

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4893365号
(P4893365)

(45) 発行日 平成24年3月7日 (2012.3.7)

(24) 登録日 平成24年1月6日 (2012.1.6)

(51) Int. Cl.	F I
BO1F 3/04 (2006.01)	BO1F 3/04 Z
BO1F 5/02 (2006.01)	BO1F 3/04 C
BO1F 5/10 (2006.01)	BO1F 5/02 A
	BO1F 5/10

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-46431 (P2007-46431)	(73) 特許権者	000006105
(22) 出願日	平成19年2月27日 (2007.2.27)		株式会社明電舎
(65) 公開番号	特開2008-207099 (P2008-207099A)		東京都品川区大崎2丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年9月11日 (2008.9.11)	(74) 代理人	100086232
審査請求日	平成21年11月12日 (2009.11.12)		弁理士 小林 博通
		(74) 代理人	100104938
			弁理士 鶴澤 英久
		(74) 代理人	100096459
			弁理士 橋本 剛
		(72) 発明者	福崎 康博
			東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式
			会社明電舎内
		(72) 発明者	野瀬 勝利
			東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式
			会社明電舎内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロバブル発生装置及びマイクロバブル発生システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気液混相流が供給される流通路と、
この流通路の一端側で前記気液混相流を受ける受圧部と、
この受圧部の近傍の流通路側面から前記気液混相流を導入してマイクロバブルを生成する複数の吐出路と
を有し、
前記受圧部の内面は湾曲した凹面に形成され、
前記各吐出路の内面は出口径が大径となるようなテーパ状に形成され且つ当該各吐出路の開き角度は当該吐出路の入口と出口の差圧が極大となるように設定されたことを特徴とするマイクロバブル発生装置。

【請求項 2】

前記複数の吐出路は前記流通路の軸を中心に放射状に接続されたことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロバブル発生装置。

【請求項 3】

前記複数の吐出路はマイクロバブルを前記流通路の軸方向に吐出するように配置されたことを特徴とする請求項 2 に記載のマイクロバブル発生装置。

【請求項 4】

マイクロバブル発生装置が設置される槽と、

この槽内の液相を循環的に供給するための配管と、
この配管に設置されるポンプと、
このポンプによって前記配管内を流通する液相に気体を供する吸気装置と
を備え、
前記マイクロバブル発生装置は、
前記配管内を流通する液相に前記気体が供されて生じた気液混相流が供給される流通路と
、
この流通路の一端側で前記気液混相流を受ける受圧部と、
この受圧部の近傍の流通路側面から前記気液混相流を導入してマイクロバブルを生成する
複数の吐出路と
を有し、
前記受圧部の内面は湾曲した凹面に形成され、
前記各吐出路の内面は出口径が大径となるようなテーパ状に形成され且つ当該各吐出路
の開き角度は当該吐出路の入口と出口の差圧が極大となるように設定されたこと
を特徴とするマイクロバブル発生システム。

10

【請求項 5】

前記吸気装置は前記ポンプの二次側に設置されること
を特徴とする請求項 4 に記載のマイクロバブル発生システム。

【請求項 6】

前記吸気装置は気体流量調節弁を備えたこと
を特徴とする請求項 4 に記載のマイクロバブル発生システム。

20

【請求項 7】

前記気体は空気、酸素、オゾンまたは二酸化炭素であること
を特徴とする請求項 4 に記載のマイクロバブル発生システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液体中に微細な気泡を供給するマイクロバブル発生装置及びこれを備えたマイ
クロバブル発生システムに関する。

【背景技術】

30

【0002】

水中に存在する直径数百 μm 以下の気泡はマイクロバブルとよばれ、径が微小であるほ
ど様々な有用な特徴を発揮するようになり、それらに着眼した応用研究が各方面で盛んに
実施されている。

【0003】

マイクロバブルの有する特徴は第一に気泡径が小さいため、水の表面張力との釣合いに
より気泡内圧力が高く、その大きさは径に反比例して増大する。圧力が増大すると、ヘン
リーの法則により気泡内気体の水中への溶解度が高まる。さらに、気泡径が小さい程、気
液界面面積は増大し、1 リットルの水中に 10 cc の空気を気泡化した場合、気泡径 1 m
m では界面面積 0.03 m^2 、10 μm では 3 m^2 、さらに 1 μm では 30 m^2 にもなる。
また、同時に気泡の浮上速度は気泡径が小さいほど遅く、マイクロバブルは長時間水中に
滞留してられる。これらの特徴によりマイクロバブルの気体溶解効率は高く、様々な気
体（例えば酸素）を効率的に水中に溶解できる。

40

【0004】

第二に気液界面の現象が顕著に現れるようになり、水分子が電気双極子であることに起
因する界面の負帯電により（但し、水温 0～40℃程度）、気泡間に反発力が作用しマイ
クロバブルが合一せずに存在できるという特徴がある。また、この負帯電により正荷電の
物体を引き付けることができるという特徴がある。さらに、気泡により有機物や界面活性
剤等の分子の疎水基を気液界面に吸着し水中から浮上分離する等の特徴がある。

【0005】

50

これらの特徴の他にも、生理活性化現象やフリーラジカルの生成等、検証されつつある様々な特徴があり、広範な分野での応用が可能と目されている。

【0006】

マイクロバブルの発生としては大きく分けて次の6つの方法が知られている（例えば非特許文献1）。（a）ベンチュリ管等を用いた流路拡大方式（非特許文献2及び特許文献1を参照）、（b）加圧溶解気体の過飽和析出方式（加圧溶解式）、（c）旋回流気泡せん断方式（旋回流式）、（d）オリフィス等を用いた高圧開放方式、（e）微細孔からの気体吐出方式、（f）超音波や機械による気泡破壊方式が知られている。

【0007】

いずれの方法も気泡発生方式や発生気泡の破壊方法を様々に工夫している。特に、（a）～（d）の方法は圧力変動や水流によるもの、（e）の方法は気体を吐出する孔径を小さくすることによるもの、（f）の方法は水流以外の動力（媒質の振動や機械によるせん断）によるものである。

【非特許文献1】大成博文，「マイクロバブルの基礎」，泡のエンジニアリング，2005年，pp. 423-429

【非特許文献2】藤原暁子，「ベンチュリ管を用いたマイクロバブル発生手法」，エコインダストリー，2006，Vol. 11，No. 3，27-30

【特許文献1】特開2003-230824

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

（a）の方式以外のマイクロバブル発生方法について以下のような問題がある。

【0009】

（b）の方法は水を加圧するための大きなポンプ動力と気体供給のためのコンプレッサが必要となる。

【0010】

（c）の方法はボイド率（気体の占める体積比）が1%程度より大きくすると気泡径が大きくなる。

【0011】

（d）の方法は高圧を発生させる大きなポンプ動力が必要となる。

【0012】

（e）の方法は発生気泡が大きくなる。この気泡を微細化するには孔を微細化して気体圧送用の高圧コンプレッサが必要となる。

【0013】

（f）の超音波による方法は定常的な用途に向かない。超音波発生や機械駆動のための余計な動力が必要となる。

【0014】

一方、（a）の流路拡大方式は（b）～（f）の方法に比べて通水路を広く確保できるので夾雑物が溜まり難いという特徴がある。

【0015】

単一のベンチュリ管を用いた流路拡大式（以下、単一ノズル方式と称する）のマイクロバブル発生原理について図6を参照しながら説明する。

【0016】

図6に示されたベンチュリ管5は円筒部51の下流側に絞り部52、喉部53、テーパ部54及び吐出部55が順次形成されて成る。円筒部51には空気導入管56が接続されている。円筒部51内に形成されている水流には空気導入管56から空気が導入される。前記水流は絞り部52を経ると喉部53までその流速を早め、圧力を低下させる。テーパ部54内では吐出部55に近づくにつれて前記水流の流速が低下してその圧力は外部水圧まで回復する。この圧力の回復に伴い、テーパ部54内の気泡57は圧縮される。そして、これと同時に、テーパ部54内の液相が吐出部55から吐出される過程で、気液

10

20

30

40

50

二相流における音速の低下現象により喉部 53 近傍での流速が音速を超えて衝撃波が発生する。この衝撃波により気泡 57 が破壊されて微細化する。

【0017】

しかしながら、単一ノズル方式には次の問題点がある。高ボイド率を達成するためにポンプ動力を増大させる必要がある。発生気泡濃度が 100～200 個/ml と薄い。発生気泡分布ピーク値が 100 μm 程度と大きい。単一流路のノズルのため絞り部の圧損が大きく、大きなポンプ動力が必要となる。配管内圧力が高くなるため空気供給用コンプレッサが必要とされる。気泡径を数十 μm 程度にするには界面活性剤が必要となる。

【課題を解決するための手段】

【0018】

そこで、本発明のマイクロバブル発生装置は、気液混相流が供給される流通路と、この流通路の一端側で前記気液混相流を受ける受圧部と、この受圧部の近傍の流通路側面から前記気液混相流を導入してマイクロバブルを生成する複数の吐出路とを有し、前記受圧部の内面は湾曲した凹面に形成され、前記各吐出路の内面は出口径が大径となるようなテーパー状に形成され且つ当該各吐出路の開き角度は当該吐出路の入口と出口の差圧が極大となるように設定されている。

【0019】

また、マイクロバブル発生システムは、マイクロバブル発生装置が設置される槽と、この槽内の液相を循環的に供給するための配管と、この配管に設置されるポンプと、このポンプによって前記配管内を流通する液相に気体を供する吸気装置とを備え、前記マイクロバブル発生装置は、前記配管内を流通する液相に前記気体が供されて生じた気液混相流が供給される流通路と、この流通路の一端側で前記気液混相流を受ける受圧部と、この受圧部の近傍の流通路側面から前記気液混相流を導入してマイクロバブルを生成する複数の吐出路とを有し、前記受圧部の内面は湾曲した凹面に形成され、前記各吐出路の内面は出口径が大径となるようなテーパー状に形成され且つ当該各吐出路の開き角度は当該吐出路の入口と出口の差圧が極大となるように設定されている。

【0020】

以上の発明によれば同一ポンプ動力の単一ノズル方式にノズル圧損を低下し、それに伴いポンプ吐出量を増やすことができ、比較的小さなポンプ動力でもより多くの気体を気液混相流として導入可能となりボイド率が高くなる。また、前記発明によって得られるマイクロバブルの濃度は単一ノズル方式によって得られたものより高濃度となり、より多くの気体を液体中に効率よく溶解できる。さらに、前記発明によれば、単一ノズル方式に比べて微細な気泡径分布（気泡径ピーク値 50 μm 以下）を有するマイクロバブルを生成できる。したがって、界面活性剤等の補助的な手段が不要となる。

【0021】

また、前記発明は気体を自吸できるのでコンプレッサが不要となる。したがって、エネルギー使用量が削減され、システム構成が簡素化する共にコストが低減する。

【0022】

単一ノズル方式ではマイクロバブルを発生させるためにノズルの入口の断面積を小さくすると共に多くの水流量（流速）を確保する必要がある。一方、前記発明は吐出路の数と入口断面積によって圧損を調整することが可能であると共に吐出路の開き角を最適化することで、ポンプから見た圧損が低減し、マイクロバブルが効率的に生成される。これにより、ポンプ動力が低減し、エネルギー効率が高くなると共にコストを削減できる。特に、本発明において、吐出路の開き角度は当該吐出路の入口と出口の差圧が極大となるように（例えば 9°～11°となるように）設定されているので、マイクロバブルを効率的に微細化することができる。

【0023】

また、前記マイクロバブル発生装置において、前記複数の吐出路は前記流通路の軸を中心に放射状に接続するとよい。前記流通路の軸を中心に放射状にマイクロバブルが吐出されるのでマイクロバブルを等方的且つ広範囲に供給できる。

【0024】

前記複数の吐出路はマイクロバブルを前記流通路の軸方向に吐出するように配置してもよい。単一方向へのマイクロバブルの供給が可能となる。

【0025】

また、前記発明においては、前記気液混合流を受ける受圧部の面が湾曲加工された凹面に形成されているので、前記流通路内の気液混相流が前記流通路の内周方向へ拡散されて個々の吐出路に均等に供され易くなる。

【0026】

前記マイクロバブル発生システムにおいて、前記吸気装置は前記ポンプの二次側に設置するとよい。前記ポンプの内部に気体溜まりが生じ難くなり、気液混相流が安定化する。

【0027】

前記吸気装置には気体流量調節弁を備えるとよい。自吸する吸気量が可変となるので気泡径分布のピーク径をある程度変えられるようになる。

【0028】

前記気体としては空気、酸素、オゾンまたは二酸化炭素が例示される。各種用途に応じたマイクロバブルを生成できる。

【発明の効果】

【0029】

したがって、以上の発明によればエネルギー的に効率良く且つより微細なマイクロバブルを発生できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

図1(a)は発明の第一の実施形態に係るマイクロバブル発生装置1の平断面図である。図1(b)はマイクロバブル発生装置1の断面図である。

【0031】

マイクロバブル発生装置1は吐出部10と配管部11とを備える。吐出部10の内部には流通路101と受圧部12と吐出路13とが形成されている。流通路101は配管部11の流通路111と連通している。流通路101の内径は流通路111の内径と同径となっている。流通路101には流通路111を介して気液混相流が供給される。

【0032】

受圧部12は前記気液混相流を受ける。受圧部12は流通路101の一端に形成されている。受圧部12はその最大内径が流通路111と同径に形成されている。また、受圧部12内の前記気液混相を直接受ける面121は図1に示されたように湾曲加工された凹面に形成されている。

【0033】

吐出路13はマイクロバブルを含んだ液相を吐出する。吐出路13は図1(a)及び図1(b)に示されたように面121近傍の流通路101側面に複数接続されている。個々の吐出路13は流通路101の軸を中心に放射状に接続されている。また、吐出路13の内面は吐出路13の出口径が大径となるようなテーパ状に形成されている。

【0034】

流通路101内の気液混相流は受圧部12によって激しくぶつかり合い流通路101の内周方向へ拡散されて個々の吐出路13に均等に供される。個々の吐出路13内に導入された気液混相流は、吐出路13の入り口付近の高速流により水圧の低下を起こし、前記混相流に含まれる気泡を大きくさせる。また、所定の流速以上になるとキャビテーションの発生により溶存気体の気泡を生成させる。これら気泡は吐出路13の出口部に移動するにつれて急速に回復する水圧によって破壊されマイクロバブルとなり吐出される。また、同時にこの吐出の過程において、気液二相流における音速の低下現象により吐出路13の入り口付近での流速が音速を超え、これにより衝撃波が発生する。この衝撃波によって気泡が破壊されて微細化する。また、マイクロバブル発生装置1は流通路101の軸を中心に放射方向に水流を吐出できるので広範囲に等方的なマイクロバブルの供給が求められる用途

10

20

30

40

50

に適する。

【0035】

発明の第二の実施形態に係るマイクロバブル発生装置としては例えば図2に示されたマイクロバブル発生装置2が挙げられる。図2(a)はマイクロバブル発生装置2の斜視図である。図2(b)はマイクロバブル発生装置2のA-A断面図である。図2(c)はマイクロバブル発生装置2のB-B断面図である。

【0036】

マイクロバブル発生装置2はマイクロバブルを配管部21の軸方向に吐出すること以外はマイクロバブル発生装置1と同じ構成となっている。すなわち、マイクロバブル発生装置2は図2(a)に示されたように吐出部20と配管部21とを備える。

10

【0037】

吐出部20の内部には図2(c)に示したように流通路201と受圧部22と吐出路23とが形成されている。流通路201は配管部21の流通路211と連通している。流通路201の内径は流通路211の内径と同径となっている。流通路201には流通路211を介して気液混相流が供給される。

【0038】

受圧部22は流通路201を介して導入された気液混相流を受ける。受圧部22の最大内径は流通路211と同径に設定されている。また、受圧部22内の前記気液混相流を直接受ける面221はマイクロバブル発生装置1の受圧部12と同様に湾曲加工されている。

20

【0039】

吐出路23はマイクロバブルを含んだ液相を吐出する。吐出路23は面221近傍の流通路201側面に複数接続されている。個々の吐出路23は図2(b)に示されたように流通路211と同軸方向に設置されると共に流通路211の軸を中心に円弧状に配置されている。そして、図2(c)に示されたように吐出路23の内面は吐出路23の出口径が大径となるようなテーパ状に形成されている。

【0040】

配管部21内の気液混相流は受圧部22により激しくぶつかり合い流通路201の内周方向へ拡散されて個々の吐出路23に均等に分配される。前記分配された気液混相流は図1を参照しながら先に述べたマイクロバブル発生装置1と同様の動作原理によりマイクロバブルを発生させて吐出路23から吐出する。マイクロバブル発生装置2は単一方向へのマイクロバブルの供給が求められる用途に適する。

30

【0041】

マイクロバブル発生装置1, 2の吐出路13, 23の開き角 θ は $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 程度に設定される。拡大する流路では 6° 以下及び 12° 以上の角度で抵抗係数が増大し、同一のポンプ動力で送水できる流量が減少する。この観点から最も流量が多い角度は $6 \sim 12^{\circ}$ 程度である。また、泡を微細化させるために吐出路13, 23の入口と出口との圧力差を大きくすること必要である。図5に示された抵抗係数を考慮した圧力差(圧力損失)と開き角の関係(入口直径3mm及び全長30mmの単一ノズル方式の場合)によると圧力差を最も大きく確保できる角度は $9^{\circ} \sim 11^{\circ}$ となっている。したがって、マイクロバブルを発生させるための吐出路13, 23の開き角は $9^{\circ} \sim 11^{\circ}$ 程度に設定するとなおよい。

40

【0042】

吐出路13, 23の開き角が大きく設定されるにつれて気泡が微細化する位置が吐出路13, 23の入口に接近する。例えば、吐出路13, 23の入口直径が3mmのもので 8 L/min 程度の流量では開き角が 6° で約20mm、 9° では約15mm、 15° では約5mmと気泡微細化に必要な距離が短くなる。したがって、吐出路13, 23のサイズを小さくするためには吐出路13, 23の開き角を大きくすればよいが、図5を例示して説明した圧力差(圧力損失)と開き角の関係を考慮して開き角を選定する必要がある。

【0043】

50

吐出路 13, 23 の形状は先に説明した通りテーパ状すなわち円錐状の拡大管である。吐出路 13, 23 の入口部の形状については鋭角部分を削り丸みを呈するようにすれば流体的抵抗が軽減されてさらに圧力損失が低減するのでポンプ動力が軽減される。

【0044】

また、マイクロバブル発生装置 1, 2 のボイド率はポンプ動力 0.56 kW-2 P、水流量 30 L/min 程度、吐出路の圧損 0.2 MPa 程度の条件で 5% 程度となることが実験的に確認された。このとき、吐出路 13, 23 (8 個備えている) の入口断面積は 25 mm² 程度であり、吐出路 13, 23 の入口寸法は口径 2 mm 程度に設定されたものである。尚、比較例として、入口断面積 25 mm² に設定された従来の単一ノズル方式のマイクロバブル発生装置によって得られた気泡は 1 mm 以上の粗大気泡となり、同一入口断面積の吐出路 13, 23 を有するマイクロバブル発生装置 1, 2 によって生成されるようなマイクロバブル (気泡径ピーク値 50 μm 以下) は得られなかった。

10

【0045】

したがって、単一ノズル方式のマイクロバブル発生装置に比べてマイクロバブル発生装置 1, 2 ではより少ないポンプ動力でより微細且つ高濃度のマイクロバブルを界面活性剤等の補助的手段を用いることなく発生することができる。

【0046】

以上のようにマイクロバブル発生装置 1, 2 によれば吐出路 13 を複数有することで、単一ノズル方式のマイクロバブル発生装置に比べてノズル圧損が低減し、これに伴いポンプ吐出流量が増大する。この流量の増大に伴い流通路 111, 211 内の気液混相流の流速が増加するので、自給空気吸気量が高まり、高いボイド率が達成される。そして、高ボイド率にて微細な気泡が発生し、高濃度のマイクロバブルが得られる。したがって、様々な用途例えば工場廃水処理、洗浄、油脂分離、汚水の浮上分離等に適用できる他に、水質浄化や農業、養殖におけるマイクロバブル含有水の供給用として適用できる。

20

【0047】

マイクロバブル発生装置 1, 2 が適用されるマイクロバブル発生システムとしては例えば図 3 に示されたマイクロバブル発生システム 3 や図 4 に示されたマイクロバブル発生システム 4 が挙げられる。

【0048】

マイクロバブル発生システム 3 は、マイクロバブル発生装置 1 (またはマイクロバブル発生装置 2) が設置される槽 31 と、この槽 31 内の液相を循環的に供給するための配管 32 と、この配管 32 に設置されるポンプ 33 と、このポンプ 33 の二次側に設置される吸気装置 34 とから成る。マイクロバブル発生装置 1 (またはマイクロバブル発生装置 2) は槽 31 内に滞留した液相に浸漬される。ポンプ 33 は既知の渦流ポンプを採用すればよい。吸気装置 34 は気体を導入する吸気管 35 を備える。吸気装置 34 は既知のエジェクタ等を採用すればよい。また、吸気管 35 には気体流量調節弁を設けると自吸する吸気量を変えることにより気泡径分布のピーク径を変えることができる。吸気量を少なくすると発生気泡径は小さくなり、吸気量を多くすると発生気泡径は大きくなる。

30

【0049】

吸気装置 34 によって導入される気体としては空気、酸素、オゾン、二酸化炭素等が挙げられ、利用目的に合わせて適宜選択されると共にこれまで述べたマイクロバブル発生装置 1, 2 の形態との組み合わせにより、様々なマイクロバブルの生成と、高効率な気体の溶解が可能となる。

40

【0050】

一方、マイクロバブル発生システム 3 は吸気装置 34 がポンプ 33 の一次側に設置されていること以外はマイクロバブル発生システム 2 と同じシステム構成となっている。

【0051】

マイクロバブル発生システム 3, 4 は吸気装置 34 を介して気体を自吸できるので、コンプレッサが不要となり、配管 32 内に水流を発生させるポンプ 33 の動力のみを要するだけである。ポンプ 33 によって吸引された槽 31 内の液相の一部は配管 32 内を流通し

50

吸気装置 3 4 を経て槽 3 1 内に戻る。配管 3 2 内では気液混相流となった流れがマイクロバブル発生装置 1（またはマイクロバブル発生装置 2）から吐出される過程で発生したマイクロバブルが槽 3 1 の液相に供給される。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】（a）発明の第一の実施形態に係るマイクロバブル発生装置の平断面図，（b）前記マイクロバブル発生装置の断面図。

【図 2】（a）発明の第二の実施形態に係るマイクロバブル発生装置の斜視図，（b）前記マイクロバブル発生装置の A-A 断面図，（c）前記マイクロバブル発生装置の B-B 断面図。

【図 3】発明に係るマイクロバブル発生装置が適用されるマイクロバブル発生システムの構成図。

【図 4】発明に係るマイクロバブル発生装置が適用されるマイクロバブル発生システムの構成図。

【図 5】吐出路の開き角と差圧との関係を示した特性図。

【図 6】従来のマイクロバブル発生装置の断面図。

【符号の説明】

【0053】

1，2…マイクロバブル発生装置

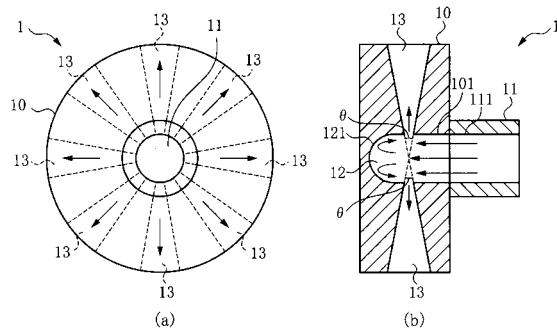
3，4…マイクロバブル発生システム

10，20…吐出部、11，21…配管部、12，22…受圧部、13，23…吐出路

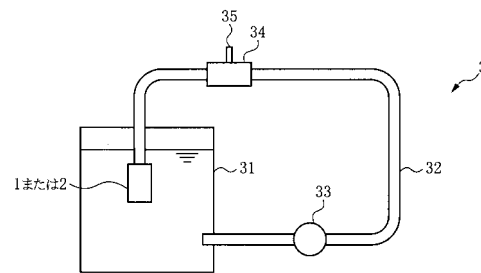
31…槽、32…配管、33…ポンプ、34…吸気装置、35…吸気管

101，111，201，211…流通路

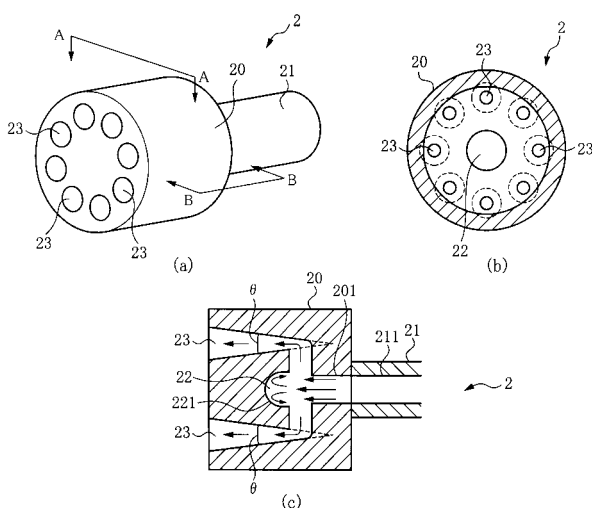
【図 1】



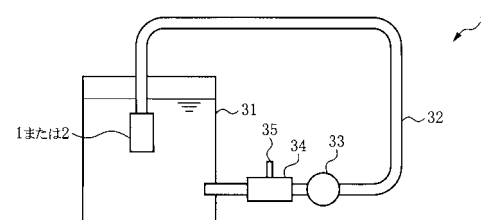
【図 3】



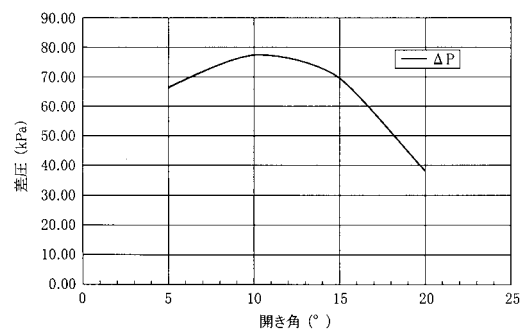
【図 2】



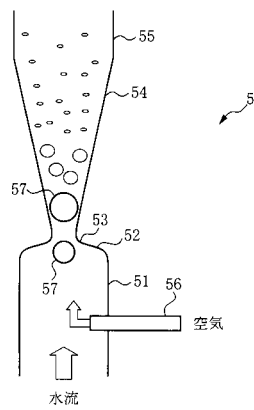
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 高瀬 長武
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 戸田 雅之
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内

審査官 北村 英隆

- (56)参考文献 特開昭60-054725 (JP, A)
特開平11-082919 (JP, A)
特開2002-331011 (JP, A)
特開2003-164861 (JP, A)
特開2006-081982 (JP, A)
特開2002-239537 (JP, A)
特開2000-263082 (JP, A)
特開2000-033249 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01F 3/04, 5/02, 5/10