

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4378337号
(P4378337)

(45) 発行日 平成21年12月2日 (2009. 12. 2)

(24) 登録日 平成21年9月18日 (2009. 9. 18)

(51) Int. Cl.

F 1

B 0 1 F 5/02 (2006. 01)
A 0 1 K 63/04 (2006. 01)
B 0 1 F 1/00 (2006. 01)
B 0 1 F 5/00 (2006. 01)
C 0 2 F 7/00 (2006. 01)

B 0 1 F 5/02 A
A 0 1 K 63/04 C
B 0 1 F 1/00 A
B 0 1 F 5/00 G
C 0 2 F 7/00

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-267793 (P2005-267793)
(22) 出願日 平成17年9月15日 (2005. 9. 15)
(65) 公開番号 特開2007-75749 (P2007-75749A)
(43) 公開日 平成19年3月29日 (2007. 3. 29)
審査請求日 平成18年11月7日 (2006. 11. 7)

(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
(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
(74) 代理人 100116861
弁理士 田邊 義博
(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
(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

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】

液体と気体の気液混相流体を供給する供給部と、

上部をドーム形状に形成し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、併せて、中間の内側側面に側面を伝って下降する気液混相流体の流れの向きを下向
きから偏向して還流し再攪拌させる切頭ドーム形状ないしエンゼルケーキ型形状の偏向体
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、

気液溶解室を収容し、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および偏向体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、かつ、偏向体により噴流が直に気液分離室
へ流出しないように整流するようにしたことを特徴とする気液溶解装置。

【請求項 2】

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 1 に記載の気液溶解装置。

【請求項 3】

10

20

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 1 または 2 に記載の気液溶解装置。

【請求項 4】

気液溶解室の外側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請求項 1、2 または 3 に記載の気液溶解装置。

10

【請求項 5】

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をつけた方向とすることを特徴とする請求項 4 に記載の気液溶解装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

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ことが可能な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。

30

【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。

40

【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

50

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。

【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】

また、WO2005/075365「気液溶解装置」には、上向きに噴出させた気液混相流体を上部で受け止め下部から流出させる気液溶解室を設けた技術が開示されている。

10

【0009】

【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

【特許文献8】WO2005/075365

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来の酸素濃度を向上させる装置を水中、特に、底層部の酸素濃度向上技術として適用する場合に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。

【0011】

30

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、貧酸素水域を拡大させ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。

【0012】

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。

40

【0013】

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うという問題点があった。

【0014】

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。

50

【0015】

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。

【0016】

一方、WO2005/075365に開示される気液溶解装置は、本願出願人らが先に出願した技術であるが、この様な気液溶解装置であっても、気液溶解室では可能な限り気体を液体に溶解させ、気液分離室では可能な限り残存気体を流入させないような技術が望まれている。

【0017】

本発明は上記に鑑みてなされたものであって、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。

【0018】

また、本発明は、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。

【0019】

特に、気体と液体の溶解効率を高め、溶解しなかった気体の分離効率を高める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】

【0020】

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、液体と気体の気液混相流体を供給する供給部と、上部をドーム形状に形成し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、併せて、中間の内側側面に側面を伝って下降する気液混相流体の流れの向きを下向きから偏向して還流し再攪拌させる切頭ドーム形状ないしエンゼルケーキ型形状の偏向体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、気液溶解室を收容し、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および偏向体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、かつ、偏向体により噴流が直に気液分離室へ流出しないように整流するようにしたことを特徴とする。

【0021】

すなわち、請求項1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。詳細には、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、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。偏向体を設けることにより、下降した気液混相流体がそのまま逃がし孔から直に気液分離室に流出するようなことがなく、逆に、上部との間で気液混相流が攪拌され、気体の接触機会がさらに高まる。また、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。

【0022】

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。なお、切頭ドーム形状とは、底を抜いたボウルのような形状をいう。切頭ドーム形状は、いわば、「かえし」ということができる。また、エンゼルケーキ型形状とは、穴あ

10

20

30

40

50

きドーナツを水平に二等分した際の外周様形状をいう。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。

【0023】

なお、本発明による気液溶解装置を用いた高濃度酸素溶解水は従来のように強制的にガス（空気または酸素）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压をいう。なお、気液混相流体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。なお、この場合、水とは、河川、湖沼やダムの水といった塩分を含まない水その他、海水や汽水といった塩分を含む水も含むものとする。

【0024】

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、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2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。

【0025】

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、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。

【0026】

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、気液溶解室の外側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。

【0027】

すなわち、請求項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、微細気泡を液体から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。なお、気液溶解室の外側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。

【0028】

また、請求項5に記載の気液溶解装置は、請求項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をつけた方向とすることを特徴とする。すなわち、請求項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。

【0029】

なお、本発明（請求項1～3）において、気液溶解室の逃がし孔は、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、逃がし孔の大きさが大きくならないように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。

10

【0030】

一方、請求項4および5では、旋回流を発生させるために、逃がし孔である程度付勢された流れとなることが好ましい。従って、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】

【0031】

本発明によれば、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が可能となる。特に、貧酸素水域の底層付近で稼働した場合、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る。また、気体と液体の溶解効率を高め、溶解しなかった気体の分離効率を高めることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

〔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。

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。

30

【0033】

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。

40

【0034】

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。また、気液溶解室5には、切頭ドーム形状のかえし5cが設けられている。また、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。

【0035】

50

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 6 a 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 の底部には吐出口 6 b 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。

【0036】

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 2 a でさらに付勢され、気液溶解室 5 内へ勢いよく噴出する。

10

【0037】

噴出した気液混相流体は、天板 5 a 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こり、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。

20

【0038】

さらに、気液溶解室 5 の内壁を伝って下降してきた気液混相流体はかえし 5 c により勢いが弱められ、そのうちのいくらかは再上昇し気液溶解室 5 の上部で再攪拌される。従って、ノズル 2 と天板 5 a とかえし 5 c により、気液溶解室 5 内における酸素ガスの溶解が一層促進される。

【0039】

かえし 5 c により勢いの弱められた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 5 b を通って気液分離室 6 へと移動する。ここで、孔 5 b 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、激しい水流を上部に閉じこめ、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 内で踊ってしまわないように流体を送り出すともいえる。

30

【0040】

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吐出口 6 b から貧酸素水域 B へ定常的に送り返される。なお、孔 5 b から流出する気泡が吐出口 6 b 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、吐出口 6 b は孔 5 b より低く、しかも離れた位置に設けられている。

40

【実施例 1】

【0041】

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（酸素ボンベ使用）、酸素ガスの供給量 0.5 リットル/min、気液溶解室内の加圧 0.1 MPa（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。

【0042】

50

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。

【0043】

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。

【0044】

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。

【0045】

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こしてしまうことがある。底質の攪乱を起こさず、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。

【0046】

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、吐出口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。

【0047】

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。

【0048】

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。

【0049】

また、図7は、かえし5bの他の例を示した図である。このうち図7(a)は、断面図を、図7(b)は、斜視図を示している。図示したように、かえし5bをエンゼルケーキ型形状とすると、気液溶解室5の内壁を伝って下降してきた気液混相流体の多くは環流され気液溶解室5の上部で再攪拌されることとなる。

【0050】

〔実施の形態2〕

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施の形態1の気液溶解装置を駆動すると、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、塩分などによる影響で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2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。

【0051】

図8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9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吐出する吐出口26bを有する気液分離室26と、を有する。

【0052】

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。

【0053】

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9参照）。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。

【0054】

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吐出口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。

【0055】

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

10

20

30

40

50

が好ましい。また、この例では、孔 2 5 b が斜めに穿たれ、孔 2 5 b 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。

【0056】

なお、実施の形態 2 では、脚部 3 1 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営を可能とし、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。

【0057】

〔実施の形態 3〕

実施の形態 3 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 10 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。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。

【0058】

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。

【0059】

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】

【0060】

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。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【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】かえし（偏向体）の他の例を示した図である。

【図 8】実施の形態 2 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 9】実施の形態 2 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 10】実施の形態 3 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】

【0062】

- 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

10

20

30

40

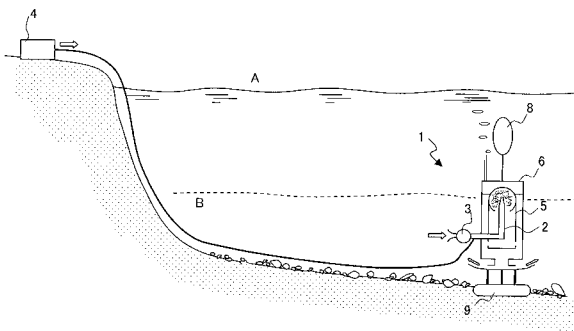
50

- 4、24 酸素供給部
- 5、25 気液溶解室
- 5a 天板部分
- 5b、25b 孔
- 5c、25c かえし
- 6、26 気液分離室
- 6a、26a ガス抜孔
- 6b、26b 吐出口
- 10 固定部
- 11 気液混相流体
- 12 汲上ホース
- 13 送水ホース
- 25a 天井
- 27 隔壁体
- 27a 上部
- 30 台座
- 31 脚部
- 34 空気の供給管

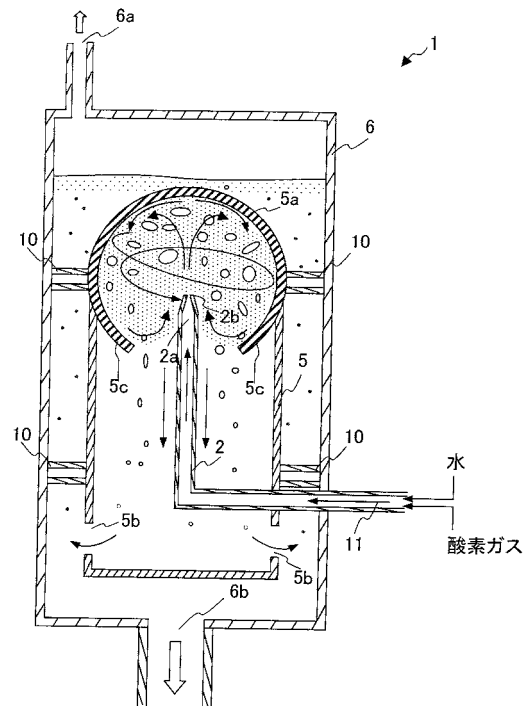
10

20

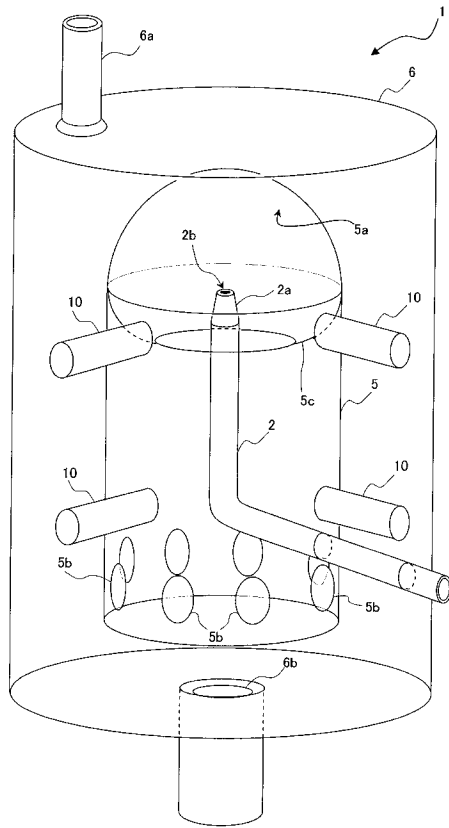
【図 1】



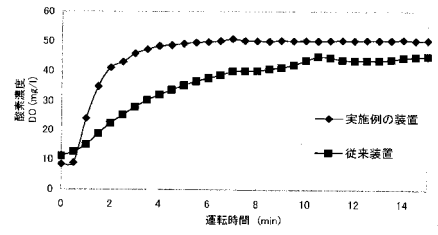
【図 2】



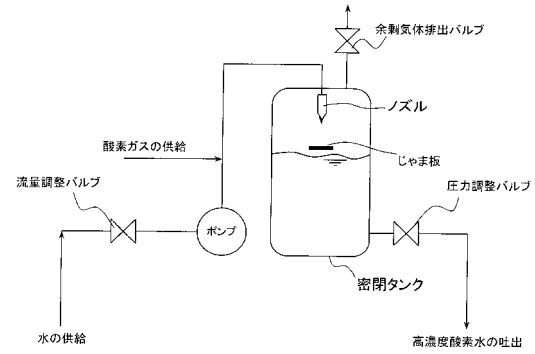
【図 3】



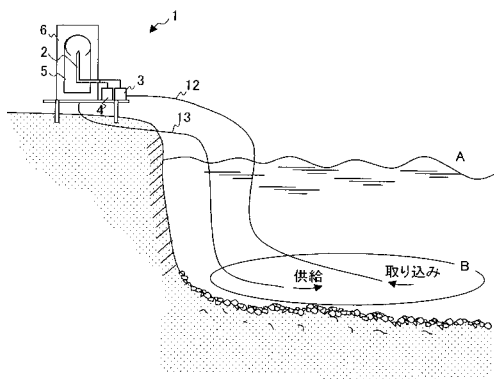
【図 4】



【図 5】

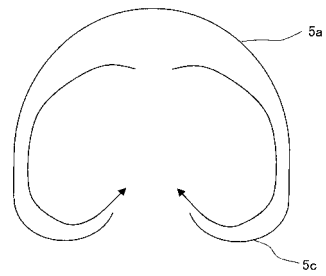


【図 6】

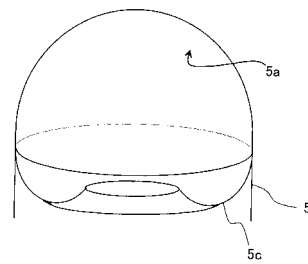


【図 7】

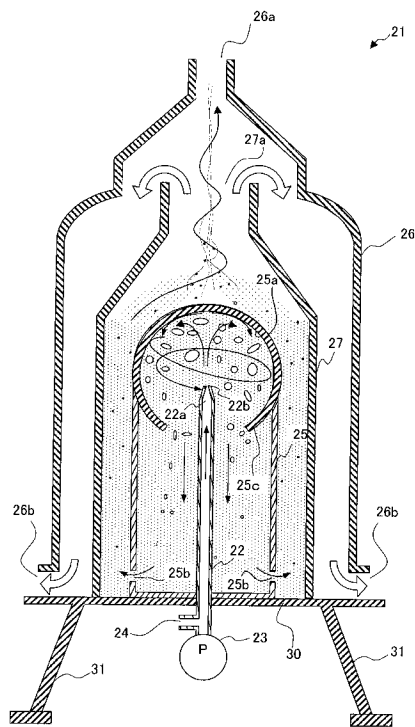
(a)



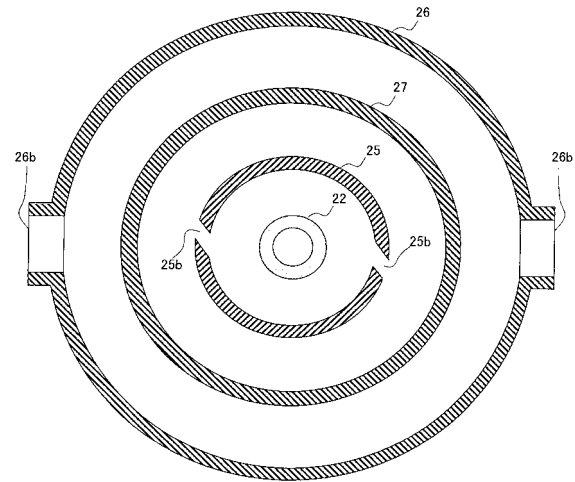
(b)



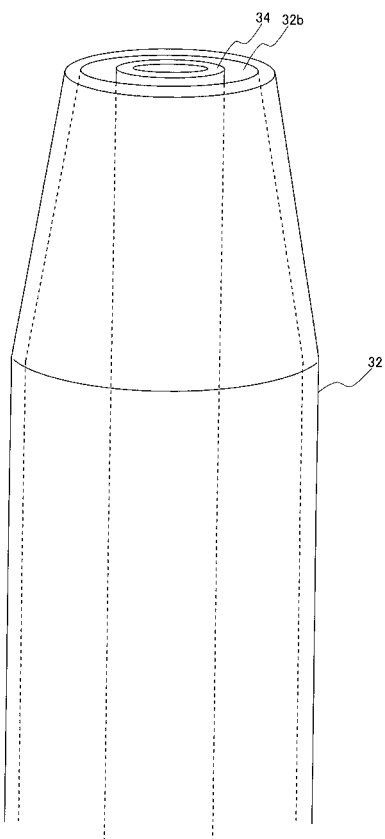
【図 8】



【図 9】



【図 10】



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 北村 英隆

- (56)参考文献 国際公開第2005/075365 (WO, A1)
特開2002-273183 (JP, A)
特開2003-181258 (JP, A)
特開2004-105938 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-----------|
| B01F | 1/00-5/02 |
| A01K | 63/04 |
| C02F | 7/00 |