

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5188997号
(P5188997)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int.Cl.		F I
CO2F 3/20	(2006.01)	CO2F 3/20 B
BO1F 1/00	(2006.01)	CO2F 3/20 A
BO1F 3/04	(2006.01)	BO1F 1/00 A
CO2F 3/16	(2006.01)	BO1F 3/04 A
		CO2F 3/16

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-9802 (P2009-9802)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成21年1月20日 (2009.1.20)		株式会社日立プラントテクノロジー
(65) 公開番号	特開2010-167329 (P2010-167329A)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(43) 公開日	平成22年8月5日 (2010.8.5)	(74) 代理人	100102211
審査請求日	平成23年4月11日 (2011.4.11)		弁理士 森 治
		(72) 発明者	大出 浩輔
			兵庫県尼崎市下坂部3丁目4番1号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	長原 孝英
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	岡村 知也
			兵庫県尼崎市下坂部3丁目4番1号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 曝気攪拌装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インペラを取り付けた攪拌軸の周囲に筒体を配設し、該インペラにより筒体の内部に下向き流を発生させるようにした曝気攪拌装置において、インペラの周囲を囲う筒体の外周に第1の空気室を設け、前記筒体の壁部のインペラの下流側の位置に直径3～7mmの第1の給気孔を設けて、前記第1の空気室と筒体の内部とを前記第1の給気孔により連通させるとともに、インペラの下流側にインペラによる旋回流を筒軸方向に整流する断面形状が楕円又は翼断面形状の中空の整流板を配設し、該整流板の下部のみに直径3～7mmの空気の排出孔を設け、かつ、前記中空の整流板の内部に空気を供給する第2の給気孔を筒体の壁部に設け、さらに、整流板の周囲を囲う筒体の外周に第2の空気室を設け、該第2の空気室と整流板の内部とを前記第2の給気孔により連通させ、前記第1の空気室及び第2の空気室に空気を供給するブロワ機構を設けたことを特徴とする曝気攪拌装置。

【請求項2】

筒体の上部を喇叭状に拡径するとともに、該拡径部と対向するように所定間隔をあけて円板を配設し、周囲から筒体の半径内方向に水を流入させる流入口を設けたことを特徴とする請求項1記載の曝気攪拌装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、曝気攪拌装置に関し、特に、水に酸素を溶かす曝気運転を高効率で行うとと

もに、水量に対して酸素を溶かす十分な酸素溶解速度を確保し、かつ給気孔の目詰まりを起こしにくくする曝気攪拌装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

汚水などを活性汚泥で好氣的に処理する曝気攪拌装置として、例えば、下記特許文献1に記載のものがある。

この曝気攪拌装置は、図4に示すように、処理槽8内に垂直に配置されたドラフトチューブ81と、ドラフトチューブ81内に位置し、かつ電動機82により駆動軸83を介して回転されるインペラ84と、インペラ84の下に配置され、かつブロワ85に接続された散気管86と、散気管86の下に配置された整流部材87とを具備している。

10

そして、この曝気攪拌装置は、インペラ84によりドラフトチューブ81内に下向流を形成し、これに空気を吹き込むことにより、処理すべき水に散気しながら水を攪拌するようにしている。

【0003】

このような曝気攪拌装置のインペラについて検討されているものとして、攪拌による汚水中の繊維の絡まりを防止するために、各翼を遠心方向から回転後方に所要角度傾斜させたインペラを取り付けた攪拌装置(特許文献2参照)や、振動や粗大気泡の吸い込み側への逆流(フラッシング)を防止する目的でボス比を大きくしたり、気泡の分散のためにインペラの下にさらに小円盤状の遠心インペラを取り付けた攪拌装置(特許文献3参照)が知られている。

20

【0004】

しかしながら、最近では、省エネルギーのニーズの高まりと下水の高度処理が推進されており、水に酸素を溶かす曝気効率のさらなる上昇、具体的には、省エネルギーが求められると同時に、酸素移動動力効率を既存の技術より1.2倍以上に増加させることが求められている。

この場合、曝気の気泡を細かくする必要があるが、空気を水中に供給する給気孔は、従来と同様に十分に大きく保つ必要がある。

すなわち、水に空気を吹き込むために設けた給気孔は水中にあるため、空気供給元のブロワを停止した際には、この給気孔にゴミが混在した汚水が入り込み、ブロワの運転再開時には、このゴミが給気孔の一部を塞ぎ、空気の排出を妨げるというような問題も発生する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3239170号公報

【特許文献2】特開昭60-227821号公報

【特許文献3】特開平5-253592号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

本発明は、上記従来 of 曝気攪拌装置が有する問題点に鑑み、水に酸素を溶かす曝気運転を高効率で行うとともに、水量に対して酸素を溶かす十分な酸素溶解速度を確保し、かつ給気孔の目詰まりを起こしにくくする曝気攪拌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】

上記目的を達成するため、本発明の曝気攪拌装置は、インペラを取り付けた攪拌軸の周囲に筒体を配設し、該インペラにより筒体の内部に下向き流を発生させるようにした曝気攪拌装置において、インペラの周囲を囲う筒体の外周に第1の空気室を設け、前記筒体の壁部のインペラの下流側の位置に直径3~7mmの第1の給気孔を設けて、前記第1の空気室と筒体の内部とを前記第1の給気孔により連通させるとともに、インペラの下流側に

50

インペラによる旋回流を筒軸方向に整流する断面形状が楕円又は翼断面形状の中空の整流板を配設し、該整流板の下部のみに直径3～7mmの空気の排出孔を設け、かつ、前記中空の整流板の内部に空気を供給する第2の給気孔を筒体の壁部に設け、さらに、整流板の周囲を囲う筒体の外周に第2の空気室を設け、該第2の空気室と整流板の内部とを前記第2の給気孔により連通させ、前記第1の空気室及び第2の空気室に空気を供給するブロウ機構を設けたことを特徴とする。

【0008】

この場合において、筒体の上部を喇叭状に拡径するとともに、該拡径部と対向するように所定間隔をあけて円板を配設し、周囲から筒体の半径内方向に水を流入させる流入口を設けることができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明の曝気攪拌装置によれば、インペラを取り付けた攪拌軸の周囲に筒体を配設し、該インペラにより筒体の内部に下向き流を発生させるようにした曝気攪拌装置において、インペラの周囲で筒体の壁部に給気孔を設け、該給気孔を介してインペラの外周部に空気を排出するブロウ機構を設けることから、給気孔から排出された気泡は、速度勾配の強いインペラ外周部の水流に入り込むことで細分化され微細気泡に変化する。

すなわち、本発明の曝気攪拌装置では、気泡を細かくするために給気孔を小さくする必要がないことから、給気孔を大径に設けて目詰まりの発生を防止するとともに、水深の浅いインペラ付近に設けたこの大径の給気孔から水中に空気を送り込むことにより、ブロウの動力を軽減して省エネルギー化を図ることができる。

そして、速度勾配の強い水流で細分化された微細気泡は、浮力を失っているため、水流と共に水槽の底部に運ばれ長い時間滞留するとともに、微細気泡は同じ体積の粗大気泡より表面積が大きく水との接触面積が大きいことから酸素の溶解速度を高めることができ、これにより、浮力が大きく少量の酸素が水に移動したときには水面に達する通常の気泡に比較し、微細気泡内の多くの割合の酸素を水に移動させることができる。

【0010】

また、インペラの下流側の位置で筒体の周囲に空気室を設けるとともに、該空気室と筒体の内部とを給気孔で連通させることにより、複数の給気孔をインペラの周囲に容易に周設することができる。この場合、給気孔の半径位置は、中心から筒体の半径の0.5～1.0倍の位置となるように設けられる。

【0011】

また、インペラの下流側に、インペラによる旋回流を筒軸方向に整流する中空の整流板を配設し、該整流板の下部に空気の排出孔を設けるとともに、整流板の周囲で筒体の壁部に給気孔を設け、該給気孔を介して整流板の内部に空気を供給するブロウ機構を設けることにより、整流板を介して水中に気泡を排出するとともに、該気泡を整流板を通過する水流の乱れによって細分化することができる。

さらに、整流板は、インペラによる旋回流を筒軸方向に整流することにより、インペラの外周部より下流側で、かつ、整流板の上流側で形成された微細気泡が旋回流により合体して粗大化することを防止することができる。

【0012】

また、整流板の位置で筒体の周囲に空気室を設けるとともに、該空気室と整流板の内部とを給気孔で連通させることにより、複数の給気孔を整流板の周囲に容易に周設することができる。

【0013】

また、整流板の断面形状を、楕円又は翼断面形状とすることにより、整流板を通過した水流に小さな渦を発生させることができ、この渦流を通過した気泡を微細化することができる。

【0014】

また、筒体の上部を喇叭状に拡径するとともに、該拡径部と対向するように所定間隔を

10

20

30

40

50

あけて円板を配設し、周囲から筒体の半径内方向に水を流入させる流入口を設けることにより、流入口からの水流は、徐々に水流を上昇させ、インペラによる筒体からの下向き流を水槽の底部で外向き流とするとともに、該外向き流を水槽の側壁で上向き流となし、該上向き流を水面付近で略水平の内向き流として筒体に流入させることができ、これにより、低動力で水槽全体に微細気泡を含んだ水を循環させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の曝気攪拌装置の一実施例を示す断面図である。

【図2】同曝気攪拌装置を示し、(a)は図1のA-A線断面図、(b)は同B-B線断面図、(c)はインペラと整流板を示す拡大断面図である。

10

【図3】同曝気攪拌装置を示し、(a)は筒体と空気室を示す斜視図、(b)は整流板と筒体を示す透視図、(c)は整流板の作用を示す断面図である。

【図4】従来の曝気攪拌装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の曝気攪拌装置の実施の形態を、図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0017】

図1～図3に、本発明の曝気攪拌装置の一実施例を示す。

この曝気攪拌装置は、電動機1で回転する、インペラ2を取り付けた攪拌軸3の周囲に円筒の筒体4を配設し、インペラ2により筒体4の内部に下向き流を発生させるようにしている。

20

そして、この曝気攪拌装置は、インペラ2のやや下流側の周囲で筒体4の壁部に給気部51aを設け、給気部51aの給気孔51を介してインペラ2の外周部に空気を供給するブロウ機構6を設けている。

【0018】

筒体4は、その上部を喇叭状に拡径するとともに、該拡径部41と対向するように所定間隔をあけて円板42を水平に配設し、周囲から筒体4の半径内方向に水を流入させる流入口43を設けている。

【0019】

30

筒体4の拡径部41の直径(内径)は、筒体4の直管部内径の2.5倍以上であり、その上側にインペラ直径の1/4程度の隙間を隔てて、拡径部41の内径と同様の外径を持つ円板42を配設している。

これにより、インペラ2による筒体4からの下向き流を水槽の底部で外向き流とするとともに、該外向き流を水槽の側壁で上向き流となし、該上向き流を水面付近で略水平の内向き流として筒体4に流入させることができ、これにより、低動力で水槽全体に微細気泡を含んだ水を循環させることができる。

【0020】

インペラ2の下流側には、インペラ2による旋回流を筒軸方向に整流する中空の整流板7が配設されている。平面視が十字をなすこの整流板7の下部には、空気の排出孔71が設けられている。

40

筒体4の壁部には、この整流板7の周囲で給気孔52が設けられており、前記ブロウ機構6により該給気孔52を介して整流板7の内部に空気を供給するようになっている。

整流板7は、図3(c)に示すように、その断面形状が楕円又は翼断面形状に形成されており、該整流板7を通過した水流に整流板7の下流側で小さな渦を発生させることができる。

【0021】

ブロウ機構6は、地上に設置したブロウ61から、空気の導管62を介して水中に空気を導入する。

ブロウ機構6は、インペラ2と整流板7の位置で、それぞれ筒体4の周囲に空気室63

50

を設けており、インペラ 2 側の空気室 6 3 と筒体 4 の内部とを円周上の複数の給気孔 5 1 により連通させるとともに、整流板 7 側の空気室 6 3 と整流板 7 の内部とを整流板 7 との接合部で複数の給気孔 5 2 により連通させている。

【 0 0 2 2 】

なお、インペラ側の給気孔 5 1 及び排出孔 7 1 は円形で、気孔径の大型化が図られており、具体的には気孔径を 3 ~ 7 mm、好ましくは約 5 mm かそれ以上としている。

また、給気孔 5 1 の下限位置は、インペラ 2 の外周部の最下部の高さ（水深）より、インペラ直径の 0 . 1 倍から 1 倍の長さ分下側となるような高さ（水深）としている。

【 0 0 2 3 】

ところで、通常は給気孔 5 1 又は排出孔 7 1 を大きくすると、その付近で発生する気泡の径も大きくなり、そのことで空気流量あたりの気泡の表面積、すなわち気泡の総容積あたりの総表面積（気泡と水の境界の面積）が小さくなり、水への酸素溶解速度が小さくなってしまふ。

それに加えて、大きな径の気泡は浮力が大きいため、水流の方向が上向以外の場合、すなわち下向きや横向き（水平方向）の場合においても、その気泡はほぼ上向きとなる傾向がある。

一例として、こうした気泡の滞留時間を保つために、気泡の発生位置を槽底部に設定する技術が古くからあるが、その場合においても、気泡の滞留距離は高々水深長さであり、発生してから大気へと開放されるまでの時間（滞留時間）は短く、供給する空気量に対する酸素溶解量の比が小さい（20%程度）という課題が残る。

【 0 0 2 4 】

そこで、本実施例では、高効率曝気を行うための手段として、気泡を微細化し、気泡を長時間水中に滞留させる。

この気泡の微細化と、気泡の長時間の滞留とについて以下に述べる。

【 0 0 2 5 】

気泡の微細化については、気泡径を 1 mm 以下、好ましくは、0 . 5 mm 以下に微細化することが望ましい。

上記のように、大径の給気孔 5 1 から空気を排出し、排出後、瞬時に気泡が 1 mm 以下の気泡に微細化するように、気泡がその発生直後に水流の速度勾配の大きな場所（乱れの強い場所）を通過するような構造とする。

気泡の微細化現象は、上記のように、水流の速度勾配の大きなところで顕著に発生するが、本実施例の曝気攪拌装置で水流の速度勾配の大きなところは 2 つある。

【 0 0 2 6 】

本実施例の曝気攪拌装置の構造においては、まず、インペラ 2 の外周部において水流の速度勾配が大きい。そのため、インペラ 2 の外周部付近に給気孔 5 1 を設けている。

インペラ 2 の外周部の速度勾配について以下に記す。

インペラ 2 の外周端部の速度（周速）は、インペラ 2 の回転速度と直径できまる。一例としてインペラ 2 の回転速度を 1 0 0 0 r p m ~ 1 2 0 0 r p m、直径を 0 . 2 ~ 0 . 3 m と設定した場合、インペラ外周部の速度は約 1 0 ~ 1 5 m / s（以下、平均値をもって 1 2 . 5 m / s とする）になる。

このとき、インペラ 2 の羽根の外周部の表面には、インペラ 2 とほぼ同じ流速の水流が発生するため、インペラ 2 の外周部においては水流の速度は 1 2 . 5 m / s となる。

インペラ 2 の直後では、同様に速度勾配が大きな水流が発生するため、この水流の中に気泡を投入すると、気泡発生部の給気孔 5 1 が 3 ~ 7 ミリ程度と大きくても、気泡径は、その発生部近傍で、水流により 1 mm 以下に微細化される。

【 0 0 2 7 】

気泡の出口である給気孔 5 1 は、筒体内壁の内壁より 5 mm 以上内側で、中心より筒体の円筒半径の 0 . 5 倍より外側とし、インペラ 2 の外周部の最下部の高さ（水深）よりインペラ径の 0 . 1 倍から 1 倍の長さ分下流側とし、その給気部 5 1 a がある筒体 4 の周囲に空気室 6 3 を設け、この空気室 6 3 には、槽外部よりブロワ 6 1 で空気の導管 6 2 を介

10

20

30

40

50

して空気を供給する。

給気孔 5 1 又は排出孔 7 1 は水深が浅いところとなるため、送風のためのブロワ 6 1 の動力は小さくてすむ。

【 0 0 2 8 】

次に、水流の速度勾配が大きなところとして、上記以外に水流速度の絶対値が高い場所（2 m / s 以上）として、整流板 7 の下側があり、こうした箇所は水流の乱れが大きく、速度勾配が大きい。

本実施例の曝気攪拌装置においては、水平の旋回流を抑えるための整流板 7 の下側（下流側）は、水流の速度勾配が大きく、細かい渦が発生しているため、この整流板 7 の下部に空気の排出孔 7 1 を設けておき、整流板 7 を中空としてその内部にブロワ 6 1 にて空気を供給している。

10

【 0 0 2 9 】

次に、気泡の槽内での滞留時間の長期化について説明する。

微細化された気泡を槽内で長時間滞留させる手段として、長時間滞留するような水流、すなわち長い軌跡を描くような水流とともに流すようにする。

その水流とは、表層部で発生し表層部から水槽底部へと向かい、底部では外周部へ向かい壁面付近で上昇するというようなもので、水流はその長い距離を進むにつれて速度を減少させながら流れるため、平均的には水槽内を長時間滞留するものである。

このような水流とともに流すための気泡を発生させる位置、すなわち給気孔 5 1 又は排出孔 7 1 の位置は、巨視的にみて表層部とする。

20

こうすることにより、気泡は少なくとも水槽の表層から底部、底部から表面へ向かって大気開放という風に、水深分の長さの 2 倍以上は滞留距離を経ることになる。

また、気泡は水流とともに様々な軌跡を描いて流れるが、それらのなかには表層から底部、底部から表面に向かわずに表層の取水口へと向かい、再度下向きに流れるといった循環を何度も繰り返すものもあり、全気泡の平均滞留時間は長期化される。

【 0 0 3 0 】

また、従来の曝気攪拌装置で、水槽底部に空気を送る場合には高い圧力が必要であり、ブロワ 6 1 の必要動力が大きという問題を有するが、本実施例では、水槽の表層部で空気を送り込む構造のため、ブロワ動力が小さくてすみ、しかも、給気孔 5 1 を大きくできるため、気泡出口部の抵抗が小さくなり、ブロワ 6 1 の必要動力を抑えることができる。

30

【 0 0 3 1 】

かくして、本実施例の曝気攪拌装置は、上記の構造により下記の効果が得られる。

1 . 本実施例の曝気攪拌装置による微細気泡は、同じ体積の粗大気泡と比べて表面積が大きく、水との接触面積が大きいことから、酸素の溶解速度が高くなる。

【 0 0 3 2 】

2 . 直径が 0 . 0 5 mm ~ 0 . 5 mm 程度の微細気泡は、浮力が小さいため、ほぼ全体が水流とともに流れるため、循環する水流とともに流れることにより、長時間水中に滞留することとなる。

この効果により、大気へ開放されるまでに気泡内の酸素のうち平均 4 0 % 以上の割合の酸素が水に溶ける。

40

【 0 0 3 3 】

3 . 水深の浅い位置（水深 1 m 程度、深槽に対しては 1 0 % 程度の水深）に給気孔 5 1 又は排出孔 7 1 を設けることができ、この給気孔 5 1 又は排出孔 7 1 より空気を水中へ送り込めるため水圧の影響が小さく、そのため、ブロワ 6 1 の必要動力が、水深 5 m 程度の位置に吹き込む従来からの水中曝気式に比べて小さくてすむ。

運転条件としての水圧だけを見ると、従来機の 1 / 5 程度、深槽においては 1 / 1 0 程度と極めて小さくなる。

【 0 0 3 4 】

4 . 給気孔 5 1 又は排出孔 7 1 の径を 3 mm ~ 7 mm と大きくできるため、目詰まりがし難いという効果がある。また、空気の排出抵抗が小さく、ブロワ動力が小さくできる効果

50

がある。

【 0 0 3 5 】

5 . 筒体 4 の上部を喇叭状に拡径するとともに、該拡径部 4 1 と対向するように所定間隔をあけて円板 4 2 を水平に配設し、周囲から筒体 4 の半径内方向に水を流入させる流入口 4 3 を設けることにより、流入する水は、なだらかな縮小管内を流れる場合と同様に徐々に流路面積が減少する流路内で加速するので損失が少なく、低動力で大きな流量の水流を発生させる水流発生構造としているため、低動力で水槽内全体にその気泡と水を循環させることができる。

【 0 0 3 6 】

6 . 下記の構成により、微細化した 0 . 5 mm 以下の気泡が再び合体により粗大化することを防止しており、微細気泡はそのまま槽内全体に拡がる。

10

インペラ 2 の回転によりインペラ 2 の下流側の水流は攪拌軸 3 の回りに旋回する速度成分を含んだスパイラル状の流れとなる。

このインペラ 2 の下流側の水流は、図 3 (b) に示すように、整流板 7 により、旋回成分が抑制されるため軸方向に流れる。そのため、旋回流により発生する遠心力により、気泡が旋回中心に集まり合体するといったことを防止できる。

【 0 0 3 7 】

7 . 整流板 7 の断面は楕円型や翼型であるため、その整流板 7 を通過した水流は、下流側で小さな渦をとまうが、この場所に発生した気泡は、上記水流により微細化される。

【 0 0 3 8 】

20

以上、本発明の曝気攪拌装置について、その実施例に基づいて説明したが、本発明は上記実施例に記載した構成に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において適宜その構成を変更することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 9 】

本発明の曝気攪拌装置は、水に酸素を溶かす曝気運転を高効率で行うとともに、水量に対して酸素を溶かす十分な酸素溶解速度を確保し、かつ給気孔の目詰まりを起こしにくくするという特性を有していることから、下水処理の曝気攪拌装置の用途に好適に用いることができるほか、例えば、染色や食品の曝気攪拌装置の用途にも用いることができる。

【 符号の説明 】

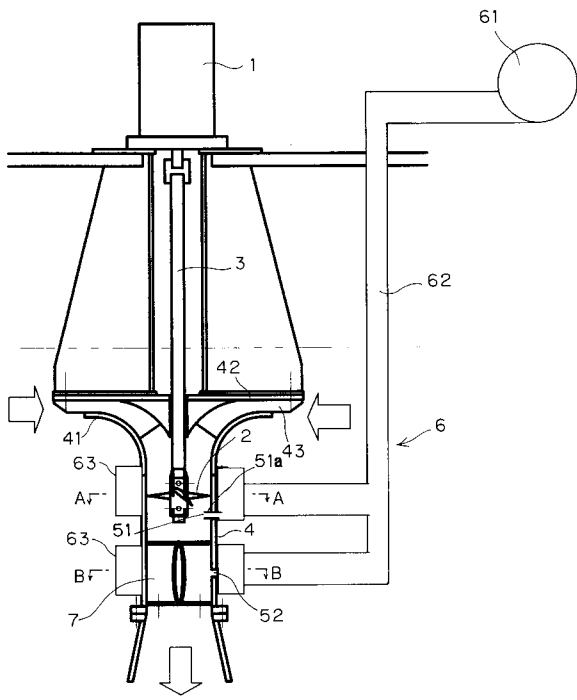
30

【 0 0 4 0 】

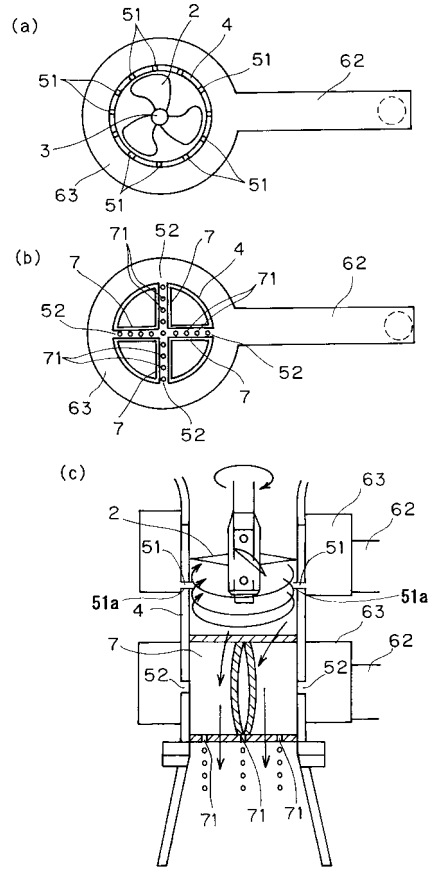
- 1 電動機
- 2 インペラ
- 3 攪拌軸
- 4 筒体
- 4 1 拡径部
- 4 2 円板
- 4 3 流入口
- 5 1 給気孔
- 5 1 a 給気部
- 5 2 給気孔
- 6 ブロワ機構
- 6 1 ブロワ
- 6 2 導管
- 6 3 空気室
- 7 整流板
- 7 1 排出孔

40

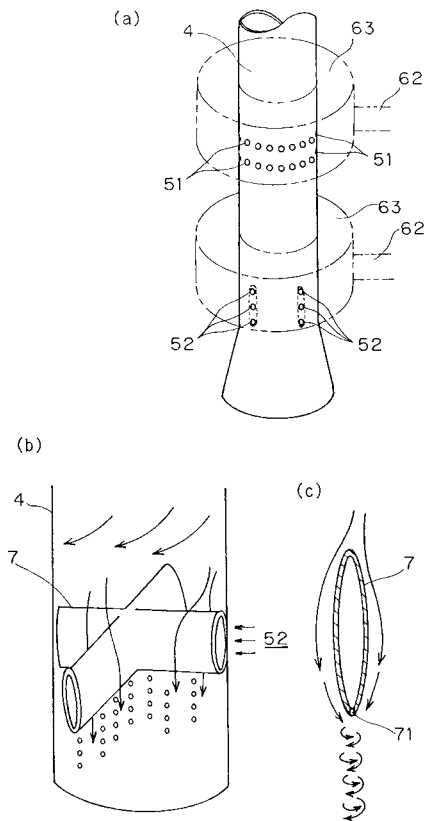
【図1】



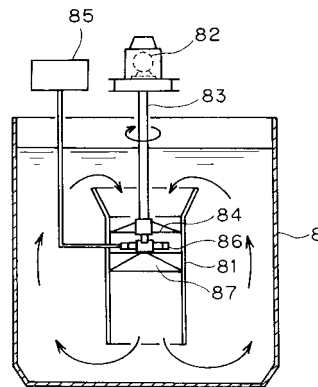
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 伯井 涼子

兵庫県尼崎市下坂部3丁目4番1号 株式会社日立プラントテクノロジー内

審査官 伊藤 紀史

(56)参考文献 特開2002-248489(JP,A)
特開2001-276878(JP,A)
特開昭50-135669(JP,A)
実開昭55-099796(JP,U)
実開平04-091799(JP,U)
特開昭59-112894(JP,A)
特許第4200183(JP,B1)
特開2009-006232(JP,A)
実開昭55-099794(JP,U)
特開昭51-090764(JP,A)
特開平05-253592(JP,A)
特開2000-084382(JP,A)
特開2008-296169(JP,A)
特開2010-017655(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F	3/20
B01F	1/00
B01F	3/04
C02F	3/16