気液混相流体の勢いによって液体と気体との接触面積および接触機会を重疊的に高めて気体の溶解を促進し、かつ、気液溶解室内と気液分離室とで段階的に気体を分離して液体部分のみを連続的に取り出すことができ、これにより、気体成分が高濃度に溶存し泡を含まない液体を連続的に供給可能な気液溶解装置が提供可能となる。

【0052】

また、本発明の気液溶解装置（請求項10）は、請求項9に記載の気液溶解装置において、ノズルから噴出した気液混相流体がドームに沿って澱まず流れ、液体と気体との接触機会を効率的に高めてその接触面積を大きくでき、気体の溶解をより促進させることができ、これにより、気体成分が高濃度に溶存し泡を含まない液体を安定的かつ連続的に供給可能な気液溶解装置が提供可能となる。

【0053】

また、本発明の気液溶解装置（請求項11）は、請求項9または10に記載の気液溶解装置において、気液混相流体を付勢して気液溶解室へ流入させるので、簡単な構成でより効率的に気体の溶解を行うことができ、これにより、気体成分が高濃度に溶存し泡を含まない液体を安定的かつ連続的に供給可能な気液溶解装置を安価に提供することができる。

【0054】

また、本発明の気液溶解装置（請求項12）は、請求項9、10または11に記載の気液溶解装置において、気体成分の溶存濃度の高まった気液混相流体を気液溶解室の逃がし孔から気液分離室へ直接流出させるので、気液分離室へ気液混相流体を送り込むための管

等の設備を不要として装置自体を簡素化でき、これにより、より安価に構築できる気液溶解装置が提供可能となる。

【0055】

また、本発明の気液溶解装置（請求項13）は、請求項9～12のいずれか一つに記載の気液溶解装置において、ノズルから噴出する気液混相流体による気液溶解室の内圧の過度の上昇を防止でき、これにより、気液溶解室の寿命をのばし、維持費用や補修費用が安価な気液溶解装置を提供することが可能となる。

【0056】

また、本発明の気液溶解装置（請求項14）は、請求項9、10または11に記載の気液溶解装置において、上部にいくに従って流速が増す旋回流により、比重の小さな気体を中心に集めて気体と液体とを効率的に分離することができ、これにより、気体成分が高濃度に溶存し泡を含まない液体を安定的かつ連続的に供給可能な気液溶解装置が提供可能となる。

【0057】

また、本発明の気液溶解装置（請求項15）は、請求項9に記載の気液溶解装置において、装置構成を簡素化することにより故障箇所の要因を低減し、長期の連続使用に資することができ、これにより、維持費用や補修費用が安価な気液溶解装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

〔図1〕実施の形態1の気液溶解装置を利用して湖の貧酸素化を改善する例を示した説明図である。

〔図2〕実施の形態1の気液溶解装置の主要部分の概略構成例を示した断面図である。

〔図3〕実施の形態1の気液溶解装置の主要部分を斜め上方から模式的に表した図である。

〔図4〕実施の形態1で説明した気液溶解装置により処理した水の溶存酸素量の変化を装置の運転時間とともに示したグラフである。

〔図5〕従来装置の概略図である。

〔図6〕気液溶解装置を陸上に設置した場合の説明図である。

〔図7〕実施の形態3の気液溶解装置の主要部分の概略構成例を示した断面図である。

〔図8〕実施の形態3の気液溶解室に設けられた孔部分を含む断面図である。

〔図9〕実施の形態4の気液溶解装置のノズル部分の外観斜視図である。

【符号の説明】

【0059】

- 1、21 気液溶解装置
- 2、22、32 ノズル
- 2a 先端部分
- 2b、32b 噴出口
- 3、23 ポンプ
- 4、24 酸素供給部
- 5、25 気液溶解室
- 5a 天板部分
- 5b、25b 孔
- 6、26 気液分離室
- 6a、26a ガス抜孔
- 6b、26b、 送水口
- 10 固定部
- 11 気液混相流体
- 12 汲上ホース
- 13 送水ホース

10

20

30

40

50

25a	天井
27	隔壁体
27a	上部
30	台座
31	脚部
34	空気の供給管

【発明を実施するための最良の形態】

【0060】

〔実施の形態1〕

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

10

図1は、本実施の形態の気液溶解装置を利用して湖の貧酸素化を改善する例を示した説明図である。図2は、本実施の形態の気液溶解装置の主要部分の概略構成例を示した断面図である。図3は、本実施の形態の気液溶解装置の主要部分を斜め上方から模式的に表した図である。気液溶解装置1は、湖Aの貧酸素水域Bから水を取り込みノズル2へ供給するポンプ3と、酸素を含んだガス（以下、酸素ガスと適宜称する。またこの酸素ガスとして空気をを用いることができる。）をノズル2へ供給する酸素供給部4と、ポンプ3が供給する水と酸素供給部4が供給する酸素ガスとを気液溶解室5内の天板部分5aへ向けて噴出させるノズル2と、ノズル2から噴出した水と酸素ガスとを攪拌して高濃度酸素溶解水を生成する気液溶解室5と、気液溶解室5内で生成した高濃度酸素溶解水と水に溶けなかった酸素ガスの気泡とを貯留して分離する気液分離室6と、を有している。

20

【0061】

図示したように、気液溶解装置1は、貧酸素水域Bに設置されている。なお、姿勢を保つために、本実施の形態の気液溶解装置1は、上部にうき8と、下部におもり9とを備えている。このようにうき8とおもり9を備えることにより、水面から投入するだけで簡便な装置設営が可能となる。

【0062】

気液溶解室5は、有底の縦長筒状体で、天板部分5aがドーム形状をしており、下部側面には複数の孔5bを有し、この孔5bとノズル2部分を除いて密閉した構成となっている。気液溶解室5内部には、先端部分2aの内径が噴出口2bに向かって細くなるよう形成されたノズル2が噴出口2bを上向きとしてドーム形状の中心に対向するように配置されている。ノズル2には、ポンプ3と酸素供給部4とが接続され、貧酸素水と酸素ガスとが混合した気液混相流体がある程度の水圧を以て常時流入するようになっている。

30

【0063】

気液分離室6は、縦長筒状体であって、気液溶解室5をすっぽりと覆うように設けられ、固定部10により気液溶解室5を保持する構成としている。この気液分離室6は、上部にガス抜孔6aを設け、最終的に気体として残ったガスを放出または再利用可能にしている。また、気液分離室6の底部には送水口6bを設け、高濃度酸素溶解水を貧酸素水域Bに送り返すようにしている。なお、気液分離室6の形状は筒状であるが、その断面に特に限定はなく、円形や楕円形をはじめとし多角形であってもよいものとする。また、使用の態様によっては、卵形のような楕円体形も含まれるものとする。

40

【0064】

気液溶解装置1の処理動作を以下に説明する。まず、ポンプ3を作動させて、貧酸素水域Bの水を取り込みノズル2へと供給する。これと同時に、酸素供給部4が酸素ガスをノズル2へと供給する。供給された水と酸素ガスとはノズル2内で気液混相流体11を形成する。気液混相流体11はポンプ圧に加えてノズル2の先細りの先端部分2aでさらに付勢され、気液溶解室5内へ勢いよく噴出する。

【0065】

噴出した気液混相流体は、天板5aに衝突した後ドーム形状に沿って下降する。この際、気液混相流体11は自らの噴出の勢いで渦ないし乱流を形成する。この複雑な流れにより、気液混相流体11中の酸素ガスは極めて細かな気泡となり接触面積を著しく増大して

50

水と激しく接触し、攪拌される。これに加えて、気液溶解室5内を下降する気液混相流体11とノズル2から噴出する気液混相流体11とが衝突し、酸素ガスと水との更なる接触および攪拌が起り、酸素ガスが水に効率的に溶解していく。以上のようにして気液溶解室5内で、高濃度酸素溶解水が生成される。

【0066】

この高濃度酸素溶解水は、水に溶けなかった酸素ガスの気泡と混在した状態で、気液溶解室5内を下降し、孔5bを通過して気液分離室6へと移動する。ここで、孔5bは気液溶解室5の下部側面に設けられているので、大きな気泡は上部に残留し細かな泡と高濃度酸素溶解水が気液分離室6へ移動することとなる。見方を変えれば、気液溶解室5は、激しい水流を閉じこめ、噴流が気液分離室6に出ないように整流して細かな泡が気液分離室6

10

【0067】

高濃度酸素溶解水と気泡とは、気液分離室6で一時的に貯留されることによって、気泡が上部へ分離していき、泡の含まれない高濃度酸素溶解水だけが送水口6bから貧酸素水域Bへ定期的に戻される。なお、孔5bから流出する気泡が送水口6bから送出される高濃度酸素溶解水へ混ざること防止するため、送水口6bは孔5bより低く、しかも離れた位置に設けられている。

【実施例1】

【0068】

上述の気液溶解装置を用いて貧酸素水を処理し、溶存酸素濃度の測定を行った。図4は、実施の形態1で説明した気液溶解装置により処理した水の溶存酸素濃度の変化を装置の運転時間とともに示したグラフである。測定の条件は、ノズルから噴出する水の流量10リットル/min、供給した酸素ガス濃度99.9パーセント（酸素ポンプ使用）、酸素ガスの供給量0.5リットル/min、気液溶解室内の加圧0.1MPa（約1気圧分の加圧）、水温27℃である。なお、図4のグラフには、比較例として図5に示した従来装置で処理した水の溶存酸素濃度をあわせて記載している。

20

【0069】

図5に示した従来装置は、同様の装置の中でも高濃度の酸素溶解水を供給可能な型である。簡単に説明すると、従来装置は、気液溶解反応の反応容器となる密閉タンクと、水を取り込むポンプと、ポンプ上流に配された水の供給量を調整する流量調整バルブと、酸素ガスの供給源と、水と酸素ガスとを密閉タンクへ噴出させるノズルと、ノズルから噴出した気体と液体をぶつけるじゃま板と、密閉タンク内にたまる剰余気体を排出するバルブと、密閉タンク内で生成した高濃度酸素溶解水の吐出量を調整するバルブと、を有している。

30

【0070】

従来装置は、密閉タンク内に予め酸素ガスを充填させて、じゃま板の下に水面がくるように調整し、じゃま板へ向けてノズルから水と酸素ガスとを噴出させて、ガスを水に溶解させる構成を採用している。なお、この方式の従来装置は、図示を省略するが、密閉タンク内の圧力や水位を制御するための制御部が必要となる。特に、剰余気体を排出するバルブは、水位調節機能を有するため、制御が複雑で、装置自体が大掛かりで高価とならざるを得ない。

40

【0071】

図4から明らかなように、本実施例の気液溶解装置は、装置運転開始後4分程度で定常運転となり、酸素濃度=50mg/リットルの高濃度酸素溶解水を供給可能であることがわかる。一方、図5に示した従来装置では、装置運転開始後8分程度で略定常的な運転となるが、得られる高濃度酸素溶解水の濃度は40~45mg/リットルであり、しかも、水位調節のため剰余気体を排出する制御が加わるため、酸素濃度が安定していないことがわかる。なお、従来装置では、剰余気体の排出に伴い、高濃度酸素溶解水の貧酸素水域Bへの供給が一定しないことも改めて確認できた。

【0072】

50

高濃度酸素溶解水の溶存酸素濃度が相対的に低い場合には、貧酸素水域へは大量の高濃度酸素溶解水を供給しなければならず、水流によって底質の攪乱を起してしまうことがある。底質の攪乱を起さず、効率よく貧酸素水域の溶存酸素濃度を向上させるには、より濃度の高い酸素溶解水を揺らぎなく安定的に供給する必要がある。図4に示した通り、本実施の形態の気液溶解装置は、従来より溶存酸素濃度の高い高濃度酸素溶解水を、安定的に連続して生成することができる。なお、この実施例では、貧酸素水域の水を陸上までポンプアップする必要がなくなるため、エネルギーを節約することも可能となっている。

【0073】

以上、実施例も含めて実施の形態1では、気液溶解装置を貧酸素水域に設置した場合を説明したが、使用の態様によっては陸地に設置してもよい。図6は、気液溶解装置を陸上に設置した場合の説明図である。なお、図1に示した構成部と同様の構成部には同一の符号を付している。図6において、符号12は、貧酸素水域Bから水をくみ上げるための汲上ホースを示しており、符号13は、送水口6bからの高濃度酸素溶解水を貧酸素水域Bへ送り返すための送水ホースを示している。装置を陸地に設置する場合としては、例えば、貧酸素水域Bへ投下するとコストが高くなる場合や、貧酸素水域Bにヘドロが多く足場を確保できない場合や、ヘドロに埋没してしまい引上げが困難となる場合などが挙げられる。

【0074】

なお、酸素の溶存濃度の観点から水中設置と陸上設置とを比較すれば、設置する場所の深度が深ければ気液溶解室内の圧力が上昇し、多くの酸素ガスを水に溶解させることができるため、水中設置が好ましい。なお、気液溶解装置を水中に設置する場合の酸素供給部は、酸素発生装置とコンプレッサーとを用いて陸上から供給する構成としてもよいし、ガスポンペを水中に設置して供給する構成としてもよい。また、設置場所が水中、陸上に限らず、ノズルから水を噴出させるための加圧手段をポンプ以外に設けてもよい。またこの加圧手段を利用して気液溶解室内や気液分離室内を加圧してもよい。

【0075】

なお、以上の例では、ノズルを1本としたが、使用の態様によっては複数のノズルを設けてもよい。このとき、気液溶解室内の内圧が高まり破損してしまうのを防止するため、適宜下部の孔の個数を調整して、孔の総面積がノズルの総断面積より大きくなるようにする。また、孔の位置は、気液分離室内における気泡と水との分離を妨げないのであれば気液溶解室の下部側面に設けてもよいし、底部分に設けてもよい。

【0076】

【実施の形態2】

実施の形態1では、「酸素」を高濃度に溶解させた水を得る装置を挙げたが、これに限ることなく、ある気体成分を液体に溶存させたい場合にも、同様の構成を用いることができる。その構成としては、液体と気体の気液混相流体を供給する供給部と、上部で気液混相流体の流れを受け止めつつ下部に流体の逃がし孔を設けた気液溶解室と、気液溶解室に貫入し、供給部が供給する気液混相流体を気液溶解室の上部へ向けて上向きに噴出させるノズルと、逃がし孔を介して気液溶解室と連通しつつ、気液溶解室の外側に配され、逃がし孔からの気液混相流体を貯留して液体を気体から分離する気液分離室と、気液分離室で分離された液体を取り出す取出口と、を設ける構成が挙げられる。このとき、ノズルからの噴出の勢いと天板部分からの還流とによる攪拌により液体中の気体成分の溶存濃度を高めることができる。

【0077】

なお、取出口を、実施の形態1のように気液分離室の下に設けてもよいが、例えば陸上に設置する場合には、上部に取出口を設けて、適宜すくい出せるような広口の構成としてもよい。

【0078】

【実施の形態3】

次に、海水対応型の気液溶解装置について説明する。海水や塩分濃度の高い汽水域で実

10

20

30

40

50

施の形態1の気液溶解装置を1駆動すると、泡が極めて微小となり、気液分離室内で気泡と海水との分離がほとんど進まない現象が生じる。これは、塩分により気泡が極めて微小となってしまう、浮力よりも、例え緩やかであったとしても水流がまさるためである。実施の形態3では、旋回流を用いて気泡と海水との分離を行う装置について説明する。

【0079】

図7は、本実施の形態の気液溶解装置の主要部分の概略構成例を示した断面図である。図8は、気液溶解室に設けられた孔部分を含む断面図である。気液溶解装置21は、貧酸素水域から海水を取り込みノズル22へ供給するポンプ23と、酸素ガスをノズル22へ供給する酸素供給口24と、下部に孔25bを有しドーム状(半球状)の天井25aを有する有底の気液溶解室25と、ポンプ23および酸素供給口24により供給される海水と酸素ガスとを気液溶解室25の内側から天井25a内壁に衝突するよう上向きに噴出させるノズル22と、気液溶解室25を包み、気液溶解室25の外壁との間で旋回流を生じさせる隔壁体27と、隔壁体27を包み、上部には気泡を外部へ逃がすガス抜孔26aを有し、下部には気泡と分離した海水を送水する送水口26bを有する気液分離室26と、を有する。

10

【0080】

なお、図示は省略するが、気液溶解装置21は、貧酸素海水域に設置されているものとする。このような場所として、例えば、防波堤や狭い水道により外海と略隔てられた内湾部を挙げることができる。なお、気液溶解装置21は、その姿勢を保つために、台座30に備え付けられ、台座30は脚部31により海底に固定されている。

20

【0081】

気液溶解装置21は、隔壁体27を有する点に特徴があり、これにより微小気泡を海水から分離する。次に、処理動作について説明する。隔壁体27は、有底であり開放された上部27aを有し、上部27aにいくに従って、内側面が先細りの形状となっている。また、気液溶解室25は、上部が半球の円筒形状であり、また、下部には、気泡と海水との混相流体が斜めに吹き出すように孔25bが設けられている(図8参照)。これにより、混相流体は、気液溶解室25の外周(隔壁体27の内周)に沿った旋回流を形成する。混相流体は順次孔25bから供給されるため、結果的に混相流体は螺旋状に上部に移動していく。

【0082】

上部では隔壁体27の径が絞り込まれているので、混相流体の流速が増す。すると、遠心力により比重の大きな海水は外側に、微小気泡は中心に集まり上昇する。水流および気流は上部27aで開放され、水流部分は自重により下り送水口26bから貧酸素海水域に還流し、気流部分はガス抜孔26aにより回収される。これにより、気泡が微小化する場合でも、溶存酸素濃度の高まった海水を生成し分離して供給可能となる。

30

【0083】

なお、図示した例では、孔25bは、2つ対称に設けられているが、これに限ることなく、3つでも4つでもよい。ただし、流れの安定性を考慮すれば対称的な位置に設けることが好ましい。また、この例では、孔25bが斜めに穿たれ、孔25bにより直接旋回流が形成されるようにしているが、これに限らず、例えば径方向に孔を開けて管を取付け、管の先を曲げて接線方向に混相流体を排出するようにして旋回流を発生させてもよい。

40

【0084】

なお、実施の形態3では、脚部31により装置全体を海底に固定する態様を説明したが、これに限ることなく、例えば、実施の形態1に示したように、上部にうき、下部におもりを備え、水面から投入するだけで装置設置を可能とし、また、水中における装置の姿勢を維持できる態様としても良い。

【0085】

[実施の形態4]

実施の形態4では、自然吸気によりノズルから気液混相流体を噴出させる装置について説明する。図9は、実施の形態4にかかる気液溶解装置のノズル先端部分の斜視図である

50

。本実施の形態の気液溶解装置は、ノズル3 2内に空気の供給管3 4が噴出口3 2 bと同一面の位置まで通してある。ノズル3 2は、噴出口3 2 bに向かって先細りに形成されているので水が付勢されて噴出する。このとき、圧力差が生じ空気の供給管3 4から空気が吸引され、結果としてノズル3 2から噴出する流体が気液混相流体となる。

【0086】

このような構成にすれば、ポンプにより送気する必要がなくなり、空気の供給管3 4の他端を取り回し、水面より上にもってくるだけで空気の供給が可能となる。なお、大気圧との関係から気液溶解装置の設置深さに制約が生じるが、本実施の形態による気液溶解装置は、例えば、活魚移送時の水槽などに用いることができる。

【0087】

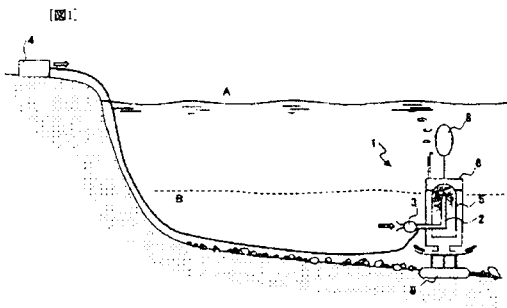
なお、ノズル以外の構成については、他の実施の形態で説明した各種構成部を採用することができる。

【産業上の利用可能性】

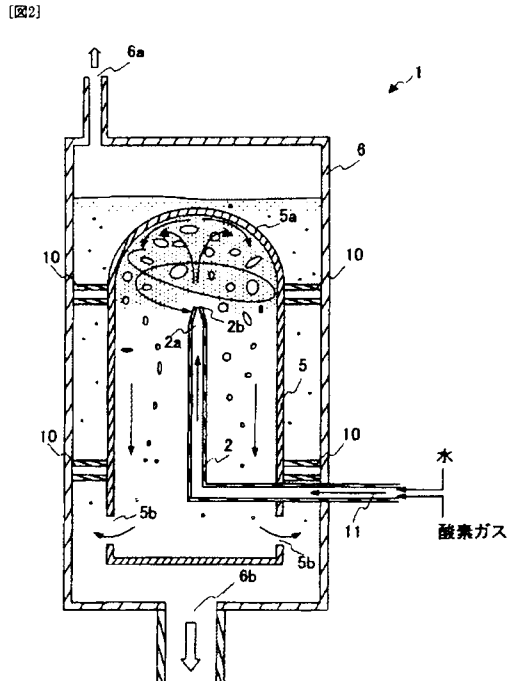
【0088】

本発明を利用して、汽水湖やダム湖、または、閉鎖海域（海水の出入りの少ない海域）を改質することができる。

【図1】

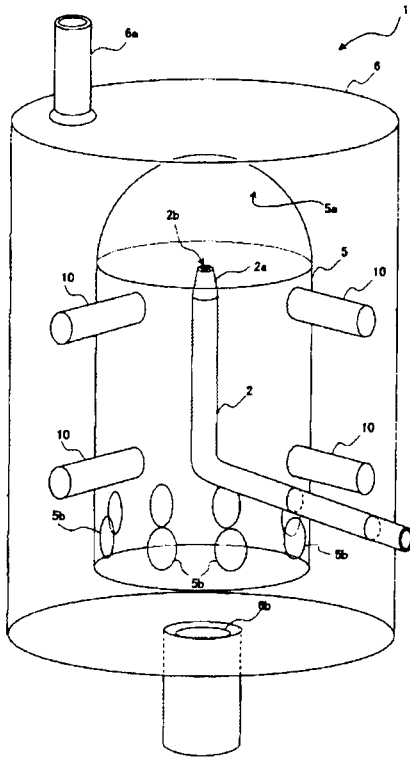


【図2】



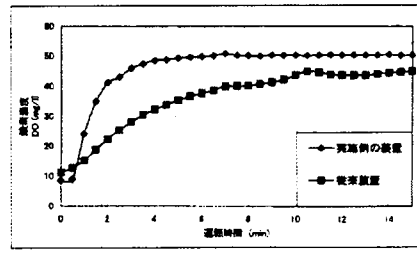
【図3】

【図3】



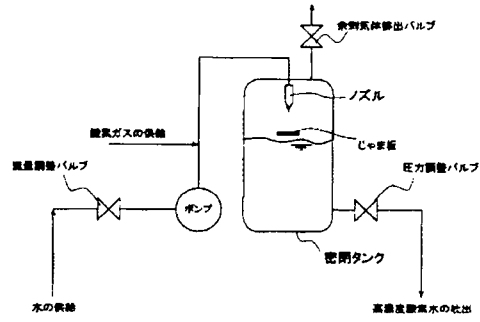
【図4】

【図4】



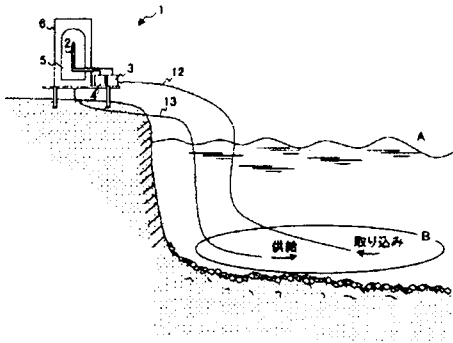
【図5】

【図5】



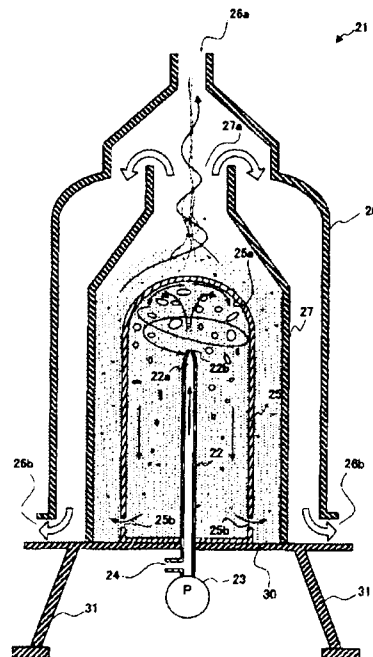
【図6】

【図6】



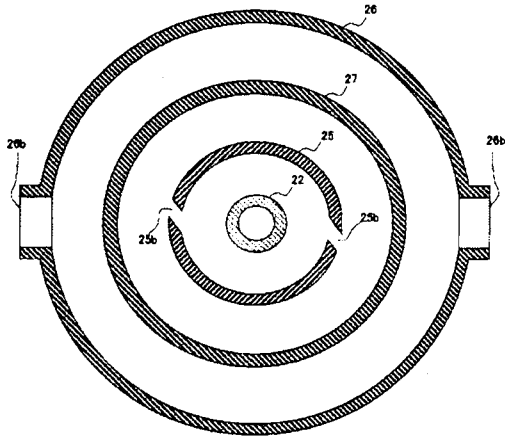
【図7】

【図7】



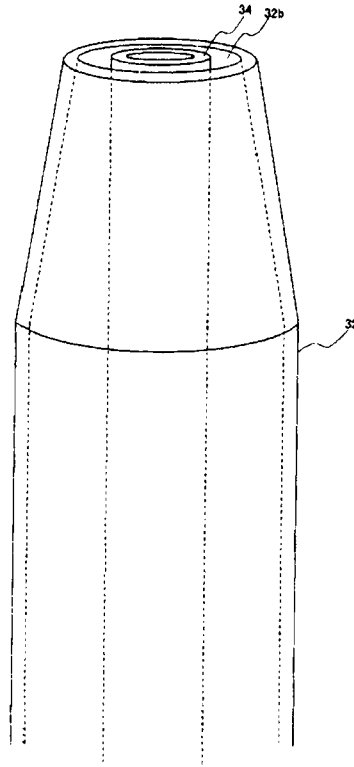
【図8】

[図8]



【図9】

[図9]



フロントページの続き

- (72)発明者 坂本 勝弘
島根県松江市学園南二丁目3-5 松江土建株式会社内
- (72)発明者 佐合 純造
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 田中 宏明
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 津森 ジュン
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内

審査官 目代 博茂

- (56)参考文献 特開2002-273183(JP, A)
特開2003-53168(JP, A)
特開2003-340251(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F7/00
C02F3/14-3/26
B01F1/00