

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4525890号  
(P4525890)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl.	F I		
<b>BO1F 5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1F 5/00	Z A B G
<b>BO1F 3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1F 3/04	C
<b>BO1F 15/02</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1F 15/02	A
<b>AO1K 63/04</b>	<b>(2006.01)</b>	AO1K 63/04	C
<b>A47K 3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	AO1K 63/04	F
請求項の数 3 (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-263430 (P2002-263430)  
 (22) 出願日 平成14年9月9日(2002.9.9)  
 (62) 分割の表示 特願平10-378496の分割  
 原出願日 平成10年12月30日(1998.12.30)  
 (65) 公開番号 特開2003-205228 (P2003-205228A)  
 (43) 公開日 平成15年7月22日(2003.7.22)  
 審査請求日 平成17年12月27日(2005.12.27)  
 (31) 優先権主張番号 特願平9-370465  
 (32) 優先日 平成9年12月30日(1997.12.30)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 591259322  
 大成 博文  
 山口県徳山市城ヶ丘3丁目15-20  
 (74) 代理人 100090985  
 弁理士 村田 幸雄  
 (72) 発明者 大成 博文  
 山口県徳山市城ヶ丘三丁目15-20  
 審査官 三崎 仁

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 旋回式微細気泡発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円錐形のスペースを有する容器本体と、同スペースの内壁円周面の、一部とそれと軸線方向へ離れた別の他部に接線方向に開設された各々の加圧液体導入口と、前記円錐形のスペース底部に開設された気体導入孔と、前記円錐形スペースの頂部に開設された旋回気液導出口とから構成されてなることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

【請求項2】

円錐形のスペースを有する容器本体と、同スペースの内壁円周面の、一部とそれと軸線方向へ離れた別の他部に接線方向に開設された各々の加圧液体導入口と、前記円錐形のスペース底部に開設された気体導入孔と、前記円錐形スペースの頂部に開設された旋回気液導出口とから構成され、旋回気液導出口の口径( $d_1$ )と円錐形のスペース底部の口径( $d_2$ )と旋回気液導出口から円錐形のスペース底部までの距離( $L$ )の相関関係が、 $d_2/d_1 = 10 \sim 15$ 、でかつ  $L = 1.5 d_2 \sim 2.0 d_2$ であることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

【請求項3】

旋回気液導出口の直前部にバツフルを配設してなることを特徴とする請求項1又は2のいずれか1項に記載の旋回式微細気泡発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気、酸素ガス等の気体を水道水、河川水、その他液体等に効率的に溶解して、例えば水質を浄化し、水環境を蘇生するための微細気泡発生装置の技術分野に属する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来のエアレーション、例えば水生生物育成装置に設置された微細気泡発生装置によるエアレーションのほとんどは、成育槽内に設置された管状や板状の微細気泡発生装置細孔から空気を成育用水中に加圧して噴き出すことによって気泡を細分化する方式であるか、又は回転羽根や気泡噴流などにより、せん断力が形成された成育用水流内に空気を入れて、それを細分化するかあるいは加圧された水の急減圧によって水中に溶解していた空気を気化させて気泡を発生させる方式である。そして、それらの機能を有する微細気泡発生装置によるエアレーションでは、基本的には空気の送給量やそれぞれの微細気泡発生装置の設備個数等によって必要な調節が行われているが、空気、炭酸ガス等の気体を水中に高効率で溶解させ、さらには水の循環を促進する必要がある。

10

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の微細気泡発生装置によるエアレーション方式は、例えば噴き出しによる散気方式では、そこにいかに微細な細孔を設けても、気泡が細孔から加圧状態で噴出されて体積膨張し、またその際の気泡の表面張力によって、結果的に数mm程度の径を有する大きな気泡が発生してしまい、それよりも小さな気泡を発生させることが困難であり、そして、その長時間運転に伴って発生する目詰まりと動力費の増大の問題が存在した。また、回転羽根や気泡噴流などにより、せん断力が形成された水流内に、空気を入れてそれを細分化する方式では、キャピテーションを発生させるのに高速の回転数が要求され、その動力費の問題やキャピテーション発生に伴って急激に進行する羽根の腐食や振動問題があり、さらに、微細気泡の生成率が少ないという問題もあった。そしてまた、その他の回転羽根や突起に気液二相流が衝突する方式においては、例えば湖沼、魚類水槽内等においては魚類や水生小生物が破壊されてしまい、水生生物の成育に必要な環境の形成、維持に支障を来した。さらに、加圧方式では、装置が大型でかつ高価、さらには運転費も多額を必要としていた。そして、上記いずれの従来技術によっても、例えば直径20 $\mu$ m以下といった微細気泡を工業規模で発生させることは不可能であった。

20

30

#### 【0004】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者は鋭意研究の結果、下記構成の発明によって、直径20 $\mu$ m以下の微細気泡を工業規模で発生させることを可能とした。本発明の要点は、図1に本発明装置の原理説明図を示すごとく、まず装置容器内に円錐形のスペース100を設け、また同スペースの内壁円周面の一部にその接線方向に加圧液体導入口を開設し、また前記円錐形のスペース底部300の中央部に気体導入孔80を開設し、さらに前記円錐形スペースの頂部付近には旋回気液導出口101を設けて微細気泡発生装置を構成する。そこで、前記装置本体を又は少なくとも旋回気液導出口101を液体中に埋設させ、前記加圧液体導入口から円錐形スペース100内に加圧液体を圧送することにより、その内部に旋回流が生成し、円錐管軸上に負圧部分が形成される。この負圧によって、前記気体導入孔80から気体が吸い込まれ、圧力が最も低い管軸上を気体が通過することによって、細い旋回気体空洞部が形成される。この円錐形スペース100では旋回流が入り口(加圧液体導入口、すなわち加圧液体導入管50の出口)から出口(旋回気液導出口)101へ向かって形成され、スペース100の断面縮小にしたがって、旋回気液導出口101に向かうほど、旋回流速と出口に向かう流速とが同時に増加する。また、この旋回に伴って、液体と気体の比重差から、液体には遠心力、気体には向心力が同時に働き、そのために液体部と気体部の分離が可能となり、気体が糸状で出口101まで続き、そこから噴出されるが、その噴出と同時に周囲の静液(水)によって、その旋回が急激に弱められ、その前後で、急激な旋回速度差が発生する。この旋回速度差の発生によって、糸状の気体空洞部が連続的に安定して切断さ

40

50

れ、その結果として大量の微細気泡、例えば直径10～20μmの微細気泡が同出口101付近で発生し、器外の液体中へ放出されるのである。

【0005】

すなわち、本発明の構成は以下の通りである。

(1) 円錐形のスペースを有する容器本体と、同スペースの内壁円周面の、一部とそれと離れた別の他部に接線方向に開設された各々の加圧液体導入口と、前記円錐形のスペース底部に開設された気体導入孔と、前記円錐形スペースの頂部に開設された旋回気液導出口とから構成されてなることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

(2) 円錐形のスペースを有する容器本体と、同スペースの内壁円周面の、一部とそれと離れた別の他部に接線方向に開設された各々の加圧液体導入口と、前記円錐形のスペース底部に開設された気体導入孔と、前記円錐形スペースの頂部に開設された旋回気液導出口とから構成され、旋回気液導出口の口径( $d_1$ )と円錐形のスペース底部の口径( $d_2$ )と旋回気液導出口から円錐形のスペース底部までの距離( $L$ )の相関関係が、 $d_2/d_1=10\sim15$ 、でかつ $L=1.5d_2\sim2.0d_2$ であることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

(3) 旋回気液導出口の直前部にバツフルを配設してなることを特徴とする上記(1)又は2のいずれか1項に記載の旋回式微細気泡発生装置。

【0006】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、以下に図面に基づいて説明する。本発明では、図1に本発明装置の原理説明図を示すごとく、まず装置容器内に円錐形のスペース100を設け、また同スペースの内壁円周面の一部にその接線方向に加圧液体導入口(加圧液体導入管50の出口)を開設し、また前記円錐形のスペース底部300の中央部に気体導入孔80を開設し、さらに前記円錐形スペースの頂部付近には旋回気液導出口101を設けて微細気泡発生装置を構成する。そこで、前記装置本体を又は少なくとも旋回気液導出口101を液体中に埋設させ、前記加圧液体導入口から円錐形スペース100内に加圧液体を圧送することにより、その内部に旋回流が生成し、円錐管軸上に負圧部分が形成される。この負圧によって、前記気体導入孔80から気体が吸い込まれ、圧力が最も低い管軸上を気体が通過することによって、細い旋回気体空洞部が形成される。この円錐形スペース100では旋回流が入り口(加圧液体導入口、すなわち加圧液体導入管50の出口)から出口(旋回気液導出口)101へ向かって形成され、スペース100の断面縮小にしたがって、旋回気液導出口101に向かうほど、旋回流速と出口に向かう流速とが同時に増加する。また、この旋回に伴って、液体と気体の比重差から、液体には遠心力、気体には向心力が同時に働き、そのために液体部と気体部の分離が可能となり、気体が糸状で出口101まで続き、そこから噴出されるが、その噴出と同時に周囲の静液体(例えば水)によって、その旋回が急激に弱められ、その前後で、急激な旋回速度差が発生する。この旋回速度差の発生によって、糸状の気体空洞部が連続的に安定して切断され、その結果として大量の微細気泡、例えば直径10～20μmの微細気泡が同出口101付近で発生し、器外へ液体中へ放出されるのである。

【0007】

図1は、本発明装置の原理的説明図であり、(a)図は側面図、(b)図は(a)図のA-A視断面図である。本発明装置の構成は、装置の本体容器内に円錐形のスペース100を設け、また同スペースの内壁円周面の一部にその接線方向に加圧液体導入口(加圧液体導入管50の出口)を開設し、そして前記円錐形のスペース底部300の中央部に気体導入孔80を開設し、さらに前記円錐形スペースの頂部付近には旋回気液導出口101を設けてある。なお、通常、本発明装置本体又は少なくとも旋回気液導出口101は液体中に埋没して設置される。本発明は装置本体は、液体中に埋没して設置される場合と、水槽に外接して設置される場合がある。本発明においては、通常、液体としては水が、気体としては空気が採用されるが、液体としてはその他トルエン、アセトン、アルコール等の溶剤、石油、ガソリン等の燃料、食用油脂、バター、アイスクリーム、ビール等の食品・飲

10

20

30

40

50

料、ドリンク剤等の薬品、浴水等の健康用品、湖沼水、浄化槽汚染水等の環境水等が採用でき、気体としてはその他水素、アルゴン、ラドン等の不活性気体、酸素、オゾン等の酸化剤、炭酸ガス、塩化水素、亜硫酸ガス、酸化窒素、硫化水素ガス等の酸性ガス、アンモニア等アルカリ性ガス等が採用できる。また、図において、P a は円錐スペース内の旋回液体部内の圧力、P b は旋回気体部内の圧力、P c は気体導入部付近の旋回気体部内の圧力、P d は出口付近の旋回気体部内の圧力、P e は出口部旋回液体部内の圧力である。

【0008】

そこで、前記加圧液体導入口から円錐形スペース100内へ、加圧液体を接線方向に圧送することにより、旋回流が入り口から旋回気液導出口101に向かって形成され、断面積縮小にしたがって、出口101に向かうほど、旋回流速と出口に向かう流速とが同時に増加する。また、この旋回に伴って、液体と気体の比重差から、液体には遠心力が、気体には向心力が同時に働き、そのために液体部と気体部の分離が可能となり、負圧気体が糸状で出口101まで連続して出ることとなる。すると、前記気体導入孔80から気体が自動的に吸い込まれ（自吸）、気体は旋回気液流中に細い旋回空洞部となって取り込まれる。こうして、中心部の糸状の細い気体旋回空洞部とその周辺の液体旋回流体が出口101から噴出されるが、その噴出と同時に周囲の静液体によって、その旋回が急激に弱められ、その前後で、急激な旋回速度差が発生する。この旋回速度差の発生によって、旋回流中心部の糸状の気体空洞部が連続的に安定して切断され、その結果として大量の微小気泡、例えば直径10～20μmの微細気泡が同出口101付近で発生する。

【0009】

図1において、旋回気液導出口101の口径 $d_1$ 、円錐形スペース底部300の口径 $d_2$ 、気体導入孔80の孔径 $d_3$ 、旋回気液導出口101～円錐形スペース底部300間の距離Lの好ましい相関関係式は、 $d_2/d_1 = 1.0 \sim 1.5$ 、 $L = 1.5 \sim 2.0 \times d_2$ であり、機種の違いによる数値範囲は以下の通りである。

【0010】

【表1】

	$d_1$	$d_2$	$d_3$	L
大型装置	1.3~2.5cm	22~35cm	2.6~3.5mm	38~70cm
中型装置	5.5~12.0mm	10~21cm	1.3~2.5mm	15~36cm
小型装置	2.0~4.5mm	2.0~5.0cm	0.7~1.2mm	3.5~10.0cm
超小型装置	1.5mm以下	0.7~21.5mm	0.3~1.0mm	1.2~3.0cm

【0011】

なお、中型の場合、例えばポンプはモータ2kw、吐出量200リットル/分、揚程40mのものであり、これを使用して、大量に微細気泡を発生させることができ、5m<sup>3</sup>容積の水槽の水面全体に約1cmの厚さの微細気泡が運転中堆積した。この装置は容積2000m<sup>3</sup>以上の池の水質浄化に適用できた。また、小型の場合、例えばポンプはモータ30w程度、吐出量20リットル/分のものであり、これを使用して容積1～30m<sup>3</sup>程度の水槽内で使用できた。なお、海水に適用した場合は、微細気泡（マイクロバブル）が非常に発生し易いので更に使用条件を拡大することが可能である。図4は、図1の本発明の中型装置を水中に埋没させ、気体として空気を採用して微細気泡を発生させた結果の、気泡の直径とそれらの発生頻度分布を示したグラフ図である。なお、気体導入管80からの空気吸込量を調節して行った場合の結果も示した。図中、空気の吸込量を0cm<sup>3</sup>/sとした場合でも、直径10～20μmの気泡が発生しているのは、水中に溶存していた空気が分離して発生したものと推測される。よって本発明装置は溶存気体の脱気装置としても使用できるものである。

【0012】

こうして、本発明装置を液体中に設置し、例えば揚水ポンプを介して加圧液体導入管50を経て、加圧液体導入口から円錐形スペース100内に加圧液体（例えば圧力水）を供

給し、かつ外部から気体導入管（例えば空気管）を気体導入口 80 に接続しておくだけで、液体（例えば水）中において直径 10 ~ 25  $\mu\text{m}$  程度の微細気泡を容易に発生・供給することができる。なお、前記スペースは、必ずしも円錐形状のものでなくてもよく、直径が徐々に大きくなる（あるいは小さくなる）円筒形状のもの、例えば図 3 に示すごとき徳利形状又はワインボトル形状のものであってもよい。また、気泡の発生状況は、気体導入管 80 の先端に接続した気体流量調節用の弁（図示せず）の調節で制御でき、所望する最適の微細気泡の発生を簡単に制御することができる。さらに直径 10 ~ 20  $\mu\text{m}$  より大きい気泡も、この調節によって簡単に生成させることができる。発生気泡径の制御は、数百  $\mu\text{m}$  程度の大きさの微細気泡を、10 ~ 20  $\mu\text{m}$  のマイクロバブルを極端に減らさない状態で発生させることが可能である。

10

#### 【0013】

また、図 2 は、加圧液体導入管 50、50' をスペースの底部 300 側付近と旋回気液導出口 101 の手前に設け（すなわち、内壁円周面の異なる曲率の内壁円周上に間隔を置いて接線方向に複数個設け）たもので、左側の加圧液体導入口（すなわち加圧液体導入管 50' の出口）からの液体導入圧力を右側の加圧液体導入口（すなわち加圧液体導入管 50 の出口）からの導入圧力よりも大幅に大きくして液体を供給することにより、左側の液体の旋回数を大いに高め、その結果より一層微細な気泡生成を促進しようとするものである。こうして、両加圧液体導入口からの圧力水の圧力を調整することにより、任意の粒径の気泡を生成することができる。なお、200 はバツフル板（邪魔板）であり、微細気泡の生成及び拡散を促進するのに役立つ。

20

#### 【0014】

また本発明装置の構成材料は、プラスチック、金属、ガラス等であってよく、各構成部品を接着や螺着等により一体化することが好ましい。本発明装置により発生される微細気泡の用途分野としては、以下のようなものが挙げられる。

(1) ダム湖、湖沼、池、河川、海等の水域の水質浄化と生息生物育成による自然環境浄化維持。

(2) ビオトープ等の人工自然水域における浄化と蛭や水草等の生物育成。

(3) 工業的用途

製鉄の製鋼における高温拡散化、ステンレス板及びステンレス線の酸洗浄の促進超純水製造工場における有機物除去、オゾンの微細気泡化による汚染水中の有機物除去、溶存酸素量増加、殺菌、合成樹脂発泡体、例えばウレタン発泡体製造、各種廃液処理、エチレンオキサイドによる殺菌・滅菌装置におけるエチレンオキサイドの水への混合促進、消泡剤のエマルジョン化、活性汚泥処理法における汚染水へのエアレーション。

30

(4) 農業分野

水耕栽培に使用する酸素及び溶存酸素量の向上・収穫率向上。

(5) 漁業分野

鰻の養殖、イカ水槽生命維持、ブリの養殖、藻場の人工生成、魚介類の育成、赤潮発生防止。

(6) 医療分野

浴槽水に適用して微細泡風呂を構成、血流促進、浴槽水の保温。

40

#### 【0015】

##### 【発明の効果】

本発明の旋回式微細気泡発生装置によれば、微細気泡を工業規模で容易に生成することができ、かつ比較的小型で簡単な装置構造のための製作が容易であり、池、湖沼、ダム、河川等の水質浄化、微生物による汚水処理、魚類、水棲動物等の養殖等に有効に貢献するところ大である。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理的説明図兼他の実施例装置説明図である。

【図 2】本発明の他の改善された実施例装置の説明図である。

【図 3】本発明のさらに他の実施例装置の説明図である。

50

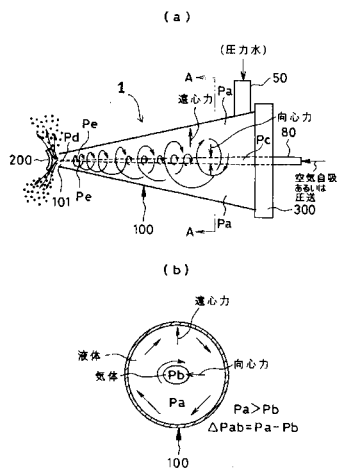
【図4】本発明の中型装置を水中に埋没させ、気体として空気を採用して微細気泡を発生させた結果の、気泡の直径とそれらの発生頻度分布を示したグラフ図である。

【符号の説明】

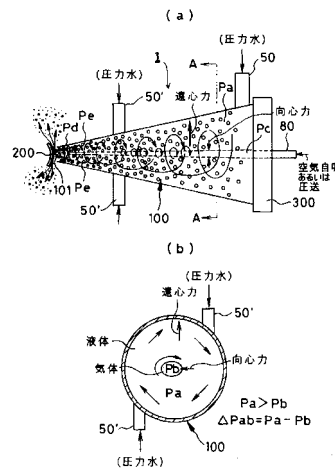
- 50、50' 加圧液体導入管
- 80 気体導入孔
- 100 円錐形のスペース
- 101 旋回気液導出口
- 200 バッフル
- 300 円錐形スペース底部
- Pa 円錐スペース内の旋回液体部内の圧力
- Pb 旋回気体部内の圧力
- Pc 気体導入部付近の旋回気体部内の圧力
- Pd 出口付近の旋回気体部内の圧力
- Pe 出口部旋回液体部内の圧力
- $d_1$  旋回気液導出口101の口径
- $d_2$  円錐形スペース底部300の口径
- $d_3$  気体導入孔80の孔径
- L 旋回気液導出口101～円錐形スペース底部300間の距離

10

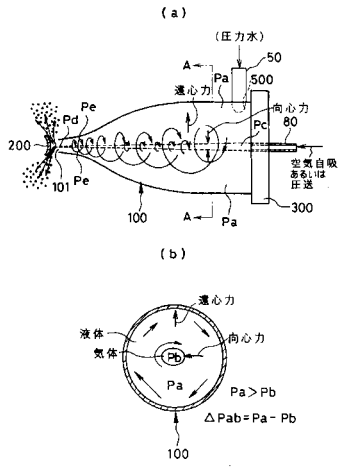
【図1】



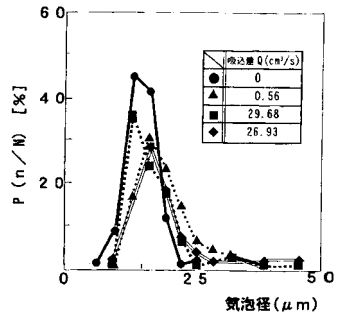
【図2】



【図3】



【図4】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
A 6 1 H	23/00	(2006.01)	A 4 7 K	3/00	F
A 6 1 H	33/02	(2006.01)	A 6 1 H	23/00	5 0 1
C 0 2 F	3/20	(2006.01)	A 6 1 H	23/00	5 2 7
			A 6 1 H	33/02	D
			C 0 2 F	3/20	Z

- (56) 参考文献 特開昭 4 8 - 0 0 4 7 0 2 ( J P , A )  
 実開昭 5 9 - 0 2 4 1 9 9 ( J P , U )  
 特開 2 0 0 3 - 1 8 1 2 5 9 ( J P , A )  
 特公昭 4 8 - 0 0 6 2 1 1 ( J P , B 1 )  
 特開平 0 4 - 1 2 6 5 4 2 ( J P , A )  
 実開昭 5 1 - 0 2 8 8 6 5 ( J P , U )  
 特開昭 5 1 - 0 8 2 4 5 1 ( J P , A )

- (58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B01F1/00-15/06