

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年3月1日 (01.03.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/023864 A1

(51) 国際特許分類:

B01F 7/00 (2006.01)

C02F 1/48 (2006.01)

横浜市港北区新横浜2-13-6 第一KSビル2階
Kanagawa (JP).

B01F 3/04 (2006.01)

C02F 3/16 (2006.01)

(72) 発明者; および

C02F 1/24 (2006.01)

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荘田 三紀夫
(SHODA, Mikio) [JP/JP]; 〒2220033 神奈川県横浜市
港北区新横浜2-13-6 第一KSビル2階 株式
会社NSI内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2006/316518

(74) 代理人: 中川 裕幸 (NAKAGAWA, Hiroyuki); 〒
1050001 東京都港区虎ノ門2-5-21 寿ビル
Tokyo (JP).

(22) 国際出願日:

2006年8月23日 (23.08.2006)

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護
が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

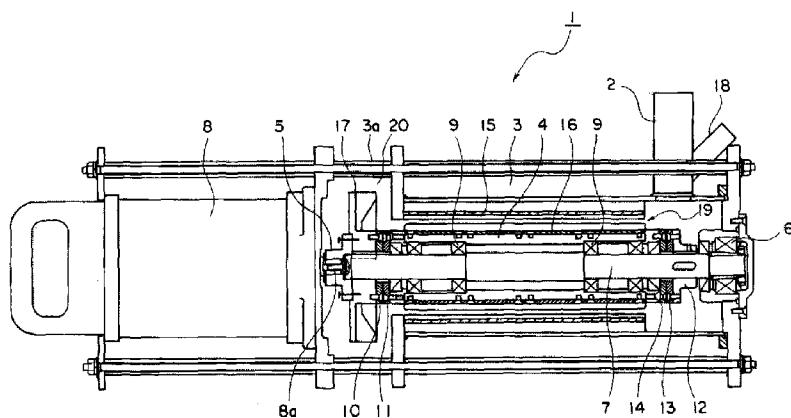
特願2005-243277 2005年8月24日 (24.08.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会
社 NSI (NSI CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒2220033 神奈川県

/続葉有/

(54) Title: BUBBLE GENERATOR

(54) 発明の名称: 泡発生装置



(57) Abstract: A bubble generator generating ultra micro bubbles of the size in the order of nano (1/1,000,000 mm; 10^{-9}) by rotating a rotating section at a speed higher than and independent of the speed of a rotation drive source. Magnets (10, 11) with different polarities and magnets (13, 14) with different polarities are provided between a pump blade wheel (17), a restraint member (12) rotated by a submerged motor (8), and both ends of a rotating section (4). Fixed repelling magnets (15) are provided, at a predetermined pitch in the axial direction of an outer tube (3), on that inner circumferential surface of the outer tube (3) which faces the outer circumferential surface of the rotating section (4). Rotating repelling magnets (16) are provided, at a predetermined pitch in the axial direction of the rotating section (4), on that outer circumferential surface of the rotating section (4) which faces the inner circumferential surface of the outer tube (3). The fixed repulsion magnet (15) and the rotating repulsion magnet (16) are composed of magnets having the same polarity, so that they apply to each other repulsion by magnetic force. Rotation speed increasing force by repulsion occurring from the time at which the fixed repulsion magnet (15) and the rotating repulsion magnet (16) are faced up to the time at which they are separated is greater than rotation restriction force by repulsion occurring from the time at which they are close to each other up to the time at which they face each other.

(57) 要約: 本発明は、回転駆動源の回転数に拘束されることなく、それ以上の高速回転により回転部を回転させ
てナノ (1,000,000 分の 1 ミリメートル; 10^{-9}) オーダーの超極微細気泡を得ることが出来る泡発生装
置を提供することを可能にすることを目的としている。そして、その構成は、水中モータ 8 により回転するポン
プ羽根 17 及び拘束部材 12 と、回転部 4 の両端部との間に異極磁石 10, 11 及び異極磁石 13, 14 を設け、外筒 3 の回転

/続葉有/

WO 2007/023864 A1



LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

部4の外周面に対向する内周面に該外筒3の軸方向に所定のピッチで固定反発用磁石15を設け、回転部4の外筒3の内周面に対向する外周面に該回転部4の軸方向に所定のピッチで回転反発用磁石16を設け、該固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16は互いに磁力による斥力が作用する同極磁石で構成し、固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16同士が対面してから離れる迄に発生する斥力による回転増速力が、該固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16同士が近づいて対面する迄に発生する斥力による回転抑止力よりも大きくなるように構成したことを特徴とする。

明細書

泡発生装置

技術分野

[0001] 本発明は、気体と液体とを混合して微細な泡を発生させる泡発生装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、池、堀、運河、湖沼、河川、湾岸水等々に係る水質浄化処理、水槽、川、内海等々を利用した養殖漁場に係る水質浄化処理、または飲料水(例えば水道水やミネラルウォーター)に係る水質浄化処理に利用される種々の水質浄化処理装置が提案されている。

[0003] 例えば、特許第3227567号公報(特許文献1)には、回転式散水板と導水板により遠心ポンプを構成し、外部筒に設けられた吸気孔から空気を、吸水口から処理対象水をそれぞれ吸引し、内部筒の高速回転により激しい渦流により空気を処理対象水に混合して無数の微小な気泡を発生させ、更に散水板の回転により分割、微小化させ、更に散水板や外部筒内面、内部筒外面等に設けた永久磁石によるポンピング作用と電磁作用との相乗作用によりサブミクロン($10,000\text{分の}1\text{ミリメートル}; 10^{-7}$)オーダーの極微細気泡を処理対象水中に生成し、気泡中の酸素成分をより多く処理対象水中に溶け込ませることで水質浄化を図ることが記載されている。

[0004] また、特開2003-053373号公報(特許文献2)には、固定筒の内周面と回転筒の外周面とにそれぞれ断面略台形状の突条を該固定筒ないし回転筒の長さ方向に複数本形成することにより、これら各突条間を断面略逆台形状の溝とし、これら各溝内に永久磁石を配設したものが提案されている。

[0005] 特許文献1:特許第3227567号公報

特許文献2:特開2003-053373号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、生成する気泡が小さければ小さいほど、水域中に長時間留まってい

ることが出来、水域全般に拡散することが出来るため水質浄化作用に寄与するが、前述の特許文献1の技術では、内部筒及び散水板を固定した回転軸を水中モータの回転軸に連結して回転させる構成であったため、内部筒及び散水板の回転数が水中モータの回転数(例えば1500回転／分～3600回転／分程度)に拘束されてしまい、十分な高速運転が得られないためナノ(1, 000, 000分の1ミリメートル; 10^{-9})オーダーの超極微細気泡を得ることが出来なかつた。

[0007] また、イオン水精製を重視したと見られる、特許文献2も磁石量を多くすることにより、起動時に大きな回転トルクが必要となる上、水中モータの回転数が1800回転以下でしか運転できず、これにより特許文献1よりも気泡自体は大きな気泡となってしまう。即ち、磁力を大きくするとイオン化効果が増大するが、その反面、負荷が大きくなつて回転数が上がらず気泡の微細化効果が低減するという相反する関係となつてしまい、結果的に特許文献1, 2の技術では微細気泡の発生原理が判然とせず、回転体と磁力と気泡との相互関係が全く解らない状態であった。

[0008] 本発明は前記課題を解決するものであり、その目的とするところは、回転駆動源の回転数に拘束されることなく、それ以上の高速回転により回転部を回転させてナノ(1, 000, 000分の1ミリメートル; 10^{-9})オーダーの超極微細気泡を得ることが出来る泡発生装置を提供せんとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 前記目的を達成するための本発明に係る泡発生装置の第1の構成は、吸液口と吸気口とを有し、回転駆動力を付与する回転駆動源が設けられた外筒と、前記外筒の内部で回転可能に設けられた回転部と、前記回転駆動源と、前記回転部との間の回転駆動伝達経路に設けられ、該回転部の空転を許容する空転許容手段と、前記外筒の前記回転部の外周面に対向する内周面で該外筒の軸方向に所定のピッチで配置された第1の磁石と、前記回転部の前記外筒の内周面に対向する外周面で該回転部の軸方向に所定のピッチで配置された第2の磁石とを有し、前記第1、第2の磁石同士は互いに斥力が作用する同極磁石で構成され、且つ該第1、第2の磁石同士が対面した状態で互いの対向面が平行になるよう配置され、且つ前記外筒及び回転部でそれぞれ互いに隣設される磁石同士は、該それぞれの磁石表面を含む平面同

士が、前記第1、第2の磁石同士が対面してから離れる迄に発生する斥力による回転増速力が、前記第1、第2の磁石同士が近づいて対面する迄に発生する斥力による回転抑止力よりも大きくなる所定の角度で交差するように設定されたことを特徴とする。

[0010] 前記目的を達成するための本発明に係る泡発生装置の第2の構成は、前記第1の構成において、前記空転許容手段は、前記回転駆動源により回転する第1の回転体と、該第1の回転体に対向する前記回転部の一端部との対向面にそれぞれ互いに磁力による引力が作用するように設けられた一対の第1の異極磁石と、前記回転駆動源により回転する第2の回転体と、該第2の回転体に対向する前記回転部の他端部との対向面にそれぞれ互いに磁力による引力が作用するように設けられた一対の第2の異極磁石とを有して構成したことを特徴とする。

[0011] 前記目的を達成するための本発明に係る泡発生装置の第3の構成は、前記第1の構成において、前記第1、第2の回転体の少なくとも何れか1つにポンプ羽根が設けられたことを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明に係る泡発生装置の第1の構成によれば、回転駆動源により回転部に回転駆動力を付与して回転させた後、空転許容手段により該回転部の空転を許容すると共に、外筒と回転部との対向面にそれぞれ設けた第1、第2の同極磁石による斥力を作用させて、回転部をそれ以上に高速回転(例えば3600回転／分～10,000回転／分)させることが出来、これによりナノ(1,000,000分の1ミリメートル; 10^{-9})オーダーの超極微細気泡を得ることが出来る。

[0013] 即ち、第1、第2の同極磁石同士が対面した状態で互いの対向面が平行になるよう配置され、且つ外筒及び回転部でそれぞれ互いに隣設される磁石同士は、該それぞれの磁石表面を含む平面同士が、第1、第2の同極磁石同士が対面してから離れる迄に発生する斥力による回転増速力が、第1、第2の同極磁石同士が近づいて対面する迄に発生する斥力による回転抑止力よりも大きくなる所定の角度で交差するように設定されたことにより、第1、第2の同極磁石同士が対面する際に発生する斥力により回転駆動源の回転数よりも大きな回転数で回転部の回転速度を増速すること

が出来、第1、第2の同極磁石同士がすれ違う際に発生する反発力による回転抑止力よりも回転増速力が大きくなるため共振共鳴により回転駆動源の回転数よりも大きな回転数で回転しようとする回転部の回転増速作用を連続的に発生することが出来る。

- [0014] また、本発明に係る泡発生装置の第2の構成によれば、第1、第2の異極磁石の引力により回転部を外筒の内部で宙吊り状態で支持することが出来、しかも異極磁石の引力により高速回転する回転部の回転位置を安定して支持することが出来る。
- [0015] また、本発明に係る泡発生装置の第3の構成によれば、回転駆動源によりポンプ羽根を回転させて外筒内を負圧にすることが出来、外筒に設けられた吸液口と吸気口から液体と気体とを外筒内に導き、高速回転する回転部により混合させてナノ(1, 000, 000分の1ミリメートル; 10^{-9})オーダーの超極微細気泡を得ることが出来る。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明に係る泡発生装置の構成を示す断面説明図である。
- [図2]本発明に係る泡発生装置の構成を示す側面図である。
- [図3]本発明に係る泡発生装置の外筒の構成を示す断面説明図及び側面図である。
- [図4]本発明に係る泡発生装置の回転部の構成を示す断面説明図及び側面図である。
- [図5]ポンプ羽根の構成を示す図である。
- [図6]回転増速原理を説明する模式図である。
- [図7]本発明に係る泡発生装置における泡発生の実験結果を示す図である。
- [図8]特許文献2の液体浄化装置における泡発生の実験結果を示す図である。

符号の説明

- [0017] 1…泡発生装置
2…吸液口
3…外筒
3a…排出口
4…回転部
4a…突起部

5…連結部材

6…軸受部材

7…支軸部材

8…水中モータ

8a…回転軸

9…軸受部材

10, 11…異極磁石

12…拘束部材

13, 14…異極磁石

15…固定反発用磁石

15a…対向面

16…回転反発用磁石

16a…対向面

17…ポンプ羽根

18…吸気口

19, 20…間隙

発明を実施するための最良の形態

[0018] 図により本発明に係る泡発生装置の一実施形態を具体的に説明する。図1は本発明に係る泡発生装置の構成を示す断面説明図、図2は本発明に係る泡発生装置の構成を示す側面図、図3は本発明に係る泡発生装置の外筒の構成を示す断面説明図及び側面図、図4は本発明に係る泡発生装置の回転部の構成を示す断面説明図及び側面図、図5はポンプ羽根の構成を示す図、図6は回転増速原理を説明する模式図、図7は本発明に係る泡発生装置における泡発生の実験結果を示す図、図8は特許文献2の液体浄化装置における泡発生の実験結果を示す図である。

[0019] 図1～図5において、泡発生装置1は、回転駆動力を付与する回転駆動源となる水中モータ8が一端部に設けられ、他端部に吸液口2と吸気口18が設けられた円筒形状の外筒3と、該外筒3の内部で回転可能に設けられた円筒形状の回転部4とを有して構成される。

- [0020] 水中モータ8の回転軸8aには連結部材5が取り付けられており、該連結部材5には図5に示す第1の回転体となるポンプ羽根17が取り付けられている。また、連結部材5には外筒3の他端部に設けられた軸受部材6により回転自在に軸支された支軸部材7が取り付けられている。また、支軸部材7の軸方向(図1の左右方向)において、連結部材5から回転部4の軸方向(図1の左右方向)の全長に対応する位置には第2の回転体となる拘束部材12が取り付けられており、これにより水中モータ8の回転軸8a、連結部材5、ポンプ羽根17、支軸部材7及び拘束部材12が一体的に回転するよう構成されている。
- [0021] 回転部4の内部には軸受部材9が設けられており、該軸受部材9により回転部4は支軸部材7に対して回転自在、且つ軸方向(図1の左右方向)にスライド自在に軸支されている。第1の回転体となるポンプ羽根17と、該ポンプ羽根17に対向する回転部4の一端部との対向面には、それぞれ互いに磁力による引力が作用するように設けられた一対の異極磁石10, 11が設けられている。
- [0022] また、第2の回転体となる拘束部材12と、該拘束部材12に対向する回転部4の他端部との対向面には、それぞれ互いに磁力による引力が作用するように設けられた一対の異極磁石13, 14が設けられている。
- [0023] ここで、異極磁石10, 11及び異極磁石13, 14はそれぞれN極とS極とが互いに対向するように配置され、互いに磁力による引力が作用することにより支軸部材7に回転自在で且つ軸方向(図1の左右方向)にスライド自在に設けられた回転部4は水中モータ8の回転駆動力により回転するポンプ羽根17と拘束部材12との間で各異極磁石10, 11及び異極磁石13, 14の作用により両側から吸引されて安定した位置で水中モータ8の回転駆動力により回転するポンプ羽根17と拘束部材12とに連れ回りすることが出来る。
- [0024] また、水中モータ8により回転するポンプ羽根17及び拘束部材12と、回転部4の両端部との間にそれぞれ設けられた各異極磁石10, 11及び異極磁石13, 14は、回転駆動源となる水中モータ8と、回転部4との間の回転駆動伝達経路に設けられ、該回転部4の空転を許容する空転許容手段を構成する。
- [0025] また、水中モータ8により回転するポンプ羽根17及び拘束部材12と、回転部4の両

端部との間に異極磁石10, 11及び異極磁石13, 14を設けたことにより水中モータ8の停止時には該異極磁石10, 11及び異極磁石13, 14の磁力の引力により回転部4のブレーキの役割を果たすことが出来る。

- [0026] 外筒3の回転部4の外周面に對向する内周面には、図3に示すように、該外筒3の軸方向に所定のピッチで配置された第1の磁石となる固定反発用磁石15が設けられており、回転部4の外筒3の内周面に對向する外周面には、図4に示すように、該回転部4の軸方向に所定のピッチで配置された第2の磁石となる回転反発用磁石16が設けられている。
- [0027] 固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16は、互いに磁力による斥力が作用する同極磁石で構成される。例えば、固定反発用磁石15がN極であれば回転反発用磁石16もN極で構成され、固定反発用磁石15がS極であれば回転反発用磁石16もS極で構成される。
- [0028] 固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16は、図2に示すように、互いに對面した状態で互いの対向面15a, 16aが平行になるように配置され、且つ外筒3及び回転部4でそれぞれ互いに隣設される固定反発用磁石15同士及び回転反発用磁石16同士は、該それぞれの固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15b同士、回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平面16b同士が、図6(a)に示すように、固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16同士が對面してから離れる迄に発生する斥力による回転増速力 F_2 が、図6(b)に示すように、該固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16同士が近づいて對面する迄に発生する斥力による回転抑止力 F_4 よりも大きくなる所定の角度 θ_1 , θ_2 で交差するように設定されている。
- [0029] 固定部3でそれぞれ互いに隣設される固定反発用磁石15同士の該固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15b同士の交差角度 θ_1 は本実施形態のように8本の固定反発用磁石15が同ピッチで配列された場合には45°が最適である。また、回転部4でそれぞれ互いに隣設される回転反発用磁石16同士の該回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平面16b同士の交差角度 θ_2 は本実施形態のように8本の回転反発用磁石16が同ピッチで配列された場合には45°が最適である。
- [0030] また、回転部4の径方向に対する回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平

面16bの角度は45°が最適であり、固定部3の径方向に対する固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15bの角度も45°が最適である。

- [0031] 尚、回転部4の径方向に対する回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平面16bの角度、固定部3の径方向に対する固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15bの角度、固定部3でそれぞれ互いに隣設される固定反発用磁石15同士の該固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15b同士の交差角度 θ_1 、回転部4でそれぞれ互いに隣設される回転反発用磁石16同士の該回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平面16b同士の交差角度 θ_2 は、それぞれ0°より大きく且つ90°より小さい角度範囲に適宜設定することで、同角度を0°または90°に設定した場合と比較して回転部4の回転に寄与する力を1倍～2倍とすることが出来る。
- [0032] 即ち、図6(a)に示すように、固定反発用磁石15と回転反発用磁石16とが互いに対面した際に互いに作用する斥力により回転反発用磁石16が固定反発用磁石15から受ける反発力 F_1 の回転部4の回転方向(回転反発用磁石16の回転軌跡の接線方向)に作用する力が回転増速力 F_2 として作用し、図6(b)に示すように、回転反発用磁石16が固定反発用磁石15とすれ違う際に互いに作用する斥力により回転反発用磁石16が固定反発用磁石15から受ける反発力 F_3 の回転部4の反回転方向(回転反発用磁石16の回転軌跡の接線方向)に作用する力が回転抑止力 F_4 として作用する。
- [0033] 反発力 F_1 , F_3 は固定反発用磁石15と回転反発用磁石16とが実質的に対面する面積に比例し、離間距離に反比例するため{反発力 F_1 > 反発力 F_3 }の関係が成立し、{回転増速力 F_2 > 回転抑止力 F_4 }の関係が成立して回転増速力 F_2 が回転抑止力 F_4 よりも大きくなる。
- [0034] これにより、図6(b)に示すように、回転反発用磁石16が固定反発用磁石15とすれ違う際に発生する反発力 F_3 による回転抑止力 F_4 よりも回転増速力 F_2 が大きくなるため共振共鳴(例えばブランコのように所定の周期で小さな力を与え続けることにより連続的に振幅を増大する作用)により水中モータ8の回転数よりも大きな回転数で回転しようとする回転部4の回転増速作用を連続的に発生することが出来る。
- [0035] ここで、回転部4の回転増速力は、水中モータ8により回転するポンプ羽根17及び拘束部材12と、回転部4の両端部との間に設けた異極磁石10, 11及び異極磁石13,

14の作用による水中モータ8の回転力の追従力F_mと、図6(a)に示す回転増速力F₂との和から図6(b)に示す回転抑止力F₄を差し引いた力で表され、水中モータ8の回転始動時には追従力F_mが回転抑止力F₄を上回り、回転部4が回転し始める。

- [0036] 次に、図6(a)に示す回転増速力F₂により回転部4の回転は水中モータ8の回転よりも速く回転しようとして、追従力F_mを振り切って水中モータ8の回転数よりも大きな回転数まで増速される。一方、追従力F_mは水中モータ8の回転数に追従しようとする。
- [0037] ここで、着磁する磁力の関係は、図6(a)に示す回転増速力F₂ > 追従力F_m > 図6(b)に示す回転抑止力F₄となるように、異極磁石10, 11及び異極磁石13, 14及び固定反発用磁石15、回転反発用磁石16にそれぞれ着磁する。
- [0038] 図6(a)に示す回転増速力F₂と、図6(b)に示す回転抑止力F₄とは、それぞれ一本の固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16からなる力であり、各磁石15, 16の幅及び表面積に関係する。例えば表面積を広く取り、薄い磁石が好ましいが、薄くすることにより全体の磁力が弱くなる。
- [0039] 回転部4を停止する場合には、図6(a)に示す回転増速力F₂から図6(b)に示す回転抑止力F₄を差し引き、更に水中モータ8が停止した際の追従力F_mを差し引いてブレーキ力が作用して停止する。
- [0040] 前述した構成を有する泡発生装置1は、例えば、処理対象水内に設置して水質浄化装置として作用させることが出来る。吸気口18は図示しない吸気管を介して外気に連通されて外筒3内に空気を取り入れ、吸液口2は泡発生装置1が設置される処理対象水を取り入れる。吸気管としては長尺且つ可撓性性の管体(ホース)を用いて構成することが出来、外気に連通する剛性の管体を用いて構成することも出来る。吸気管の数は1個或いは複数設けることが出来る。
- [0041] 外筒3のポンプ羽根17に対応する部位には排出口3aが設けられており、ポンプ羽根17により送り出されたナノ(1, 000, 000分の1ミリメートル; 10⁻⁹)オーダーの極微細気泡を含有する処理対象水が外部に送出される。
- [0042] 吸液口2の外側には、不測のゴミ流入防止のために、金網等のゴミ除(よ)けを付設することも出来る。
- [0043] 回転部4の回転反発用磁石16は、図2及び図4に示すように、該回転部4の円周方

向に所定のピッチで設けられた断面台形状の突起部4aの傾斜面に取り付けられており、この突起部4aが遠心ポンプにおける回転羽根の役割も兼ねる。

- [0044] 回転部4の外周面と外筒3の内周面との間に形成された間隙19において吸気口18から吸入した空気を吸液口2から吸入した処理対象水に混合させて無数の微小な気泡を生成させると共に、該各気泡中の酸素成分を該処理対象水中に溶解させる。
- [0045] 水中モータ8を回転させると、回転軸8aに接続された連結部材5、ポンプ羽根17、支軸部材7及び拘束部材12に回転駆動力が伝達され、異極磁石10, 11, 13, 14の作用により回転部4がポンプ羽根17及び拘束部材12の回転に連れ回りすることにより水中モータ8と回転部4とが一体的に回転する。
- [0046] 水中モータ8の回転数は例えば1800回転／分～3600回転／分程度のものが使用され、これに従って回転部4の回転数も先ずは1800回転／分～3600回転／分程度で回転する。水中モータ8が最大回転数に達した後は、空転許容手段となるポンプ羽根17及び拘束部材12と回転部4の両端部に設けられた異極磁石10, 11, 13, 14による磁力による引力よりも、外筒3の内周面に設けられた固定反発用磁石15と回転部4の外周面に設けられた回転反発用磁石16との磁力による斥力が大きいため回転部4は水中モータ8の最大回転速度を超えて增速され超高速回転で回転する。
- [0047] 一方、水中モータ8と一体的に回転するポンプ羽根17により遠心ポンプと同様な役割を果たす。即ち、ポンプ羽根17が回転すると、間隙19に連通された隙間20内の処理対象水がポンプ羽根17により図1の上下方向に掻き出されて排出口3aから外部に放出され、隙間20内の水圧が低下して大気圧以下(負圧)となる。
- [0048] そのため、隙間20に連通する間隙19内も負圧となって外筒3内の水面が降下し、吸気口18から空気が流入すると共に、吸液口2から処理対象水が流入する。
- [0049] 間隙19内に流入した処理対象水は回転部4の高速回転に引き摺られて高速で回転する。それによって、外筒3内における降下した水面は激しく波立つと同時に泡立ち、当該水面下では2次流れとしての無数の小渦が発生する。この時の渦発生現象はテイラー渦流れ(Taylor Couette Flow或いはTaylor Vortex)と呼ばれている現象である。
- [0050] ここで、テイラー渦とは、大きな円筒からなる外筒3とその中に小さな円筒或いは円

柱からなる回転部4があり、その2つに挟まれた空間である間隙19には処理対象水が満たされており、回転部4の回転により、その付近の処理対象水は遠心力を受けて外筒3方向へ押し出される。そして、状態平衡を保つように処理対象水には作用・反作用力が働き、外側へ押し出される一方で、回転部4側へ戻ってくる作用が起きる。これにより無数の小渦が発生する。

- [0051] そのため、吸気口18から流入した空気は吸液口2から流入した処理対象水に効率的に混合され、無数の微小な気泡となる。また、発生した各微小気泡中の酸素成分は酸素不足の当該処理対象水中に効率的に溶け込む。
- [0052] 間隙19内の処理対象水は微小気泡の数と溶解酸素の量とを増加させながら固定反発用磁石15と回転反発用磁石16による電磁作用との相乗作用を受けて該間隙19内に流入した処理対象水中の全ての微小気泡について分割と再分割とがなされ、ナノ(1, 000, 000分の1ミリメートル; 10^{-9})オーダーの極微細気泡が生成されると共に、該各極微細気泡中の酸素成分が処理対象水中に更に溶解される。
- [0053] 極微細気泡と溶解酸素を含んだ処理対象水は、ポンプ羽根17の回転によるポンピング作用によって、排出口3aから図1の上下方向に放出され、泡発生装置1が設置された処理対象水域に拡散される。このようにして成る極微細気泡と溶解酸素とは、処理対象水域内から短時間で浮上してしまうことがなく、同水域中に極めて長時間留まっていることが出来、同水域全般に拡散することが出来る。
- [0054] 本発明による泡発生装置1は、水中モータ8の最大回転数を超えて空転許容手段となるポンプ羽根17及び拘束部材12と回転部4の両端部に設けられた異極磁石10, 11, 13, 14による磁力による引力による結合により空転が許容され、空転された回転部4は回転反発用磁石16と固定反発用磁石15とにより作用する斥力により水中モータ8の最大回転速度を超える超高速回転を実現したことにより、気泡微細化の程度において、また、極微細気泡と溶解酸素の滞水時間の長さにおいて、前述の従来の特許文献1, 2に記載された技術よりも格段に優れている事実が本発明者等によって実験的に確認されたものである。
- [0055] 各個の水分子は、良く知られているように、水素-酸素-水素の結合状態が、直線的でなく、且つ、電子の確率分布が対称でなく、電気双極子を成している。それ故、

それらの水分子は、液相では単体では存在せず、水素結合により幾つかが寄り集まってクラスターを形成している。クラスターの大きさや形は、溶存する不純物の種類や量、それに温度によって、様々に変化する。

- [0056] 電気双極子を成す水分子(イオン水)は、外筒3の内周面と回転部4の外周面とにそれぞれ設けられた固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16による磁界との相対運動、更にはその相対運動が与えられると、それによってエネルギー(主に分子の回転運動のエネルギー、それに伸縮運動や並進運動のエネルギー)が与えられ、エネルギー準位が引き上げられる。
- [0057] 即ち、水分子が活性化された結果、当該水分子のクラスターはより小さくなり、従って、極微細気泡中の酸素がクラスター間に溶け込み易くなり、また、極微細気泡が分割され易くなる。更に、導電性流体である処理対象水と磁場とが相対運動をすると、処理対象水中に電流が誘起する。同時に、 $B_2 / 2\mu$ の等方的な圧力(磁気圧)と、 B_2 / μ の磁力線の方向(ここでは垂直方向)への張力とが発生する。尚、Bは磁力の強さ、 μ は磁束の透磁率である。これらの現象もまた、水分子のクラスターをより小さくする。
- [0058] 一方、酸素分子は磁気双極子を成す常磁性であるから固定反発用磁石15と回転反発用磁石16とにより形成される磁界との相対運動が与えられると、それによってエネルギー(主に分子の回転運動のエネルギー、それに並進運動のエネルギー)が与えられエネルギー準位が引き上げられる。その結果、磁界内の酸素分子は活性化され、気泡表面の酸素分子は水の境界面を突破してその中に溶け込み易くなる。
- [0059] 処理対象水中に放出された極微細気泡の直径が微細化すればするほど全ての極微細気泡が短時間で水面に浮上してしまうことがなく、従ってその滞水時間が限りなく長くなり極微細気泡全体の表面積、即ち極微細気泡全体と処理対象水との接触面積が限りなく大きくなる。
- [0060] このように、処理対象水中域に拡散されたイオン水は、種々の対象物を効率的に酸化(N極反発)または、アルカリ化(S極反発)する。酸化によって生じたイオン水は、病原菌や微生物だけを殺菌する。アルカリ化によって生じたイオン水は、タンパク質や油脂分の分解をし優れた洗浄力を發揮する。

- [0061] また、太陽光が存在するときは浮遊性の藻類(例えばアオコ等)を死滅・凝集させることが出来る。浮遊性藻類の死滅・凝集によって生じた微小浮遊物質は気泡と付着して水面に浮上し、浮上スカム(かす)と成る。更に、この極微細気泡は水底のヘドロ(微生物層)に無数に結合してそれらに浮力を与え、大きな単位で浮上させることも出来る。
- [0062] 尚、浮上スカムは定期的に捕集され、且つ廃棄されることによって対象水域についての水質浄化処理が達成される。
- [0063] また、外筒3の内周面及び回転部4の外周面に設けられた固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16の働きによって間隙19内の各点において回転部4の半径方向の磁界が発生しており、前述した磁界と水分子との相互作用、誘起電流と水分子との相互作用、並びに磁界と酸素分子との相互作用、そしてそれらの相乗効果によって、より微細な気泡を間隙19内の処理対象水中に生成させ、また、該極微細気泡中の酸素成分をより多く該処理対象水中に溶解させることが出来る。
- [0064] 上記泡発生装置1に各種気体発生装置を適宜併用することが出来る。例えば、オゾン発生装置または活性空気発生装置は地上に設置され、長尺且つ可撓性の吸気管を介して外筒3の吸気口18に気密且つ水密に接続される。
- [0065] 吸気管は処理対象水域景観が損われることがないようにするために、運転時には同水域の水面下に敷設される。それらの装置で発生したオゾン或いは活性空気は可撓性の吸気管から吸気口18を介して外筒3の内部に送り込まれる。
- [0066] 外気の代りに、オゾン入りの空気または活性空気を吸気口18に送り込むことにより、それらと極微細気泡化との相乗作用によって、水質浄化作用を更に増進させることが出来る。
- [0067] 処理対象水域に雨水等が流入してその水面が変動すると、吸気口2の水深と水圧が変動して処理対象水と空気との最適な混合比が崩れる場合があるため処理対象水域の水面変動に対応して泡発生装置1本体を適宜の浮子に結合して水底から浮上させ、水面が変動したときでも同泡発生装置1本体の水深位置が変動しないように、また、吸気口2の水深と水圧が変動しないようにすることができる。
- [0068] 処理対象水の汚れや酸性化が酷い時は、即時の改善を計るために、初めの期間

のみであるが、中和剤及び／または凝集剤等の薬剤を散水または散布することが出来る。これによって有機物が強制浮上され、pH度が改善される。薬剤による改善後は泡発生装置1によって水質浄化を続行することが出来る。水質浄化がある程度進んだ段階でバクテリア(好気性バクテリア或いはアンモニア分解バクテリア)を投入する。以上の相乗効果によって処理対象水を十分に水質浄化することが出来る。

[0069] 図7は本発明に係る泡発生装置における泡発生の実験結果を示す図であり、図7に示す泡発生の実験結果は、前述した泡発生装置1における回転部4の径方向に対する回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平面16bの角度を45°、固定部3の径方向に対する固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15bの角度を45°、固定部3でそれぞれ互いに隣設される固定反発用磁石15同士の該固定反発用磁石15の対向面15aの表面を含む平面15b同士の交差角度 θ_1 を45°、回転部4でそれぞれ互いに隣設される回転反発用磁石16同士の該回転反発用磁石16の対向面16aの表面を含む平面16b同士の交差角度 θ_2 を45°に設定したものであり、固定部3の内径を78mm、固定部3の内径と回転部4の外径との間の隙間を2mmに設定し、図7の「大型」では固定反発用磁石15及び回転反発用磁石16が設けられた範囲での軸方向の長さを200mmとし、「小型」では同範囲での軸方向の長さを150mmに設定し、東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学内の水道水を用いて本発明に係る泡発生装置による泡発生の実験を実施したものである。図7に示すように、発生する泡の気泡粒径が小さくなるほどその個数が増加していることが分かる。

[0070] 図8は比較例として特許文献2の液体浄化装置における泡発生の実験結果を示す図であり、図8に示す泡発生の実験結果は、特許文献2の図3～図6に示された液体浄化装置における回転筒(25)の径方向に対する永久磁石(37)の対向面の表面を含む平面の角度を90°、固定筒(21)の径方向に対する永久磁石(35)の対向面の表面を含む平面の角度を90°、固定筒(21)でそれぞれ互いに隣設される永久磁石(35)同士の該永久磁石(35)の対向面の表面を含む平面同士の交差角度 θ_1 を135°、回転筒(25)でそれぞれ互いに隣設される永久磁石(37)同士の該永久磁石(37)の対向面の表面を含む平面同士の交差角度 θ_2 を135°に設定したものであり、固定筒(21)の内径を102mm、固定筒(21)の内径と回転筒(25)の外径との間の隙間を2m

mに設定し、永久磁石(35,37)が設けられた範囲での軸方向の長さを200mmに設定し、茨城県つくば市梅園1-1-1 独立行政法人 産業技術総合研究所内の水道水を用いて特許文献2の液体浄化装置による泡発生の実験を実施したものである。図8に示すように、発生する泡の気泡粒径は $28 \mu m$ 程度で個数のピークが現れ、気泡粒径が $28 \mu m$ よりも小さくなると、気泡個数が減少することが分かる。

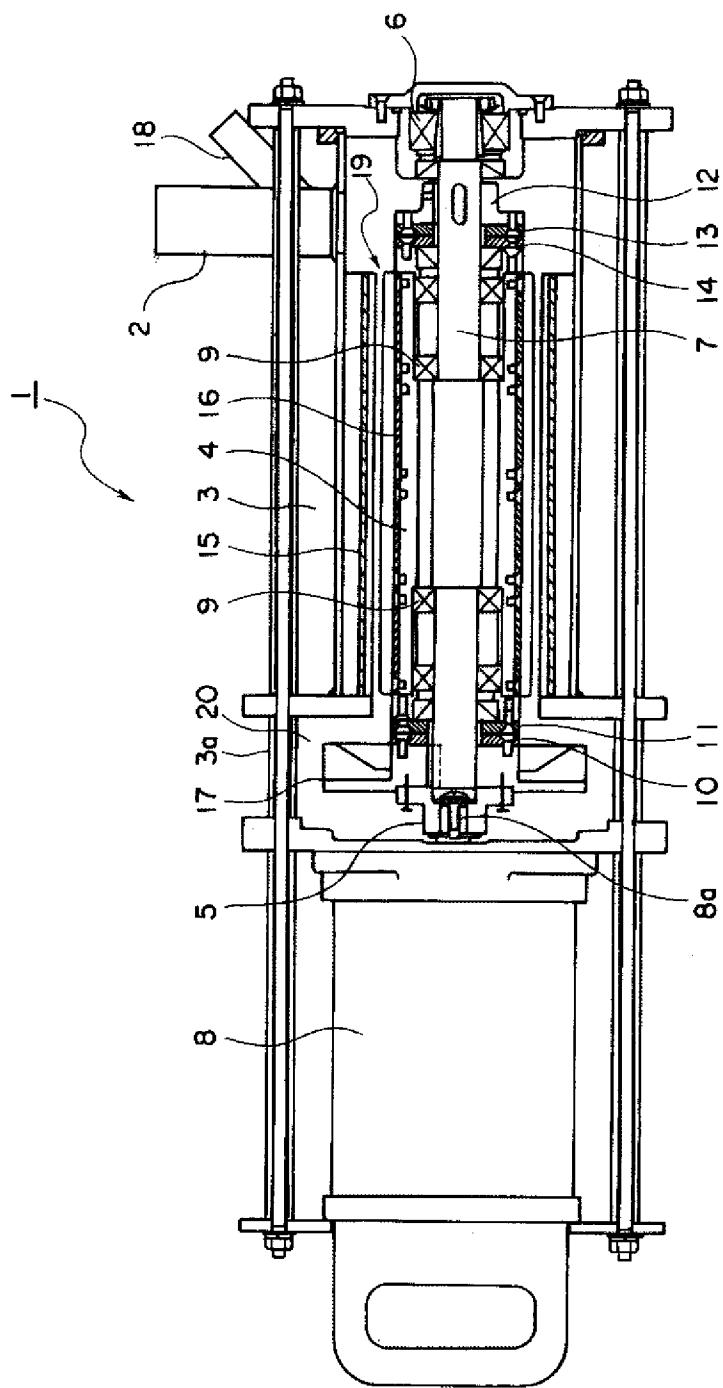
産業上の利用可能性

[0071] 本発明の活用例として、有機物等によって汚濁・汚染され、或は富栄養化して藻類の繁殖した処理対象水の水質浄化をするための泡発生装置に適用出来る。また、工業用として各循環水の水質浄化、対象物の酸化、対象物の洗浄等に適用出来る。また、水の精製、油水の分離、河川等の汚水の浄化にも本発明に係る泡発生装置が適用出来る。

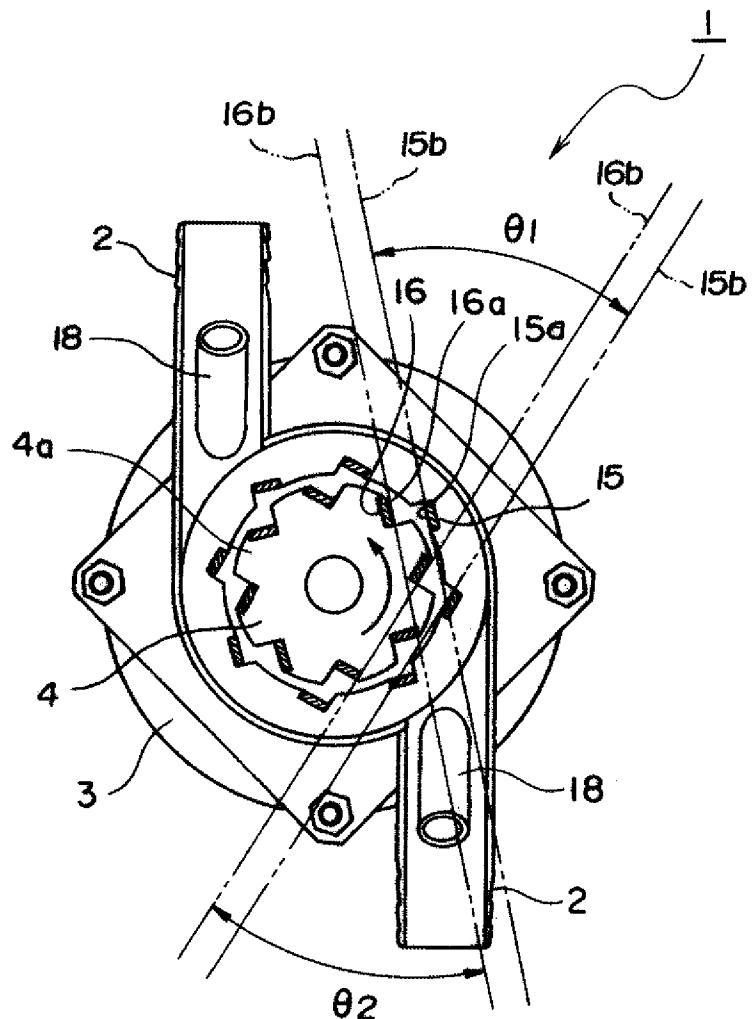
請求の範囲

- [1] 吸液口と吸気口とを有し、回転駆動力を付与する回転駆動源が設けられた外筒と、前記外筒の内部で回転可能に設けられた回転部と、前記回転駆動源と、前記回転部との間の回転駆動伝達経路に設けられ、該回転部の空転を許容する空転許容手段と、前記外筒の前記回転部の外周面に対向する内周面で該外筒の軸方向に所定のピッチで配置された第1の磁石と、前記回転部の前記外筒の内周面に対向する外周面で該回転部の軸方向に所定のピッチで配置された第2の磁石と、を有し、前記第1、第2の磁石同士は互いに斥力が作用する同極磁石で構成され、且つ該第1、第2の磁石同士が対面した状態で互いの対向面が平行になるよう配置され、且つ前記外筒及び回転部でそれぞれ互いに隣設される磁石同士は、該それぞれの磁石表面を含む平面同士が、前記第1、第2の磁石同士が対面してから離れる迄に発生する斥力による回転増速力が、前記第1、第2の磁石同士が近づいて対面する迄に発生する斥力による回転抑止力よりも大きくなる所定の角度で交差するように設定されたことを特徴とする泡発生装置。
- [2] 前記空転許容手段は、前記回転駆動源により回転する第1の回転体と、該第1の回転体に対向する前記回転部の一端部との対向面にそれぞれ互いに引力が作用するように設けられた一对の第1の異極磁石と、前記回転駆動源により回転する第2の回転体と、該第2の回転体に対向する前記回転部の他端部との対向面にそれぞれ互いに引力が作用するように設けられた一对の第2の異極磁石と、を有して構成したことを特徴とする請求項1に記載の泡発生装置。
- [3] 前記第1、第2の回転体の少なくとも何れか1つにポンプ羽根が設けられたことを特徴とする請求項1に記載の泡発生装置。

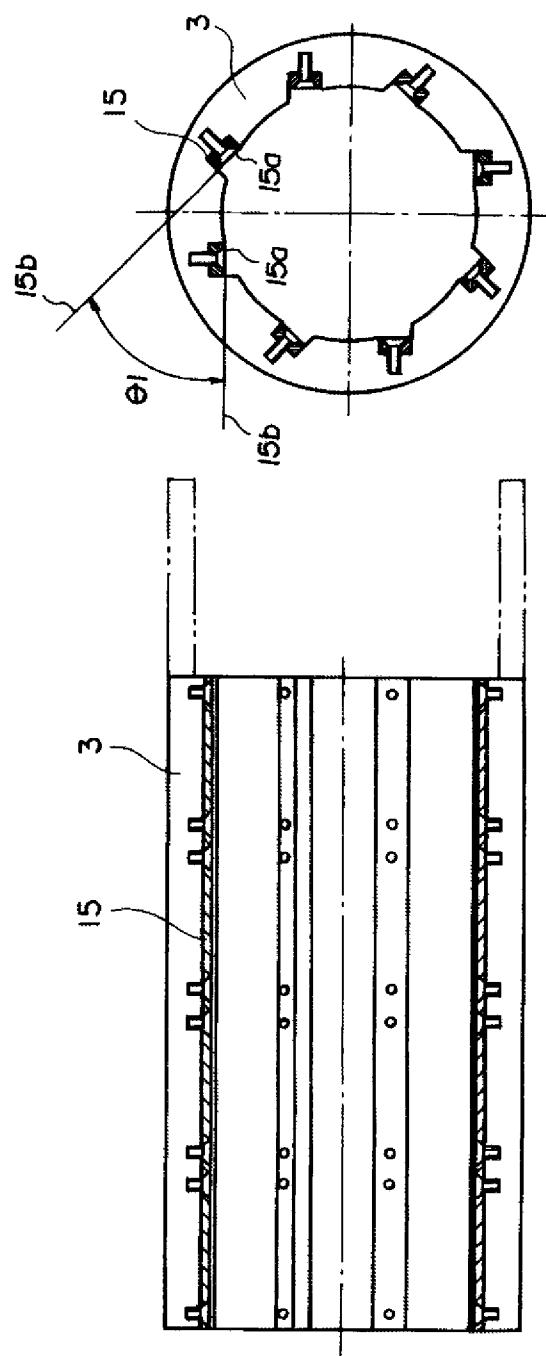
[図1]



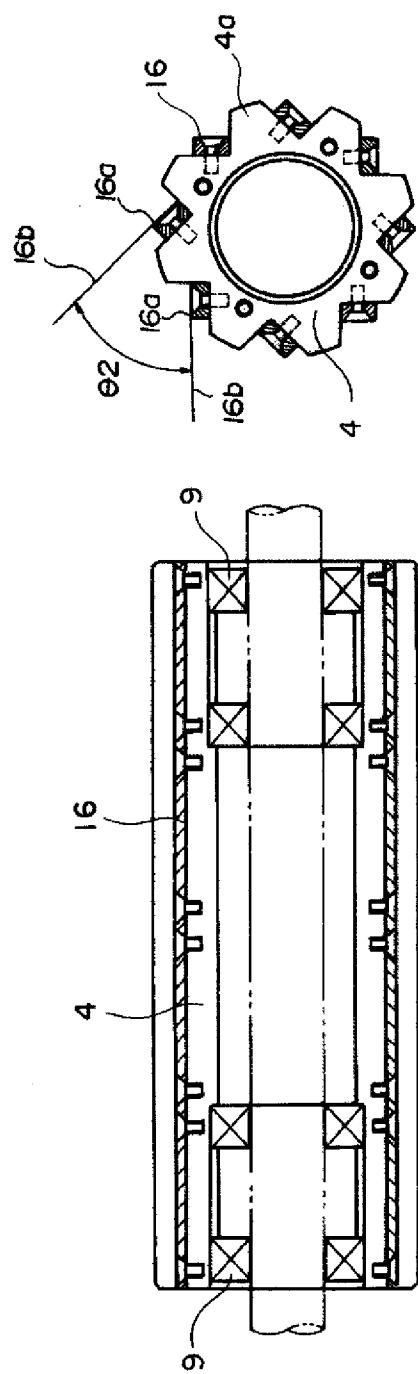
[図2]



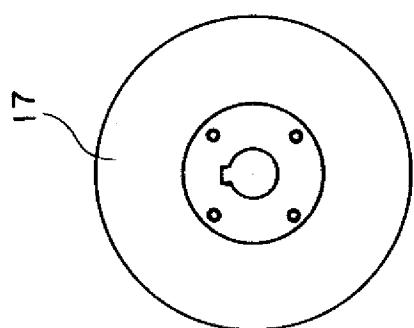
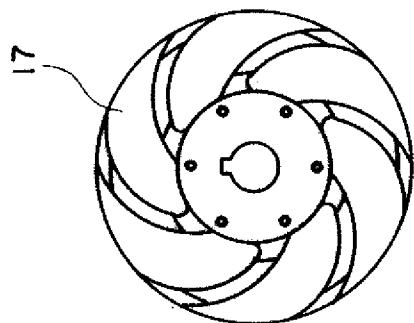
[図3]



[図4]

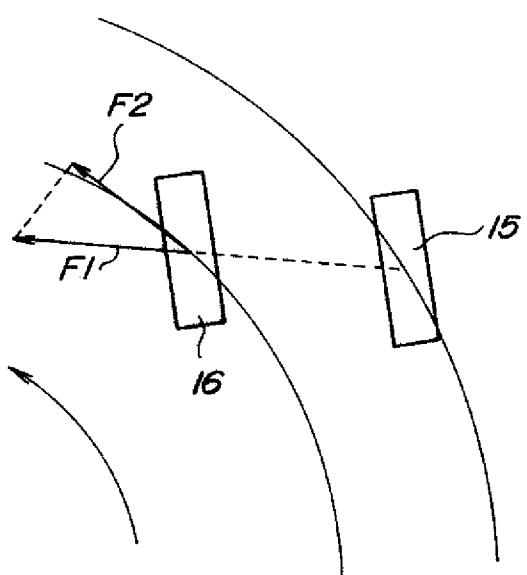


[図5]

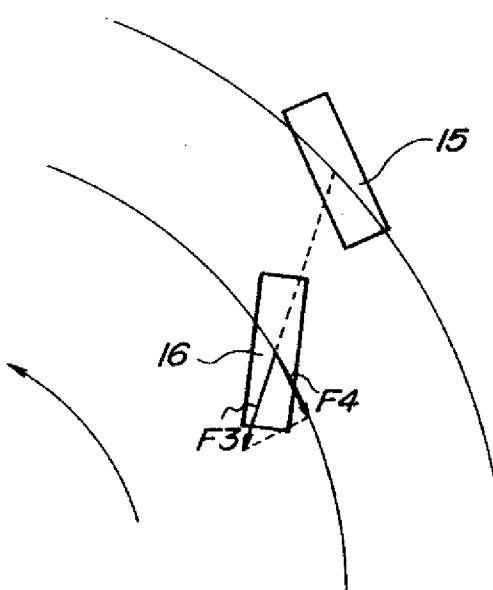


[図6]

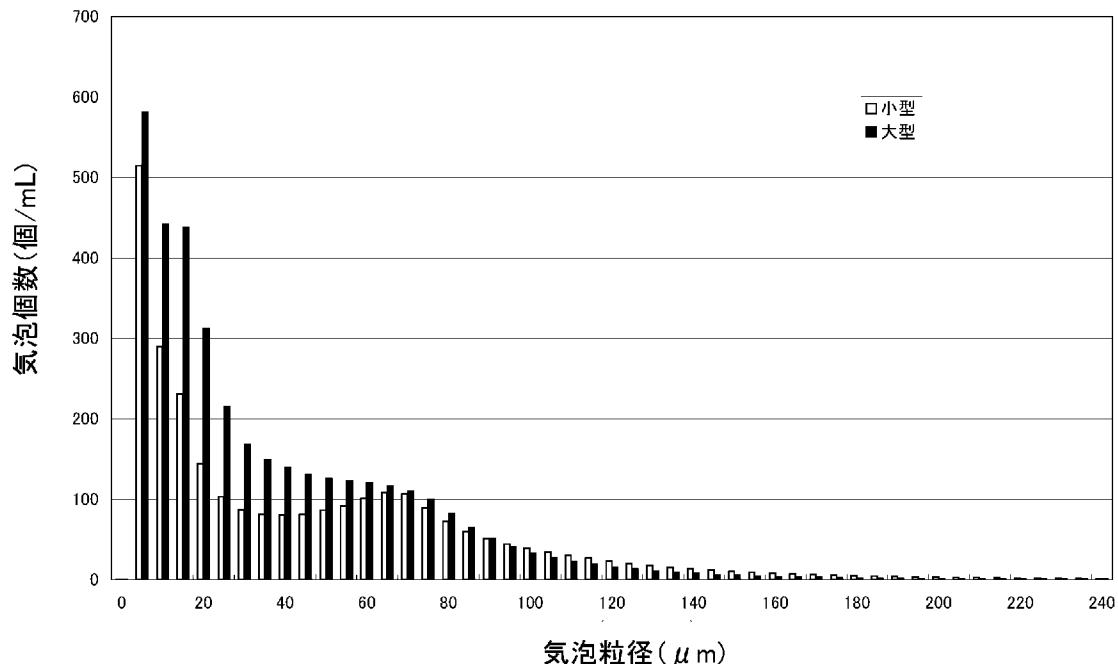
(a)



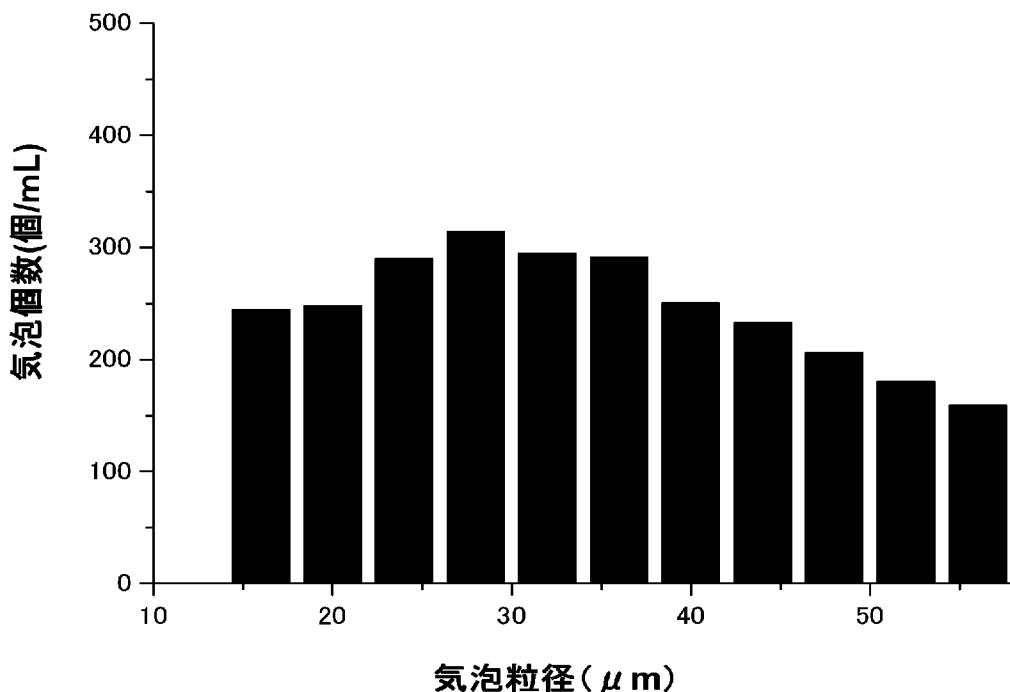
(b)



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/316518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01F7/00(2006.01)i, *B01F3/04*(2006.01)i, *C02F1/24*(2006.01)i, *C02F1/48*(2006.01)i, *C02F3/16*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01F7/00, *B01F3/04*, *C02F1/24*, *C02F1/48*, *C02F3/16*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	1922-1996	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	1996-2006
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	1971-2006	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-104616 A (Sachio NAKAJIMA), 20 April, 1999 (20.04.99), Full text; all drawings & WO 1999/016713 A1	1-3
A	JP 2003-53373 A (Takeshi NAKAJIMA), 25 February, 2003 (25.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 September, 2006 (08.09.06)

Date of mailing of the international search report
19 September, 2006 (19.09.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B01F7/00(2006.01)i, B01F3/04(2006.01)i, C02F1/24(2006.01)i, C02F1/48(2006.01)i, C02F3/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B01F7/00, B01F3/04, C02F1/24, C02F1/48, C02F3/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-104616 A (中島幸夫) 1999.04.20, 全文、全図 & WO 1999/016713 A1	1-3
A	JP 2003-53373 A (中島竹志) 2003.02.25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3

□ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 08.09.2006	国際調査報告の発送日 19.09.2006
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 中澤 登 電話番号 03-3581-1101 内線 3468 4Q 3338