

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-420

(P2010-420A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
BO1F	5/04	(2006.01)	BO1F 5/04	4G035
BO1F	3/04	(2006.01)	BO1F 3/04	F 4G037
BO1F	5/06	(2006.01)	BO1F 5/06	
BO1F	15/04	(2006.01)	BO1F 15/04	A

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-159720 (P2008-159720)
 (22) 出願日 平成20年6月18日 (2008.6.18)

(71) 出願人 504159235
 国立大学法人 熊本大学
 熊本県熊本市黒髪二丁目39番1号
 (71) 出願人 390002381
 株式会社キッツ
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目10番1
 (74) 代理人 100081293
 弁理士 小林 哲男
 (72) 発明者 佐田富 道雄
 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号 国立
 大学法人 熊本大学内
 (72) 発明者 川原 顕磨呂
 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号 国立
 大学法人 熊本大学内

最終頁に続く

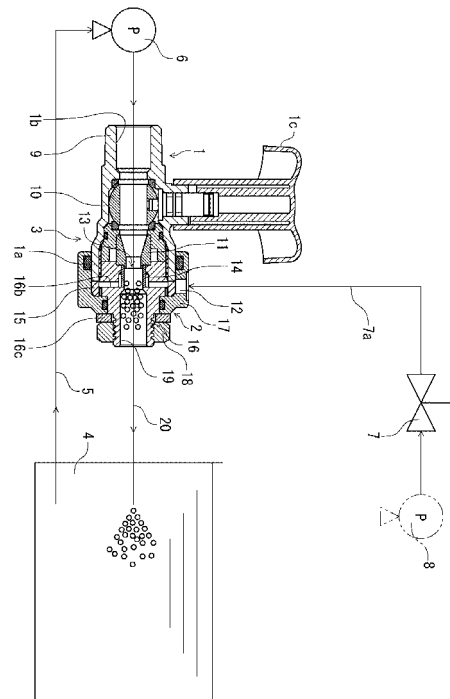
(54) 【発明の名称】 マイクロバブル発生装置とその発生方法並びにマイクロバブル発生弁

(57) 【要約】

【課題】バルブの制御によって液体流量と空気吸気量を変化させることにより、適宜にバブルの発生量とバブル径を制御できるようにして、マイクロバブルを各種の用途に適用することを可能とし、コンパクト化とメンテナンス性にも寄与でき得るマイクロバブル発生装置と発生弁を提供する。

【解決手段】マイクロバブル発生装置のバルブ1の端部1aにマイクロバブル発生部13を設ける。このマイクロバブル発生装置は、バルブ1の弁体開度に応じて一次側流入量を変化させた液体をマイクロバブル発生部13に流入させ、それによって生じるマイクロバブル発生部13内の負圧の増減に対応させて空気の入取量を変えてバブル径とバブル量の双方或は何れか一方を適宜に調整するようにしたマイクロバブル発生装置と発生弁である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バルブの端部にマイクロバブル発生部を設け、このバルブの弁体開度に応じて一次側流入量を変化させた液体を前記マイクロバブル発生部に流入させ、それによって生じるマイクロバブル発生部内の負圧の増減に対応させて空気の入量を変えてバブル径とバブル量の双方或は一方を適宜に調整するようにしたことを特徴とするマイクロバブル発生装置。

【請求項 2】

液体の流量を弁体開度に応じて調整する調整用のバルブ端部に、マイクロバブル発生部を設けたマイクロバブル発生モジュールを着脱自在に取付け、前記マイクロバブル発生部内の負圧の増減に応じて当該バブル発生位置に自吸可能な空気取入部を設け、この空気取入部の空気取入量を調整するようにした請求項 1 に記載のマイクロバブル発生装置。

10

【請求項 3】

前記マイクロバブル発生モジュールの構成部品をそれぞれ着脱自在とした請求項 2 に記載のマイクロバブル発生装置。

【請求項 4】

前記マイクロバブル発生部は、球状タイプ又はベンチュリータイプ構造を有する気泡発生部と空気取入部とより構成される請求項 1 又は 2 に記載のマイクロバブル発生装置。

【請求項 5】

前記気泡発生部の空気吸引位置に多孔質体を設けた請求項 4 に記載のマイクロバブル発生装置。

20

【請求項 6】

前記多孔質体の外周位置に空気取入部と連通した空気室を設けた請求項 4 又は 5 に記載のマイクロバブル発生装置。

【請求項 7】

前記空気取入部の空気流路にフィルタを着脱自在に設けた請求項 1 又は 2 に記載のマイクロバブル発生装置。

【請求項 8】

流体制御可能な弁体を内蔵したバルブに流入した液体の流量を制御し、この制御された液体を、前記バルブに着脱自在に取付けたマイクロバブル発生モジュールのマイクロバブル発生部に流入させることによって、マイクロバブル発生部内の負圧を増減させ、この負圧の増減に応じてバブル発生位置に設けた自吸可能な空気取入部の取入量を適宜に調整してマイクロバブルの径と量の双方或は一方を制御するようにしたことを特徴とするマイクロバブル発生方法。

30

【請求項 9】

請求項 7 において、マイクロバブルが発生する状態に空気取入部の取入量を絞った状態で、バルブの流体流量を変化させたマイクロバブル発生方法。

【請求項 10】

ボデーの二次側端部にマイクロバブル発生部と空気取入部を有するマイクロバブル発生モジュールを着脱自在に取付けたことを特徴とするマイクロバブル発生弁。

【請求項 11】

前記ボデー内に貫通孔を有するボールを内蔵してこのボールの回転制御によって液体流量を変化させた請求項 10 に記載のマイクロバブル発生弁。

40

【請求項 12】

前記マイクロバブル発生部内のバブル発生位置に自吸可能な空気取入部を設け、それぞれ着脱自在に取付けた請求項 10 に記載のマイクロバブル発生弁。

【請求項 13】

前記空気取入部の空気吸引位置に多孔質体を着脱自在に設けた請求項 10 に記載のマイクロバブル発生弁。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、マイクロバブル（微細気泡）を水中などに発生させるためのマイクロバブル発生装置とその発生方法並びにマイクロバブル発生弁に関し、この発生装置の流体を供給する組合せを変えることによってミスト（微細液滴）やエマルジョンなどの発生装置にも対応可能な装置である。

【背景技術】

【0002】

近年、マイクロバブル発生システムは、水質浄化、洗浄や医療、化学反応の促進、水耕栽培、養殖、加湿や冷却、薬液散布等の噴霧並びに食品加工など広い応用分野に適用される技術として注目を集めている。このマイクロバブルは、吹き込む空気の気泡を、例えば直径約50 μ m以下の気泡として吹き込むと、水中を浮遊し、酸素の水への溶存率が上昇することが知られている。

10

【0003】

ところで、この種のマイクロバブル発生装置には、従来より各種の技術が提案されているが、代表的なものを挙げると次のとおりである。

まず、特許文献1に示されたマイクロバブル発生装置は、水槽内の液体を供給路を介して循環ポンプを介装した循環路に供給し、この循環路内で循環させ、一方、気体供給路からエゼクタを介して循環路内に気体を供給し、循環路において気体が混合された液体を循環路よりも断面積の小さい分岐路を介して水槽側へと送り、マイクロバブル発生ノズルにおいて処理することによってマイクロバブルを発生させる装置である。

20

【0004】

また、特許文献2に示されたマイクロバブル製造装置は、パイプ内に球状体を配設し、この球状体の中心から下流のパイプの周上に小孔を穿設し、この小孔の外側に空気室を設け、この空気室に設けた大気と連通している小パイプの途中に気体導入量を調整する調整弁を設けた製造装置である。

【0005】

【特許文献1】特開2006-167612号公報

【特許文献2】特許第4069211号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

しかしながら、特許文献1におけるマイクロバブル発生装置は、循環路の途中に介装した循環ポンプにより液体と気体を供給しているので、空気圧等を初期から所望の圧力に加圧する構造であるため、マイクロバブルの量や径を適宜に調整することは困難である。

しかも、同装置は、発生回路内に配設されているため、装置が大型化し、コストアップの要因となるばかりでなく、装置全体がモジュール化していないため、対応する技術分野における用途にそのまま適用することが難しく、また、装置自体のメンテナンス等の場合に不便を来す等の問題点を有している。

【0007】

また、特許文献2は、ラインの中間部に空気の流量を調節するための調節弁を設け、この調節弁でマイクロバブルの微細化を図っているが、ラインの中間に設けた水の流量を調節するための調節弁は、マイクロバブルの発生量やバブル径の調整制御に寄与でき得るものではない。

40

また、同文献2は、マイクロバブル発生装置をモジュール化して小型化やメンテナンス性等に寄与できる技術でもない。

【0008】

本発明は、従来の各種の問題点について解決し、鋭意検討の結果、開発に至ったものであり、その目的とするところは、バブルの液体流量と空気吸気量を変化させることにより、適宜にバブルの発生量とバブル径を制御できるようにして、マイクロバブルを各種の用途に適用することを可能とし、コンパクト化とメンテナンス性にも寄与でき得るマイク

50

ロバブル発生装置とその発生方法並びにその発生弁を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、バルブの端部にマイクロバブル発生部を設け、このバルブの弁体開度に応じて一次側流入量を変化させた液体をマイクロバブル発生部に流入させ、それによって生じるマイクロバブル発生部内の負圧の増減に対応させて空気の入流量を変えてバブル径とバブル量の双方或は一方を適宜に調整するようにしたマイクロバブル発生装置である。

【0010】

請求項2に係る発明は、液体の流量を弁体開度に応じて調整する調整用のバルブ端部に、マイクロバブル発生部を設けたマイクロバブル発生モジュールを着脱自在に取付け、マイクロバブル発生部内の負圧の増減に応じて当該バブル発生位置に自吸可能な空気取入部を設け、この空気取入部の空気取入量を調整するようにしたマイクロバブル発生装置である。

10

【0011】

請求項3に係る発明は、マイクロバブル発生モジュールの構成部品をそれぞれ着脱自在としたマイクロバブル発生装置である。

【0012】

請求項4に係る発明は、マイクロバブル発生部は、球状タイプ又はベンチュリータイプ構造を有する気泡発生部と空気取入部とより構成されるマイクロバブル発生装置である。

20

【0013】

請求項5に係る発明は、気泡発生部の空気吸引位置に多孔質体を設けたマイクロバブル発生装置である。

【0014】

請求項6に係る発明は、多孔質体の外周位置に空気取入部と連通した空気室を設けたマイクロバブル発生装置である。

【0015】

請求項7に係る発明は、空気取入部の空気流路にフィルタを着脱自在に設けたマイクロバブル発生装置である。

【0016】

請求項8に係る発明は、流体制御可能な弁体を内蔵したバルブに流入した液体の流量を制御し、この制御された液体を、バルブに着脱自在に取付けたマイクロバブル発生モジュールのマイクロバブル発生部に流入させることによって、マイクロバブル発生部内の負圧を増減させ、この負圧の増減に応じてバブル発生位置に設けた自吸可能な空気取入部の取入量を適宜に調整してマイクロバブルの径と量の双方或は一方を制御するようにしたマイクロバブル発生方法である。

30

【0017】

請求項9に係る発明は、請求項7において、マイクロバブルが発生する状態に空気取入部の取入量を絞った状態で、バルブの流体流量を変化させたマイクロバブル発生方法である。

40

【0018】

請求項10に係る発明は、ボデーの二次側端部にマイクロバブル発生部と空気取入部を有するマイクロバブル発生モジュールを着脱自在に取付けたマイクロバブル発生弁である。

【0019】

請求項11に係る発明は、ボデー内に貫通孔を有するボールを内蔵してこのボールの回転制御によって液体流量を変化させたマイクロバブル発生弁である。

【0020】

請求項12に係る発明は、マイクロバブル発生部内のバブル発生位置に自吸可能な空気取入部を設け、それぞれ着脱自在に取付けたマイクロバブル発生弁である。

50

【 0 0 2 1 】

請求項 1 3 に係る発明は、空気取入部の空気吸引位置に多孔質体を着脱自在に設けたマイクロバブル発生弁である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

以上のことから明らかなように、本発明によると、水バルブと空気バルブの双方で水量と吸気空気量を相互に調節することにより、用途にあった最適なバブルサイズのマイクロバブルを発生させることができ、例えば、水耕栽培や水質浄化、洗浄或は食品加工等の広い応用分野に対応して、所定のマイクロバブルの発生量とバブル径に確実に制御できるため、マイクロバブル発生装置を所望の適用分野に応じて確実に設定可能であり、その発生装置（発生弁）を一体化したコンパクト製品として提供でき得るばかりでなく、本発明装置をモジュール化しているため、例えば、メンテナンス性にも優れている等の有用な効果を有する。

10

【 0 0 2 3 】

また、多孔質体を設けているので、吸引される空気等の流体が通る穴を微細かつ極めて多数とすることができる。また、流体を適宜選択することにより、水質浄化、洗浄、冷却あるいは消火など多様な応用が可能である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 4 】

本発明におけるマイクロバブル発生とその発生方法並びにマイクロバブル発生弁の実施形態を図面に従って詳述する。

20

図 1 はマイクロバブル発生装置の全体構成の一例を説明する説明図である。図 2 ~ 図 7 は、球状タイプの絞り部によるマイクロバブル発生装置について示している。

【 0 0 2 5 】

図 1 において、一次側端部に接続部 1 b を有するバルブ（以下、水バルブともいう）1 の二次側端部 1 a にマイクロバブル発生モジュール 2 を取付けてマイクロバブル発生弁 3 を構成している。この発生弁 3 の一次側には、図面に示すように、水槽 4 に接続したライン 5 の途中に設けたポンプ 6 により液体を圧送している。この場合、ポンプ 6 を設けることなく、水道水による水道圧によって液体を供給するようにしても良い。本例におけるバルブ 1 は、ボールバルブを用いているが、その他のバルブであっても良い。また、リターン配管 5 はなくても良いし、液体源は別にあっても良い。これらは実施に応じて任意である。

30

【 0 0 2 6 】

また、マイクロバブル発生弁 3 の二次側を水槽 4 内に接続してマイクロバブルを液中に吐出するようにしている。図中 7 は、配管 7 a の途中又はマイクロバブル発生モジュール 2 に装着し、マイクロバブルの径を容易に調節できる空気吸入量調節弁（以下、空気バルブともいう）であり、この調整弁 7 で空気の流量を絞り圧力損失を大きくすると、水バルブ二次側の多孔質体 1 4 への空気吸入量を減らし、より微細なマイクロバブルができる。この場合、必ずしも空気加圧機 8 は必要なく、調整弁 7 の二次側を大気に開放するようにしてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

図 2 において、ボデー 9 内に貫通孔 1 0 a を有するボール 1 0 をハンドル 1 c によって回転操作して、ボール 1 0 の弁体開度に応じて液体の一次側流入量を調節して液体流量を変化させるようにしている。このボール 1 0 は、一對のボールシート 1 0 b、1 0 b に支受けさせ、二次側にインサート 1 0 c を螺着して、このインサート 1 0 c で保持させている。また、バルブ 1 の二次側端部 1 a であるボデー 9 の二次側に設けためねじ 9 a にマイクロバブル発生モジュール 2 のおねじ 2 a を螺着し、バルブ端部 1 a にマイクロバブル発生モジュール 2 を着脱自在に取付け、バルブ 1 にマイクロバブル発生モジュール 2 を取付けてカートリッジ化している。

【 0 0 2 8 】

50

このマイクロバブル発生モジュール 2 は、図 6 に示すように、気泡発生部 1 1 とこれに空気を供給する空気取入部 1 2 を含んで構成されるマイクロバブル発生部 1 3 を有している。気泡発生部 1 1 は、図 2 における球状タイプ、又は、図 8 に示すベンチュリータイプから構成されている。本例の球状タイプは、アダプタ 1 6 に球ホルダ 2 1 を介して球体 2 2 を取付け、この球体 2 2 の外周面とアダプタ 1 6 の内周面との間に縮流部 2 2 a を構成している。この気泡発生部 1 1 の形状は、水流に乱れを生じさせない形状であることが必要であり、特に、下流部の形状は、加速された水流が乱れを生じさせず、円滑に減速する形状である必要がある。したがって、気泡発生部 1 1 は、球状タイプであるが、球形以外に楕円形であっても良い。

【 0 0 2 9 】

この気泡発生部 1 1 の空気吸引位置に管状の多孔質体 1 4 を着脱自在に収納しており、空気取入部 1 2 の空気流路にフィルタ 1 5 を着脱自在に取付けている。図 2 において、空気流路は、空気取入部 1 2 とフィルタ 1 5 を介して端部におねじ 1 6 a を有するアダプタ 1 6 の流路 1 6 b より多孔質体 1 4 に連通させ、マイクロバブル発生位置に空気を自吸させるように構成している。また、1 7 は Oリング 1 7 a、1 7 b を有するキャップであり、このキャップ 1 7 に空気取入部 1 2 を設けている。

【 0 0 3 0 】

管状の多孔質体 1 4 の外周位置に、空気取入部 1 2 と連通した空気室 2 6 を環状空間状に設けている。前記多孔質体 1 4 は、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのプラスチック又はステンレス、黄銅などの金属、セラミックス又はガラスなどの多孔質材料により構成されている。また、空気室 2 6 は、多孔質体 1 4 を介して内部へ空気が円滑に吸収されるようにするものであり、多孔質体 1 4 の外側に一周する環状空間として設けられている。

【 0 0 3 1 】

図 2 において、多孔質体 1 4 は、気泡発生部（球体）1 1 の中心より下流側の球状体で加速された水流が減速される位置に設けられている。当該位置では、エネルギー保存の法則（ベルヌーイ式）を満たすように低圧になり、その圧力は水流の流量が大きくなると大気圧以下（負圧）となる。多孔質体 1 4 は、大気と連通されており、空気は多孔質体 1 4 から自吸されて導入され、水流は高速の高剪断流れであるので、吸入された空気は微細に切断されて液中にマイクロバブルとして分散する。図 2 において、液体の流れが多孔質体 1 4 の端面に衝突しないように多孔質体 1 4 の 1 次側内径端面形状を面取り形状にすると、液体が整流化され。また、この多孔質体 1 4 を空気室 2 6 を設けたアダプタ 1 6 内に挿入するようにして、液体の流れが円滑に流れるようにするのが好ましい。

【 0 0 3 2 】

このキャップ 1 7 は、アダプタ 1 6 のおねじ 1 6 a に座金 1 6 c を介してナット 1 8 で締付け固定し、このナット 1 8 を介してキャップ 1 7 等の構成部品を組み込み構成している。また、マイクロバブル発生モジュール 2 のアダプタ 1 6 の開口端部にバブル吐出口 1 9 を設け、この吐出口 1 9 に配管 2 0 等を介して液中にマイクロバブルを吐出させるようにしている。マイクロバブル発生弁 3 を水槽 4 の外部のラインに設け、発生弁 3 の吐出側に設けたノズルを水槽 4 などに入れて、マイクロバブルを液中に吐出するようにしても良い。

【 0 0 3 3 】

次に、上記の実施形態の作用について説明する。

図 1 に示すように、水槽 4 に接続したライン 5 を介してポンプ 6 で液体を供給するか、又は、水道圧による水道水をマイクロバブル発生弁 3 の一次側より供給し、水バルブ 1 の弁体開度を適宜に調整して液体の流入量を変化させると、図 2 において、球体 2 2 の外周位置に設けられた縮流部 2 2 a により加速された水流が減速され、減速された気泡発生部 1 1 の位置に、多孔質体 1 4 を介して空気取入部 1 2 と連通している流路 1 6 b より空気が自吸される。この場合、大気に連通している空気吸入量調節弁 7 を絞るように調整して空気吸気量を増減させるように制御する。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

すると、空気取入部 1 2 から多孔質体 1 4 より気泡発生部 1 1 内へ空気が自吸され、球体 2 2 の外周面に設けられた縮流部 2 2 a 付近の水流は、高速の高剪断流れとなり、吸入された空気は微細に切断されてマイクロバブル発生部 1 3 内にマイクロバブルとして分散し、発生部 3 の吐出口 1 9 よりマイクロバブルが吐出される。

【 0 0 3 5 】

換言すると、マイクロバブル発生弁 3 に加圧した液体を導き、球状タイプのマイクロバブル発生部 1 3 の周りでは流路が狭いため、高剪断流れとなり、気泡発生部 1 1 側の静圧がエネルギー保存式（ベルヌーイ式）を満たすように低くなる。この静圧は、加圧流体の流量がある程度大きくなると大気圧以下（負圧）となる。その結果、流体が流体室 2 6 と多孔質体 1 4 を順次介して内部に自吸される。吸引された流体は、高剪断流れにより剪断され、加圧流体と混合してマイクロバブルとして放出される。

10

【 0 0 3 6 】

この場合、マイクロバブルが発生する状態にするために、空気吸入量調節弁 7 を調整して、例えば、空気吸気量を 1 . 0 % 又は 0 . 5 % の微開状態に絞った状態で、水バルブ 1 の弁体開度を調整しながら、水バルブ 1 の液体流量を変化させて増減させると、マイクロバブルの発生量及びマイクロバブルのサイズを適宜の量に制御することができると共に、空気吸入量調節弁 7 を調整して吸気量を増減させることにより、マイクロバブルのサイズを適宜に調整することができる。なお、水バルブ 1 の流量を調整して、マイクロバブル発生部 1 3 に詰まったゴミ等を除去することも可能である。

【 0 0 3 7 】

また、水バルブ 1 の端部 1 a にマイクロバブル発生モジュール 2 を着脱自在に設けて発生弁 3 を構成しているため、発生弁 3 をコンパクトにユニット化することができ、しかも、マイクロバブル発生モジュール 2 の構成部品をそれぞれ着脱自在にすることができ、メンテナンス性が良く、部品交換や部品修理を簡便に行なうことができ、もって、実用的価値の高いマイクロバブル発生弁を提供することが可能となる。

20

【 0 0 3 8 】

図 8 ~ 図 1 2 は、ベンチュリータイプ構造を有する気泡発生部を設けたマイクロバブル発生装置の一例を示した実施形態である。図 2 ~ 図 7 に示した発生装置と同一部分は同一符号で示し、その説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

図 8 において、2 3 はベンチュリー管であり、このベンチュリー管 2 3 にはテーパ孔 2 4 とこのテーパ孔 2 4 に、一直線上に断面積を絞って平行面を有する絞り部 2 5 を一体に接合してベンチュリータイプ構造を有する気泡発生部 1 1 を構成している。

30

【 0 0 4 0 】

マイクロバブルが発生する状態に空気吸気量を微開状態に絞って調整しながら、水バルブ 1 の弁体開度を変化させてマイクロバブル発生部 1 3 内に液体を流入させると、液体がベンチュリー管 2 3 のテーパ孔 2 4 から絞り部 2 5 を通過する際に、バブル発生部 1 3 において負圧が生じ、空気取入部 1 2 から多孔質体 1 4 を通過して空気が均一に分散されながら吸引されてマイクロバブルが発生し、発生弁 3 の吐出口 1 9 より適宜の量と適宜のバブル径を有するマイクロバブルが水槽内等の水中に吐出噴出される。

40

【 実施例 1 】

【 0 0 4 1 】

マイクロバブル発生装置の水バルブ 1 の流量の変化によるマイクロバブル発生量の制御試験の一例による結果を下記に示す。本例は、水道水のラインに接続して水道圧を用いている。

図 1 4 において、S 1 は水バルブ 1 の開度調整に伴い変化する流過面積であり、S 2 はベンチュリー流過面積で、S 3 は空気の吸気量を調整するに伴い変化する流過面積である。表 1 と図 1 5、図 1 6 は、水バルブ 1 の開度面積 S 1 と空気吸気面積 S 3 を制御し、ベンチュリー面積 S 2 を異ならしめた場合についての試験結果を示す写真（図 1 7 ~ 図 2 2 参照）の位置付けを示している。

50

【 0 0 4 2 】

【 表 1 】

		空気吸気面積 S3 (直径φ2.5)					
		全開		半開		微開	
		6%		3%		0.5%	
		ベンチュリー面積 S2					
		(直径φ6)	(直径φ3)	(直径φ6)	(直径φ3)	(直径φ6)	(直径φ3)
		35%	9%	35%	9%	35%	9%
バルブ開度面積 S1(直径φ10)	全開(100%)	写真①	写真⑪	写真②	写真⑫	写真③	写真⑬
	半開(50%)	写真④	写真⑭	写真⑤	写真⑮	写真⑥	写真⑯
	微開(10%)	写真⑦	写真⑰	写真⑧	写真⑱	写真⑨	写真⑩

10

【 0 0 4 3 】

この試験例において、水バルブ1液体流量と空気吸気量を変化させ、バブルの発生量とマイクロバブルのサイズ(径)を確認した。

この試験結果からすると、図17~図22に示す写真において、空気の吸気量を増減することによりバブルの径を制御できると共に、水バルブ1で液体流量を増減すると、バブルの発生量とバブルの径を制御できることが確認された。

【 0 0 4 4 】

マイクロバブル発生装置のバルブ開度の変化によるマイクロバブル発生量の制御試験の他例による結果を下記に示す。表2と図14、図23は、水バルブ1開度面積S1と空気吸気面積S3を制御し、ベンチュリー面積S2を異ならしめた場合についての試験結果を示す写真(図24~図27参照)の位置付けを示している。

20

【 0 0 4 5 】

【 表 2 】

		空気吸気面積 S3 (直径φ2.5)			
		微開		微開	
		1.0%		0.5%	
		ベンチュリー面積 S2			
		(直径φ6)	(直径φ3)	(直径φ6)	(直径φ3)
		35%	9%	35%	9%
バルブ開度面積 S1(直径φ10)	全開(100%)	写真31	写真21	写真41	写真51
	半開(50%)	写真32	写真22	写真42	写真52
	微開(10%)	写真33	写真23	写真43	写真53

30

【 0 0 4 6 】

この試験例において、マイクロバブルが発生する状態に空気吸気量を1.0%と0.5%にそれぞれ絞った状態で、水バルブ1の液体流量を変化させてマイクロバブルの発生量とバブル径の変化を確認した。

この試験結果からすると、水バルブ1の制御によって液体流量を増減することで、マイクロバブルのバブル径と発生量を制御できることが図24~図27に示す写真から確認された。

【 0 0 4 7 】

40

図28は、水バルブ1開度(%)とバブル平均径との関係を示したグラフである。同図から明らかのように、空気バルブ7の様々な開度(%)において、水バルブ1の開度制御により、発生するバブルの平均径を変化させることができる。また、水バルブ1の開度を絞ることにより、マイクロバブルの径を適宜制御できる。すなわち、水バルブ1を絞っていくと、開度が大きい時より縮流部22aの下流付近の流速は小さくなる。その結果、エネルギー保存の原理に従って生じる縮流部22aの下流付近の水圧低下による負圧状態が小さくなり、多孔質体14を通して空気を吸引する際の駆動力としての負圧が小さくなるため、吸気量は減少し、バブルサイズ径は同図の点線のように次第に減少していく。なお、同図における空気バルブ7の開度は、100(%)、50(%)、27.8(%)である。

【 0 0 4 8 】

50

多孔質体 14 を通過した僅かな流量の空気は、水流の剪断作用により引きちぎられるので、図 28 の点線に示すように、マイクロバブルが発生する。この場合、空気バルブ 7 を絞ると、空気の吸引流量がより小さくなるため、気泡はさらに微細になる。

【0049】

また、マイクロバブル発生装置の出口の圧力が高くなる（例えば、出口の水深が深い場合など）と、水バルブ 1 を十分に開けないと、前述の負圧が十分に起こらず、空気の吸引ができなくなる。このような場合は、水バルブ 1 を十分に開けると共に、発生装置の入口の水の元圧を上げて水の流速を高くすれば良い。負圧が大き過ぎて空気を吸い過ぎて気泡が大きくなる場合は、空気バルブ 7 を絞っていくと気泡は小さくなりマイクロバブルが起きる。

10

【産業上の利用可能性】

【0050】

上述のように、本発明におけるマイクロバブル発生装置は、例えば、水質浄化、洗浄や医療分野、化学分野、水耕栽培等の農業分野、養殖等の漁業分野、或は、食品加工分野などの広い分野に適用されると共に、発生装置における液体と気体の供給を入れ替えることによって加湿・冷却、薬液や散布などに利用可能な、ミスト（微細液滴）発生装置にも応用することができる。すなわち、加圧された流体として高圧液体が供給された場合、複数種類の流体として気体が吸引されれば気泡が発生し、加圧された流体として高圧空気が供給された場合、複数液体が吸引されれば混合液滴が発生する。さらに、加圧された流体としての高圧の液体が供給された場合、複数種類の流体として高圧液体と混ざらない液体が吸引されればエマルジョンが発生する。

20

【0051】

また、加圧流体や吸入流体は、使用目的に応じて適宜選択されるものであり、種々の気体や液体の組合せでもよい。例えば、加圧流体としては、上記の水道水のほか、空気、不活性ガスまたは酸素或はオゾン等のガスを用いることができる。吸入流体は、上述の空気のほか、洗浄剤、消化液、殺虫剤、消毒剤、空気清浄剤、芳香剤、入浴剤などにも応用できる。なお、加圧流体に水を、吸入流体にオゾンを用いると、除菌効果及び脱臭効果を有するマイクロバブルを発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

30

【図 1】マイクロバブル発生装置の全体構成の一例を示す説明図である。

【図 2】球状タイプの絞り部によるマイクロバブル発生装置の一例を示す断面図である。

【図 3】図 2 の発生装置における分離斜視図である。

【図 4】図 3 のマイクロバブル発生モジュールを示した半裁断面図である。

【図 5】図 4 における一部切欠き分離斜視図である。

【図 6】図 4 のマイクロバブル発生部を示した一部切欠き分離斜視図である。

【図 7】図 4 における環状キャブとフィルタとの分離斜視図である。

【図 8】ベンチュリータイプの絞り部によるマイクロバブル発生装置の一例を示す断面図である。

40

【図 9】図 8 の発生装置における分離斜視図である。

【図 10】図 9 のマイクロバブル発生モジュールを示した半裁断面図である。

【図 11】図 10 における一部切欠き分離斜視図である。

【図 12】図 10 のマイクロバブル発生部を示した一部切欠き分離斜視図である。

【図 13】図 10 における環状キャブとフィルタとの分離斜視図である。

【図 14】バルブ流量と空気流量の変化によるマイクロバブルの発生試験の一例を示した説明図である。

【図 15】ベンチュリー径（ 6 ）であって、バルブ流体流量と空気吸気量の変化における各写真の位置を示した説明図である。

【図 16】ベンチュリー径（ 3 ）であって、バルブ流体流量と空気吸気量の変化における各写真を示した説明図である。

50

【図 17】(a)、(b)、(c)は、図 15 におけるバルブ開閉面積によるマイクロバブルの発生変化を示した写真である。

【図 18】(a)、(b)、(c)は、図 16 におけるバルブ開閉面積によるマイクロバブルの発生変化を示した写真である。

【図 19】(a)、(b)、(c)は、図 15 におけるバルブ開閉面積によるマイクロバブルの発生変化を示した写真である。

【図 20】(a)、(b)、(c)は、図 16 におけるバルブ開閉面積によるマイクロバブルの発生変化を示した写真である。

【図 21】(a)、(b)、(c)は、図 15 におけるバルブ開閉面積によるマイクロバブルの発生変化を示した写真である。

10

【図 22】(a)、(b)、(c)は、図 16 におけるバルブ開閉面積によるマイクロバブルの発生変化を示した写真である。

【図 23】空気吸気量をそれぞれ絞った状態で、バルブの液体流量を変化させてマイクロバブル量の変化を確認した写真の位置を示した説明図である。

【図 24】(a)、(b)、(c)は、ベンチュリー径 (6) であって液体流量を変化させマイクロバブル量の変化を示した写真である。

【図 25】(a)、(b)、(c)は、ベンチュリー径 (3) であって液体流量を変化させマイクロバブル量の変化を示した写真である。

【図 26】(a)、(b)、(c)は、ベンチュリー径 (6) であって液体流量を変化させマイクロバブル量の変化を示した写真である。

20

【図 27】(a)、(b)、(c)は、ベンチュリー径 (3) であって液体流量を変化させマイクロバブル量の変化を示した写真である。

【図 28】水バルブ開度とバルブ平均径との関係を示したグラフである。

【符号の説明】

【0053】

1 バルブ(水バルブ)

1 a 端部

2 マイクロバブル発生モジュール

3 マイクロバブル発生弁

4 水槽

30

6 ポンプ

7 空気吸入量調節弁(空気バルブ)

9 ボデー

10 ボール

10 a 貫通孔

11 気泡発生部

12 空気取入部

13 マイクロバブル発生部

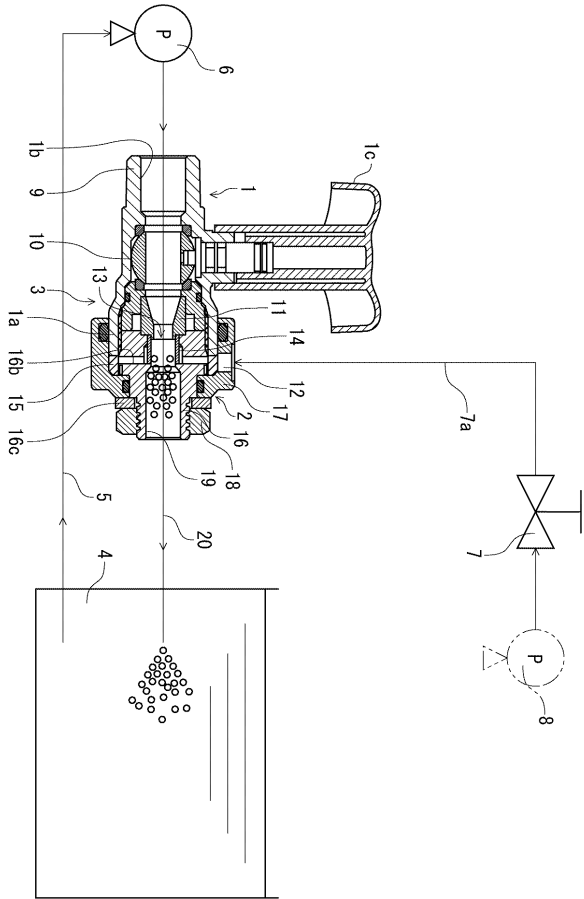
14 多孔質体

15 フィルタ

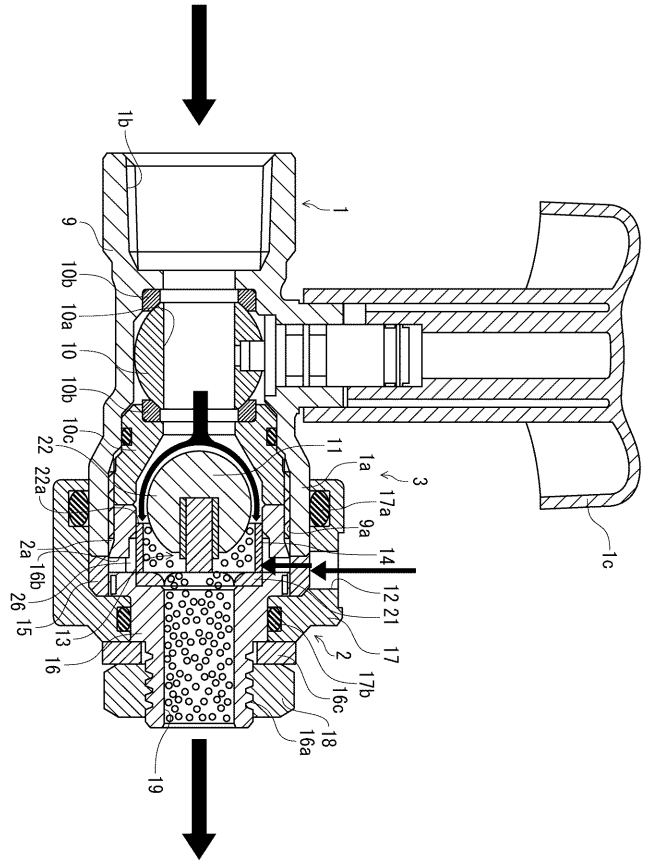
40

26 空気室

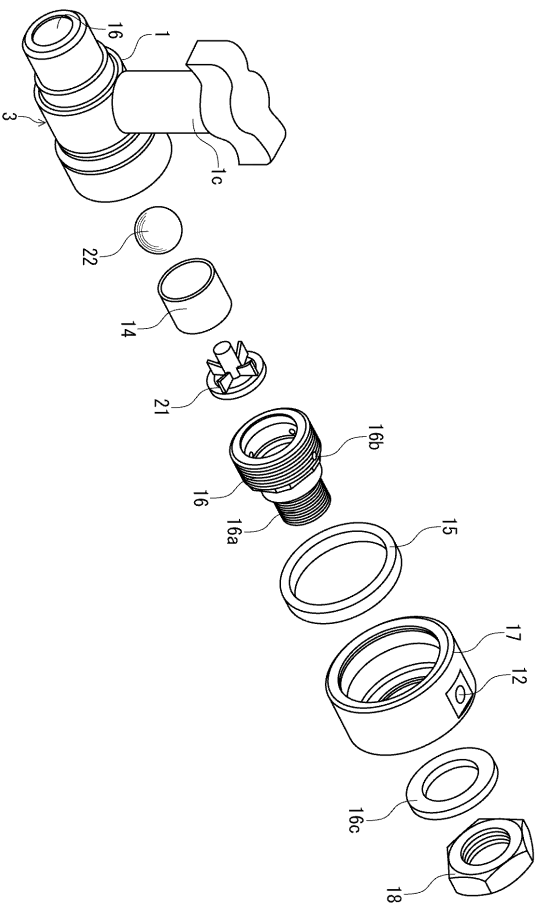
【図 1】



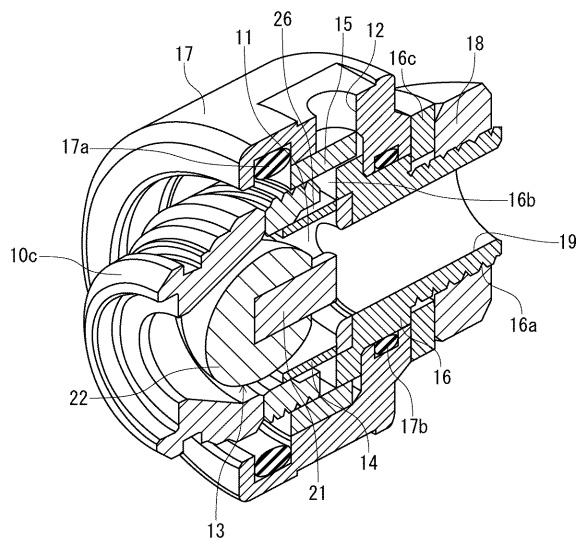
【図 2】



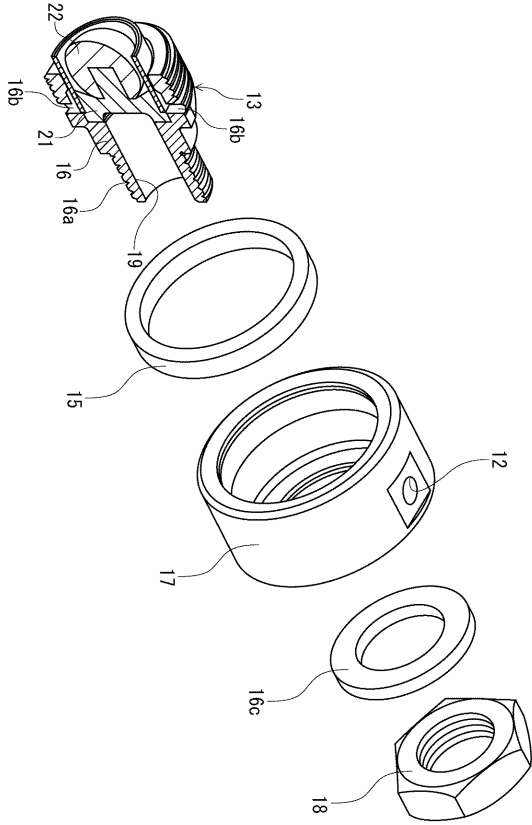
【図 3】



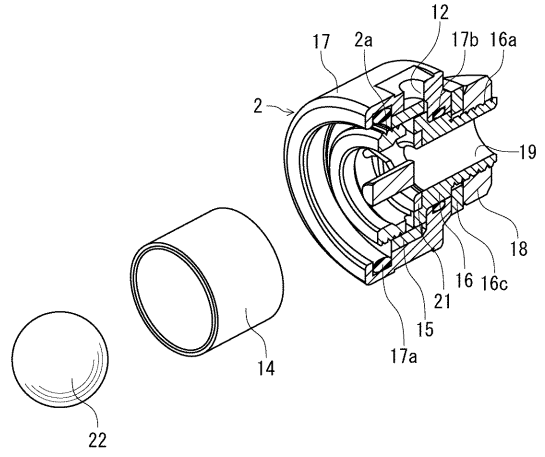
【図 4】



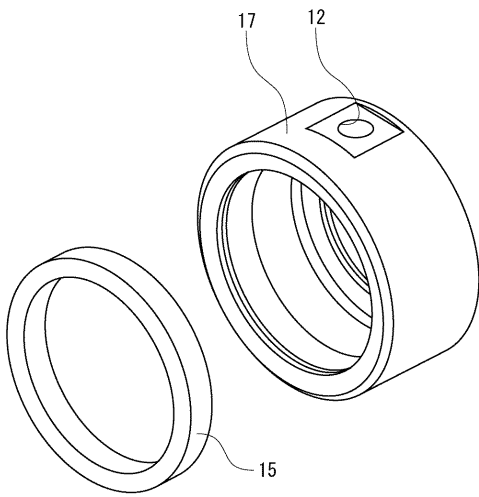
【 図 5 】



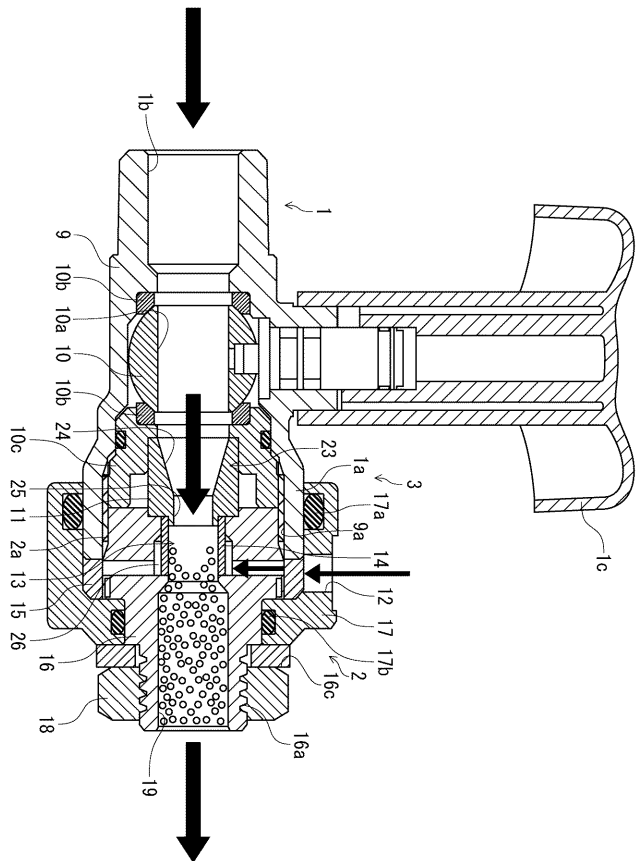
【 図 6 】



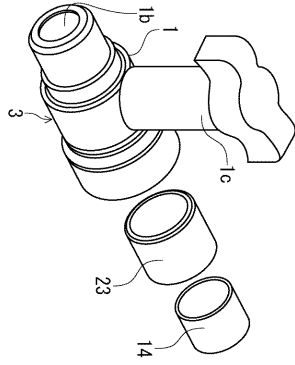
【 図 7 】



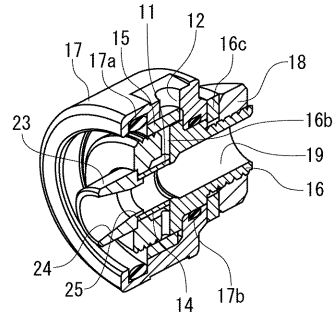
【 図 8 】



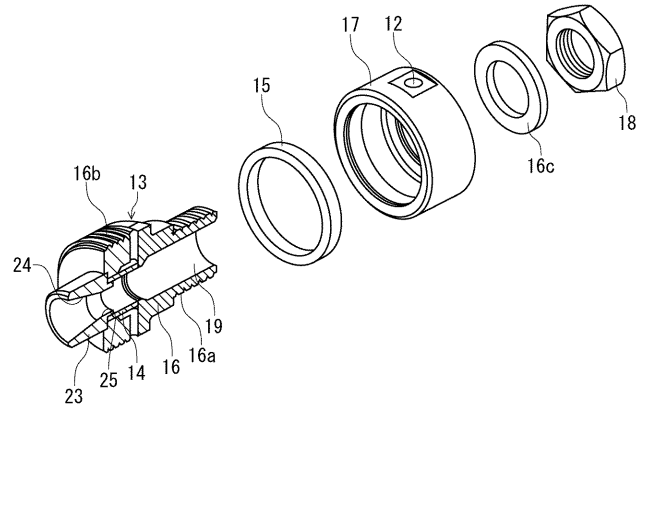
【 図 9 】



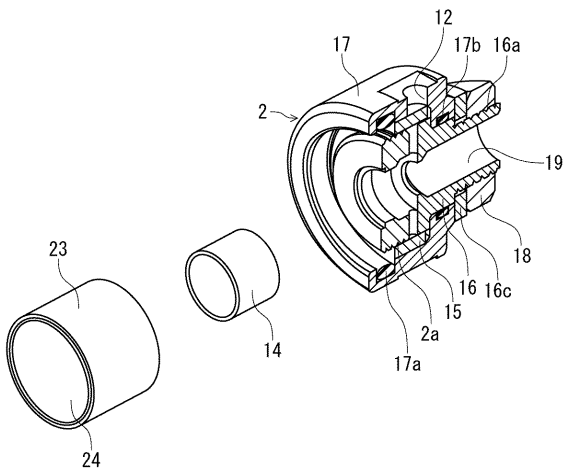
【 図 1 0 】



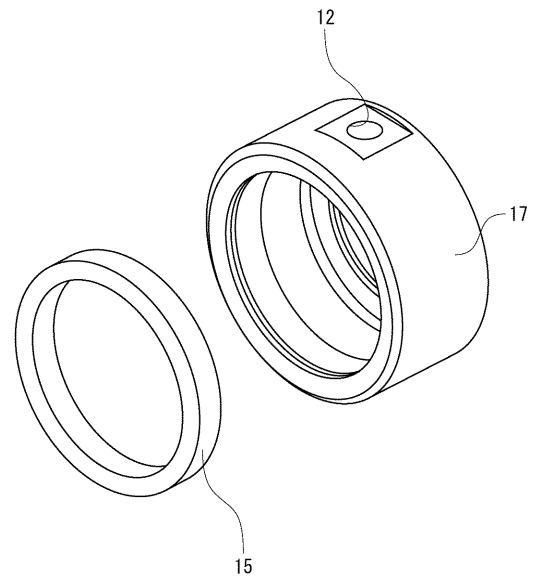
【 図 1 1 】



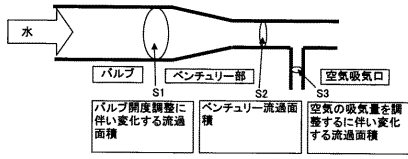
【 図 1 2 】



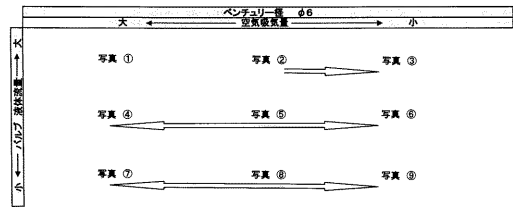
【 図 1 3 】



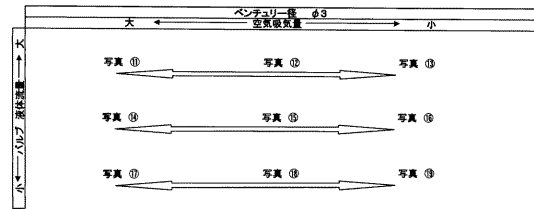
【 図 1 4 】



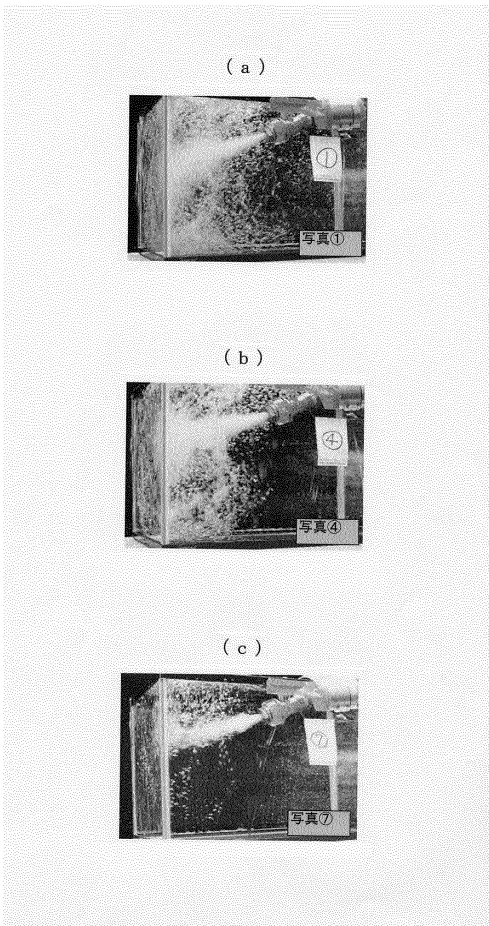
【 図 1 5 】



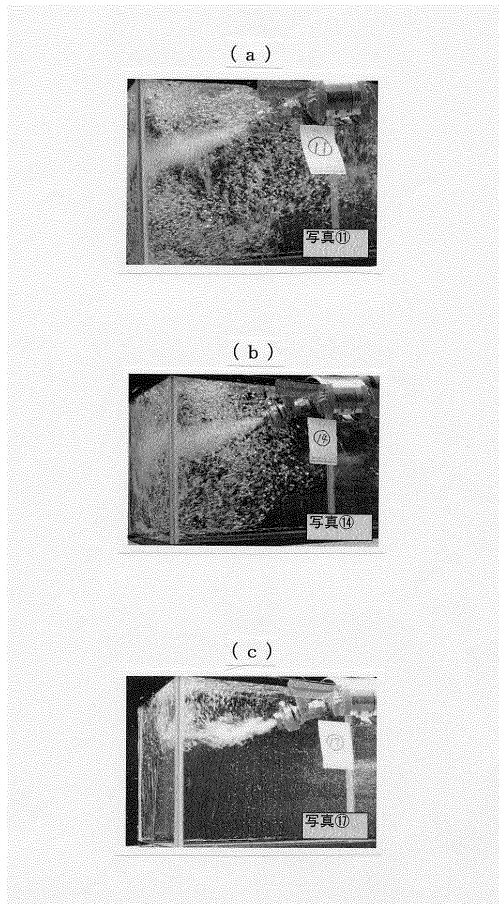
【 図 1 6 】



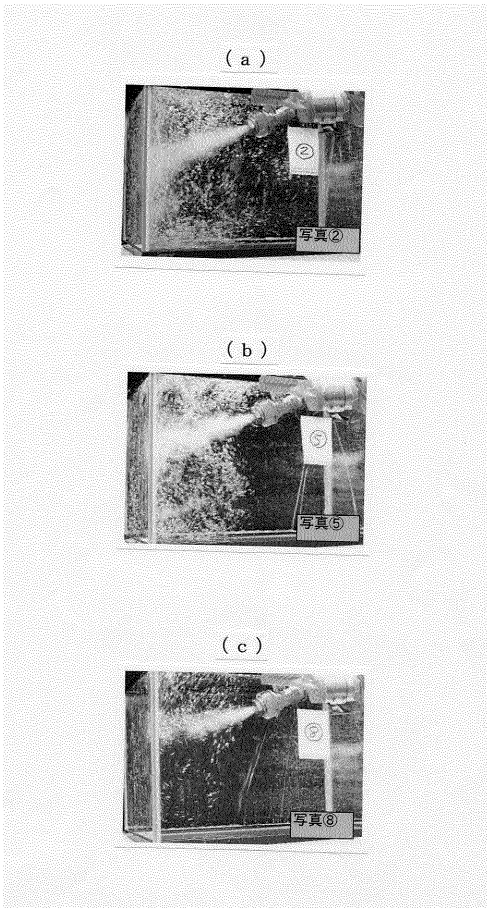
【 図 1 7 】



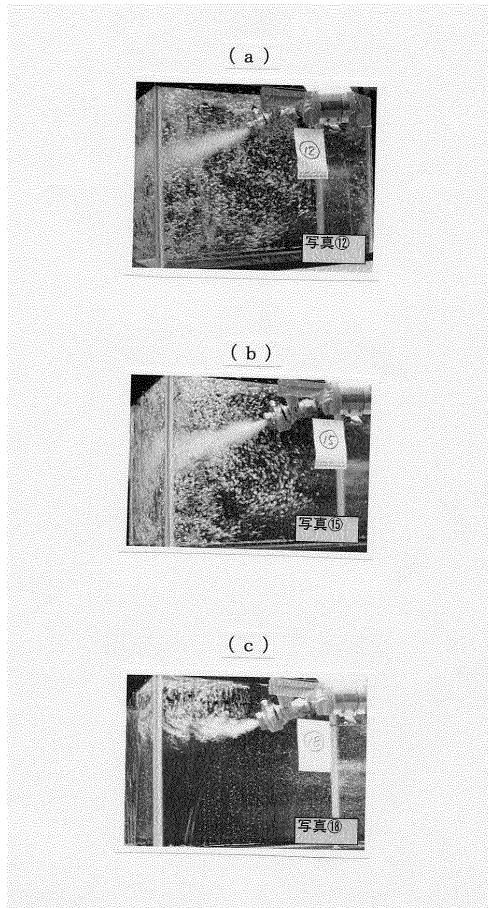
【 図 1 8 】



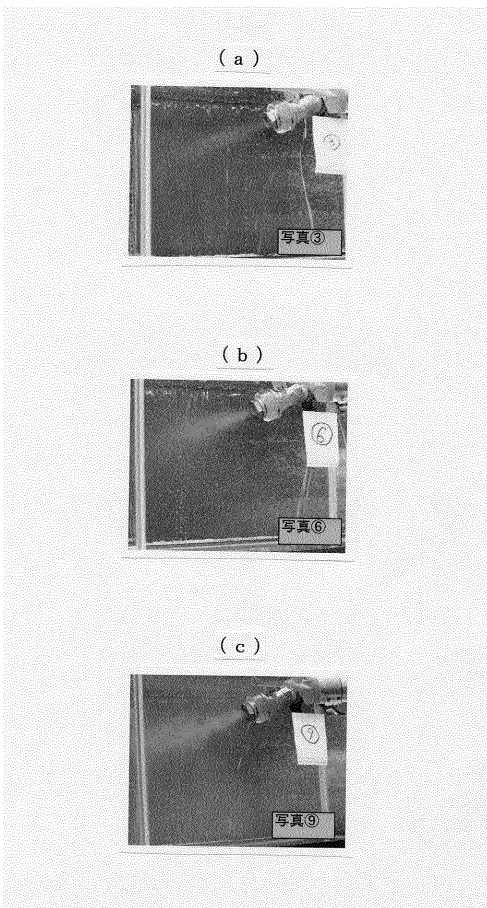
【 図 1 9 】



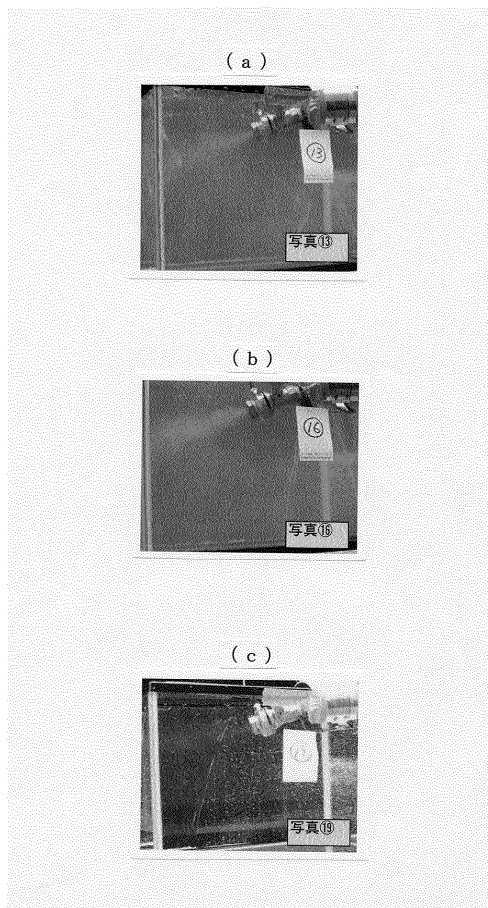
【 図 2 0 】



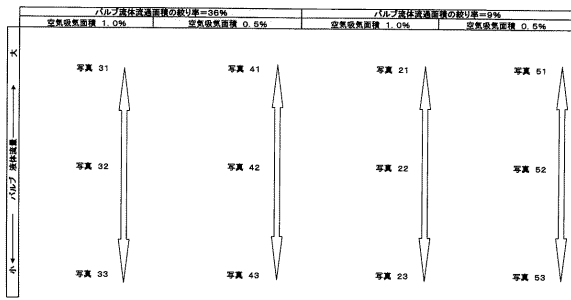
【 図 2 1 】



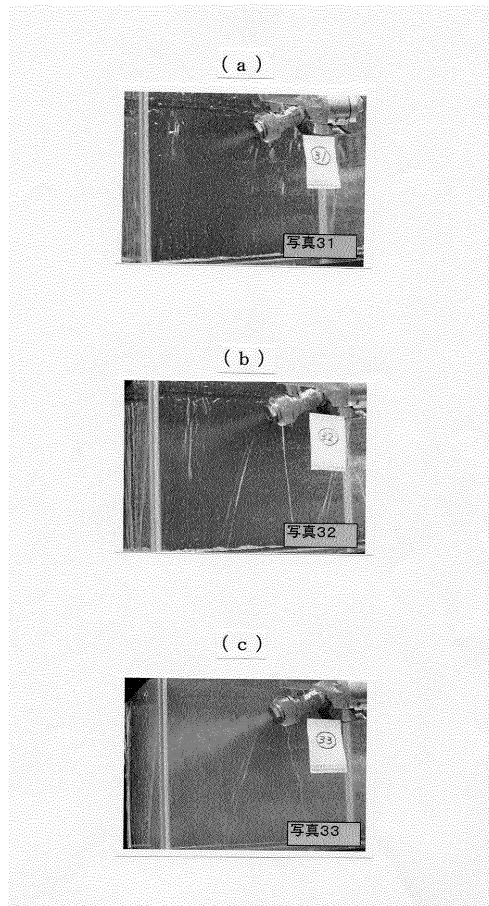
【 図 2 2 】



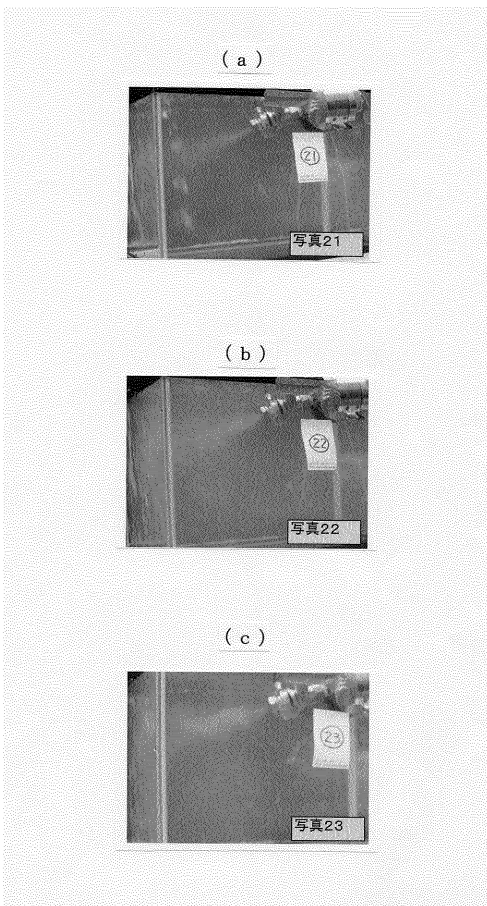
【 図 2 3 】



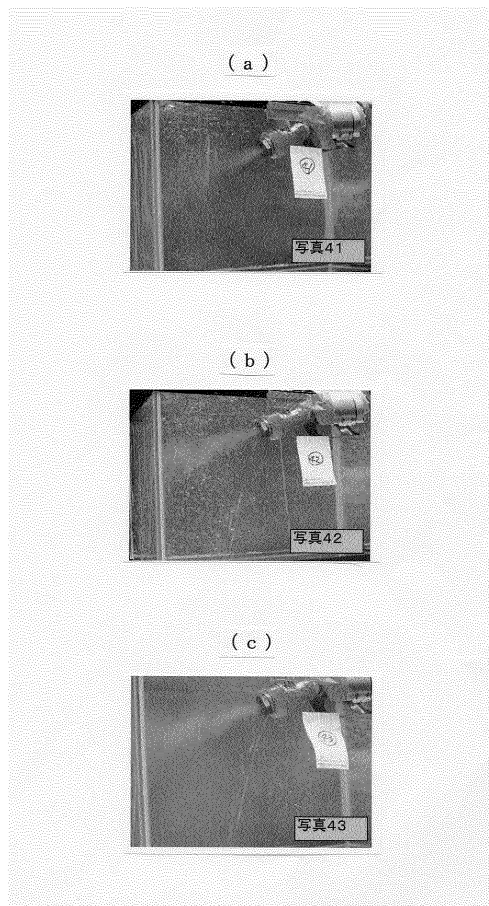
【 図 2 4 】



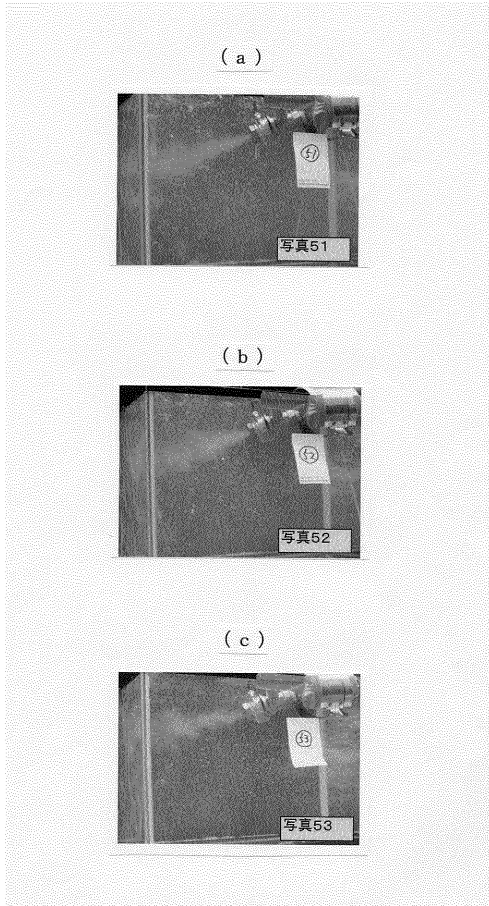
【 図 2 5 】



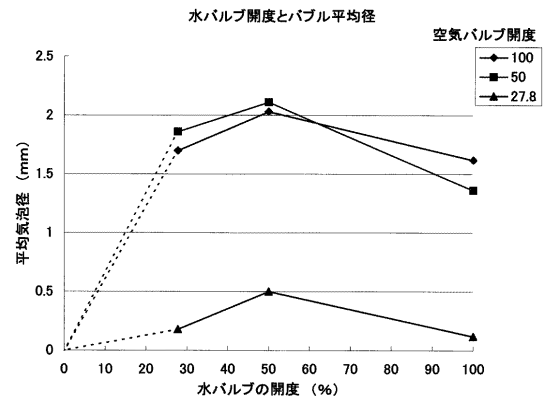
【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 青木 和弘

山梨県北杜市長坂町長坂上条2040番地 株式会社キッツ長坂工場内

(72)発明者 五味 知佳士

山梨県北杜市長坂町長坂上条2040番地 株式会社キッツ長坂工場内

Fターム(参考) 4G035 AB20 AC23 AC26 AE01 AE13

4G037 BA03 BB03 BB06 EA01