

(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
2021年4月1日(01.04.2021)



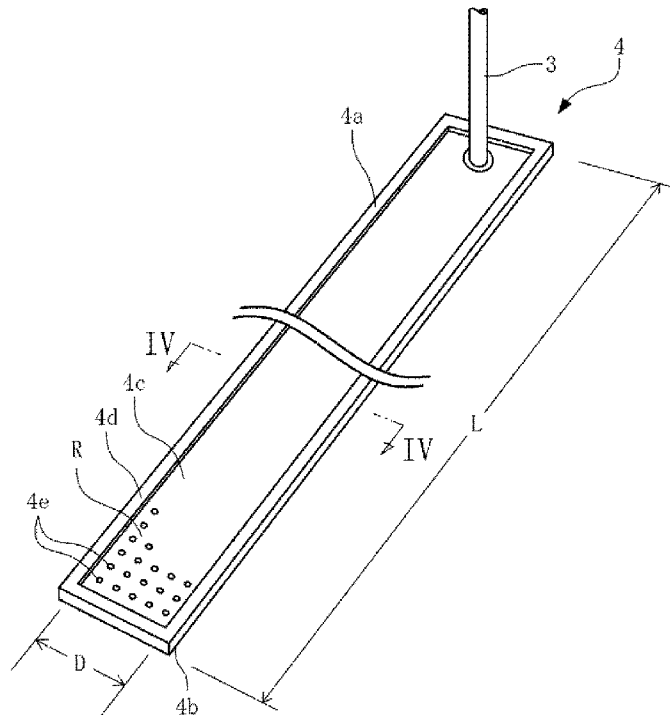
(10) 国際公開番号

WO 2021/060417 A1

- (51) 国際特許分類:
B01F 3/04 (2006.01) *C02F 3/20* (2006.01)
B01F 5/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/036138
- (22) 国際出願日: 2020年9月24日(24.09.2020)
- (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 2019-174346 2019年9月25日(25.09.2019) JP
- (71) 出願人: 三機工業株式会社 (SANKI ENGINEERING CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1048506 東京都中央区明石町8番1号 Tokyo (JP). アクアコンサルト アンラーゲンbau ゲーエムベーハー (AQUACONSULT ANLAGENBAU GMBH) [AT/AT]; A-2514 トライスキルヒエン A-2514 46 バーデナーシュトラッセ Traiskirchen (AT).
- (72) 発明者: 横山 昌司 (YOKOYAMA, Shoji); 〒1048506 東京都中央区明石町8番1号 三機工業株式会社内 Tokyo (JP). 大澤 典明 (OSAWA, Noriaki); 〒1048506 東京都中央区明石町8番1号 三機工業株式会社内 Tokyo (JP). 田中 秀治 (TANAKA, Hideharu); 〒1048506 東京都中央区明石町8番1号 三機工業株式会社内 Tokyo (JP). 原田 貴浩 (HARADA, Takahiro); A-2514 トライスキルヒエン A-2514 46 バーデナーシュトラッセ アクアコンサルト アンラーゲンbau ゲーエムベーハー内 Traiskirchen (AT).

(54) Title: AIR DIFFUSER

(54) 発明の名称: 散気装置



(57) Abstract: An air diffuser 4 includes a bottom panel 4b provided along a horizontal direction in a tank for storing water; an air diffusion body 4c placed so as to cover an upper side of the bottom panel 4b; and air diffusion holes 4e provided so as to penetrate through the air diffusion body 4c. The air diffuser 4 is configured such that a gas A fed between the bottom panel 4b and the air diffusion body 4c is released into water through the air diffusion holes 4e. A width D of an air diffusion region R of the air diffusion body 4c in which the air diffusion holes 4e are provided is not less than

WO 2021/060417 A1

(74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS);
〒1040045 東京都中央区築地 1 丁目 1 2 番 2
2 号 コンワビル 7 階 Tokyo (JP).

(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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

10 mm and less than 120 mm.

(57) 要約: 水を貯留する槽内に水平方向に沿って設けられる底パネル4 bと、底パネル4 bの上側を覆うように設置された散気体4 cと、散気体4 cを貫通するように設けられた散気孔4 eを備え、底パネル4 bと散気体4 cの間に送り込まれた気体Aを散気孔4 eを通して水中に放出するよう散気装置4を構成し、散気体4 cにおける散気孔4 eを設けられた散気領域Rの幅Dを10 mm以上120 mm未満とする。

明 細 書

発明の名称：散気装置

技術分野

[0001] 本発明は、水中に空気等の気体を送り込む散気装置に関する。

背景技術

[0002] 下水処理施設等の曝気槽では、好気性微生物の活動を利用して水の浄化を行っている。処理対象の水を貯留した槽内に酸素を送り込み、好気性微生物に有機物を分解させるのである。

[0003] 図19はこうした曝気槽の一例を示している。槽1には処理対象である水Wが貯留され、槽1内の底部付近には散気装置2が設置されている。散気装置2は、例えば図20に示す如き形態の装置であり、中空の本体2aの一端に接続された導気管3から、本体2a内に気体（この場合、空気）Aが送り込まれるようになっている。本体2aは、内部に空間を有する管であり、側面には内外を連通する多数の散気孔2bが設けられている。そして、導気管3から本体2a内に送り込まれた空気Aを、散気孔2bから水Wへ気泡として放出するようになっている。そして、空気Aを水Wと接触させて水Wに酸素を溶け込ませると共に、槽1内に貯留された水Wを気泡の動きにより攪拌し、溶け込んだ酸素を槽1内全体へ供給するようになっている。

[0004] このような散気装置に関連する技術を記載した文献としては、例えば、下記の特許文献1がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-230068号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述の如き散気装置2を用いて空気Aを槽1中の水Wに送り込む場合、図示しないブロワを作動させる必要があるが、このとき、必要な酸素量をなる

べく少ない動力で賄うことが省エネルギーの観点から望ましい。すなわち、空気Aの供給量に対し、できるだけ多くの酸素を水Wに溶け込ませることができれば、槽1の運転に使用するエネルギーを節減することができる。

[0007] 尚、上述の如き散気装置は、下水処理施設等に限らず、槽に貯留された水の中で生物を生存させる設備全般に用いられるが、そうした設備においても、少ないエネルギーで効率よく酸素を供給することが望ましいことは言うまでもない。また、槽の用途等によっては、貯留された水に対して例えば二酸化炭素など、酸素以外の気体成分を供給したい場合も考えられるが、そういった場合も、むろん気体の供給効率（送り込まれる気体の総量に対する、水に供給される特定の気体成分の量の比）はなるべく高くすることが好ましい。

[0008] 本発明は、斯かる実情に鑑み、水に対し効率よく気体を供給し得る散気装置を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、水を貯留する槽内に水平方向に沿って設けられる底パネルと、前記底パネルの上側を覆うように設置された散気体と、前記散気体を貫通するように設けられた散気孔を備え、前記底パネルと前記散気体の間に送り込まれた気体を前記散気孔を通して水中に放出するよう構成され、前記散気体における前記散気孔を設けられた散気領域の幅は10mm以上120mm未満であることを特徴とする散気装置にかかるものである。

[0010] 本発明の散気装置において、前記散気孔は、前記散気体における幅方向の全域にわたって設けられた構成とすることができる。

[0011] 本発明の散気装置において、前記散気孔は、前記散気体における幅方向に関して一部の領域に設けられた構成とすることもできる。

発明の効果

[0012] 本発明の散気装置によれば、水に対し効率よく気体を供給し得るという優れた効果を奏し得る。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の第一実施例による散気装置の設置状態を概略的に示す正断面図である。
- [図2]本発明の第一実施例による散気装置の設置状態を概略的に示す平面図である。
- [図3]本発明の第一実施例による散気装置の形態を示す斜視図である。
- [図4]本発明の第一実施例による散気装置の形態を示す断面図であり、図3のⅠⅤ－ⅠⅤ矢視相当図である。
- [図5]第一実施例の散気装置の作動状態を示す断面図である。
- [図6]本発明の参考例による散気装置の形態を示す斜視図である。
- [図7]参考例の散気装置の作動時における空気および水の動きを説明する模式図である。
- [図8]第一実施例の散気装置の作動時における空気および水の動きを説明する模式図である。
- [図9]散気領域の幅と、酸素溶解効率の関係を検証する実験の結果を示すグラフである。
- [図10]本発明の第二実施例による散気装置の形態を示す斜視図である。
- [図11]参考例と第二実施例の酸素溶解効率を比較するグラフである。
- [図12]本発明の参考例および第二実施例について、気泡の分布域の幅をそれぞれ測定した実験の結果を示すグラフである。
- [図13]散気装置を設置した槽内における水の流速ベクトルの分布をシミュレートした結果を示す図であり、(A)は参考例、(B)は第一実施例、(C)は第二実施例、(D)は別の参考例をそれぞれ示している。
- [図14]散気装置を設置した槽内における気泡の濃度分布をシミュレートした結果を示す図であり、(A)は参考例、(B)は第一実施例、(C)は第二実施例、(D)は別の参考例をそれぞれ示している。
- [図15]散気装置を設置した槽内における水の水平流速の分布をシミュレートした結果を示す図であり、(A)は参考例、(B)は第一実施例、(C)は第二実施例、(D)は別の参考例をそれぞれ示している。

[図16]散気装置を設置した槽内における水の流速ベクトルの分布をシミュレートした結果を示す図であり、(A)は散気領域の幅を120mmに設定した場合、(B)は散気領域の幅を90mmに設定した場合、(C)は散気領域の幅を60mmに設定した場合をそれぞれ示している。

[図17]散気装置を設置した槽内における気泡の濃度分布をシミュレートした結果を示す図であり、(A)は散気領域の幅を120mmに設定した場合、(B)は散気領域の幅を90mmに設定した場合、(C)は散気領域の幅を60mmに設定した場合をそれぞれ示している。

[図18]散気装置を設置した槽内における水の水平流速の分布をシミュレートした結果を示す図であり、(A)は散気領域の幅を120mmに設定した場合、(B)は散気領域の幅を90mmに設定した場合、(C)は散気領域の幅を60mmに設定した場合をそれぞれ示している。

[図19]散気装置を備えた槽の概略的な構成を示す断面図である。

[図20]散気装置の形態の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

[0015] 図1～図4は本発明の実施による散気装置の形態の一例を示している。本第一実施例の散気装置4は、図19、図20に示した従来例の散気装置2と同様、槽1内の底部付近に設置され、導気管3から供給される空気Aを槽1内に貯留された水Wに送り込むようになっている。

[0016] 散気装置4は、長方形の本体4aを備えている。本体4aは、槽1内に水平方向に沿って設けられ、本体4aの底面をなす底パネル4bと、該底パネル4bの上側を覆うように設置された散気体4cを備えている。底パネル4bは、ステンレス鋼等の硬質の素材により形成され、散気体4cは軟質の膜として構成されている。底パネル4bの四辺の上面には枠4dが備えられており、散気体4cは、四辺を底パネル4bと枠4dの間に挟み込まれる形で底パネル4bに保持される。

[0017] 膜状の散気体4cには、該散気体4cの幅方向全域にわたり、散気体4c

を裏表に貫通するように多数の散気孔4 eが設けられている。また、散気体4 cの長手方向における端部には導気管3が接続されており、該導気管3から散気体4 cと底パネル4 bとの間に空気Aが送り込まれるようになっている。

[0018] 尚、図3では作図の都合上、一部の散気孔4 eのみを図示している。また、図3および図4における散気孔4 eはあくまで模式的に示したものであって、実際の散気孔4 eの孔径や間隔、さらに散気体4 cの厚み等については、実施の際、各種の条件に応じて適宜変更し得る（図5、図6、図10についても同様である）。

[0019] 導気管3から散気体4 cと底パネル4 bとの間に空気Aを送り込むと、図5に示す如く、空気Aの圧力によって散気体4 cが上方へ膨らむように変形し、散気体4 cと底パネル4 bの間の空気Aが散気孔4 eを通過して放出される。導気管3からの空気Aの供給を停止すると、散気体4 cは図4に示す如く水圧によって底パネル4 bに密着し、散気孔4 eは閉じた状態となる。こうして、使用時には散気孔4 eから空気Aを気泡の形で水W内に放出する一方、不使用時には散気孔4 eが閉じて内側への水Wの侵入を防ぎ、本体4 a内部の目詰まりを防止するようになっている。また、不使用時に散気孔4 eに目詰まりが生じた場合には、空気Aの供給と停止を繰り返すと、散気体4 cの変形と空気Aの圧力により、散気孔4 eから固形物を外側へ押し出すようにして目詰まりを除去することができる。

[0020] 散気体4 cにおいて、散気孔4 eの設けられた範囲（以下、散気領域Rと称する）の幅、すなわち短手方向の寸法（図3中に幅Dとして示す。尚、以下で説明する幅Dの値は、散気体4 cが底パネル4 bに密着した状態での寸法である）は、後述するように10 mm以上120 mm未満とすることが好適であるが、本第一実施例においては60 mmである。本体4 aの長さ、すなわち長手方向の寸法（図3中に長さLとして示す）は、設置する場所の広さ等の条件に応じて適宜変更することができ、例えば0.5 m～4 m程度である。

- [0021] 散気領域Rの幅Dをこのように設定すると、以下に説明するように、水Wに対して酸素を供給する上で好適である。図6は本発明の参考例として、散気領域Rの幅Dを120mmに設定した散気装置4を示しており、図7、図8は、それぞれ図6に示す参考例と、図2～図5に示す第一実施例の散気装置4に関し、作動時における空気Aおよび水Wの動きを模式的に示している。
- [0022] 同じ幅の槽1に対し、散気領域R（図3、図6参照）の幅Dが120mmの散気装置4を1基だけ備えた参考例（図7参照）と、幅Dが60mmの散気装置4を2基備えた第一実施例（図8参照）とでは、散気領域Rの面積は同じである（尚、ここに図示した槽1あたりの散気装置4の個数は説明の便宜のために設定したものであり、実際の槽1においては、例えば図2に示す如く、槽1あたりの散気装置4の設置台数は図7、図8に示す数より多いことが普通である）。ところが、これら参考例および第一実施例の散気装置4に対し、同じ総量の空気Aを送り込んだ場合、第一実施例では、参考例と比較してより多くの酸素を水Wに溶け込ませることができるのである。
- [0023] さらに、散気領域Rの幅Dと、水Wへの酸素溶解効率の関係を検証する実験を行った（図9参照）。ここでは、幅Dを37.5mm、75mm、150mmにそれぞれ設定した散気装置4を用い、各該散気装置4に対して単位投影面積あたり同じ量の空気Aを送り込んで、水Wに溶け込んだ酸素の量を測定した。
- [0024] 槽1としては内径774mmの円筒状のものを使用し、ここに5.1mの深さで水Wを満たすと共に、底面付近（水深5.0mの高さ）に複数の散気装置4を設置した。図2に示す如く、槽1の底面に散気装置4を均等に配置する全面曝気方式を採用し、各散気装置4へ空気Aを供給した。各散気装置4の寸法は、長さL（図3参照）を600mm、うち散気領域Rの長さ（幅Dと直交する向きの寸法）を400mmと設定した。
- [0025] 散気領域Rの幅Dは、条件によって異なるが、個々の散気装置4における散気領域Rの幅Dが異なっても、槽1に占める散気領域Rの全面積は等

しくなるよう、散気装置の設置台数を調整した。尚、槽1の底面積に占める散気領域Rの割合は12.8%と設定した。

[0026] 図9中、横軸は送風量（単位時間および散気体4cにおける単位投影面積あたりの散気装置4への合計送風量 $[Nm^3 / (m^2 \cdot hr)]$ ）を、縦軸は各条件における酸素溶解効率の相対値（幅Dが150mmの場合の酸素溶解効率を1とした相対値）を示している。幅Dを120mmより小さく設定した3条件（37.5mm、50mmおよび75mm）では、幅Dが120mmを超えている150mmの場合と比較して顕著に酸素溶解効率が向上し（1.1倍～1.25倍程度）、また、幅Dが小さいほど高い酸素溶解効率を示した。

[0027] 図10は本発明の第二実施例による散気装置4を示している。第二実施例の散気装置4では、底パネル4bおよび枠4d、散気体4c全体の寸法は図6に示す参考例と同様であるが、散気孔4eを散気体4cの幅方向に関して中央の領域にのみ設けている。つまり、全体的な寸法は参考例と同じであるが、散気領域Rの幅Dについては第一実施例と同じ60mmとしている。このようにすると、底パネル4bや枠4dには参考例と同じ部品を用いつつ、散気孔4eの配置のみを変更した散気体4cを使用することで、上述の如き第一実施例と同様の作用効果を得ることができる。尚、ここでは散気孔4eを散気体4cの幅方向に関して中央に設けた場合を図示したが、散気孔4eを設ける位置は中央に限定されず、幅方向に関して一部の領域に散気孔4eが設けられていればよい。例えば、幅方向に関して両端部や、いずれか一方の端に寄った位置としてもよい。

[0028] 図11は、参考例（図7参照）および第二実施例（図10参照）の散気装置4それぞれに関し、水Wへの酸素溶解効率を検証した実験の結果を示している。本実験では、幅Dを60mmと120mmにそれぞれ設定した散気装置4を用い、各該散気装置4に対して単位投影面積あたり同じ量の空気Aを送り込んで、水Wに溶け込んだ酸素の量を測定した。

[0029] 槽1としては底面の内寸が5m×5mのものを使用し、ここに5.1mの

深さで水Wを満たすと共に、底面付近（水深5.0mの高さ）に複数の散気装置4を設置した。槽1の底面に散気装置4を均等に配置する全面曝気方式により、各散気装置4へ空気Aを供給した。各散気装置4における散気領域Rの長さは、それぞれ2mと設定した。また、個々の散気装置4における散気領域Rの幅Dが異なっても、槽1に占める散気領域Rの全面積は等しくなるよう、散気装置の設置台数を調整した。尚、槽1の底面積に占める散気領域Rの割合は11.5%に設定した。

[0030] 図11中、横軸は単位時間および散気体4cにおける単位投影面積あたりの散気装置4への合計送風量 $[Nm^3 / (m^2 \cdot hr)]$ 、縦軸は酸素溶解効率の相対値（同じ送風量の参考例における酸素溶解効率を1とした相対値）であり、三角形のシンボルが参考例、円のシンボルが第二実施例をそれぞれ示している。第二実施例における酸素溶解効率は、参考例と比較して各条件で酸素溶解効率が1.04~1.1倍程度も高いことがわかる。

[0031] これは、まず気泡径が小さくなることによるものと考えられる。気泡径が小さければ、空気Aの体積に対する表面積の割合が大きく、その分だけ酸素が水Wに溶解しやすくなるほか、気泡の上昇速度が遅いため気泡が水W中に留まる時間が長くなり、その間に酸素が水Wに溶解するからである。

[0032] 気泡径が小さくなる原因としては、気泡同士が会合する機会が少ないことが考えられる。第二実施例（図10）の場合、参考例（図7）と比較して一台の散気装置4あたりの空気Aの供給量が少なく（総供給量を $2Qa$ とすると、散気装置4一台あたり、参考例では $2Qa$ 、第二実施例では Qa ）、その分、気泡にかかる浮力が弱く、もともと気泡の上昇速度が遅い。

[0033] 水Wは、気泡の上昇に伴って図7、図8に黒色の矢印にて示す如く循環する。すなわち、散気装置4の上では、水Wは気泡の上昇（白色の矢印にて示す）に伴って上昇するが、水面付近で反転し、散気装置4から幅方向に離れた位置で下降して、散気装置4に近づくと再び反転して気泡と共に上昇する。ここで、散気装置4付近における気泡の上昇速度が遅ければ、この領域における水Wの動きも遅く、特に、散気装置4に向かう水平方向の速度成分（

図7、図8に V_h として示す)が小さくなる。散気装置4に向かう水Wの動きは、散気装置4から放出される気泡同士を近づけるよう作用するので、ここにおける水Wの速度が小さければ、気泡同士が会合し、融合して大きくなる機会が少ないので、気泡径は小さくなる。気泡径が小さければ、上述の通り上昇速度も小さいので、水Wの速度もますます遅くなる。このように、気泡の上昇速度の低下と気泡の細小化の間には、正のフィードバック的な関係も働いていると推測される。

[0034] また、散気装置4から放出される気泡は、なるべく槽1内の狭い領域に集中せず、広範囲に分布した方が酸素溶解効率が高いということが考えられる。ここで、上述の如き水Wの循環において、散気装置4に近づく水Wの動きは、散気装置4から放出された気泡同士を寄せ集めるように働く。したがって、水平方向の速度成分 V_h が小さければ、槽1における気泡の分布域は広くなることになる。つまり、散気領域Rの幅Dに対し、散気装置4の上方のある高さにおける気泡の分布域の幅(図7、図8に w_a として示す)の割合(w_a/D 。以下、気泡の拡散割合と称する)が、第二実施例では参考例と比較して大きくなる。

[0035] 気泡の分布域の幅について検証した実験の結果を図12に示す。図7に示す参考例と、図10に示す第二実施例に対し、それぞれ総量にして散気体4cにおける投影面積 1 m^2 あたり 10 N/m^3 または 40 N/m^3 の空気Aを供給し、各散気装置4からの高さ方向の距離(水深距離)における気泡の拡散割合 w_a/D を測定した。

[0036] 気泡の拡散割合は、各条件において参考例よりも第二実施例の方が大きい値を示した。特に、散気装置4から $200\sim 400\text{ mm}$ 以内の高さでは、気泡の拡散割合は参考例においては 1.0 より小さくなった(すなわち、散気装置4から放出された気泡が、水Wの動きにより、散気領域Rの幅Dよりも狭い領域に寄せ集められた)が、第二実施例においてはこのような現象は観察されず、測定したいずれの高さにおいても、気泡の分布域の幅 w_a は散気領域の幅Dよりも広くなっていた。

[0037] 図13～図15は、参考例および本発明の実施例に関し、槽1内における水Wの流速ベクトルの分布、気泡の濃度分布、水Wの水平流速をそれぞれシミュレートした結果を示している。尚、図13～図15に示すシミュレーションでは、参考例（図6参照）および第一実施例（図3参照）に加え、本発明の第二実施例の散気装置4（図10参照）に関しても検証を行った。

[0038] また、以下のシミュレーションでは、図20に示す従来例の散気装置2と形状の類似する散気装置5に関しても検証を行い、各実施例と比較した。この別の参考例による散気装置5は、円筒形をなして水平方向に沿って伸びる中心体と、該中心体の円周面を覆うように設けられた膜状の散気体を備えており、該散気体の両側面に散気孔を備えている。そして、中心体と散気体の間に空気を送り込み、両側面の散気孔から外部へ放出するようになっている。散気体および中心体を含む円筒形の散気装置5の直径は、送気の停止状態において66mmであり、中心体の円筒面に沿って両側面に配置された散気領域の幅（円周方向の寸法）は、それぞれ60mm（合計120mm）である。

[0039] シミュレーションの条件は、以下の通りに設定した。槽1は、内壁の幅および奥行きがそれぞれ1.4mであり、水深も1.4mである。各散気装置の長手方向の寸法（図3中の長さLに相当）は1.2mであり、槽1の底面から0.1mの高さに、長手方向が奥行き方向に沿うように配置される。各散気装置の設置台数は、参考例および別の参考例において1台、第一および第二実施例において2台である。すなわち、槽1の底面積あたりの散気領域の面積の合計が、各参考例および各実施例において同じになるよう設定した。送風量は、 $40\text{Nm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{hr})$ とした。

[0040] 図13は、参考例および各実施例の散気装置4を設置した槽1内における水Wの流速ベクトルの分布をシミュレートした結果を簡略化して示す図である。（A）に示す参考例と比較して、（B）、（C）に示す各実施例では各散気装置4の上方における水Wの上昇速度が遅くなっている。これは、上述の如き気泡の上昇速度の大小を反映していると考えられる。

[0041] また、(D)は別の参考例による散気装置5の作動時における水Wの流速ベクトルを示している。散気装置5の場合、両側面に配されている散気孔を備えた各領域(各実施例および参考例における散気領域Rに相当)の幅(円周方向における寸法)は上記第一および第二実施例の散気装置4と等しく、参考例より小さくなっているものの、散気装置5から上方へ向かう水Wの流速ベクトルは非常に大きくなっており、(A)に示す参考例の場合よりも尚大きい。これは、本体の側面に設けられた散気孔からそれぞれ放出された気泡が、前記側面に沿って上昇する間に互いに会合し、これによって浮力が増大するためと考えられる。つまり、この別の参考例の散気装置2の場合、上記第一および第二実施例は勿論のこと、参考例の散気装置4と比較しても水W中に放出された気泡が大きくなってしまふ。結果として、酸素溶解効率は参考例や各実施例と比較して大きく劣ると考えられる。

[0042] 図14は槽1内における気泡の濃度分布を示している。(A)に示す参考例では、散気装置4の直近における気泡の濃度が非常に高く、また、気泡の濃度が比較的高い領域が水面付近にまで広く分布している。このように気泡の濃度が高い領域においては、気泡同士の会合の機会が多いと考えられるが、(B)、(C)に示す各実施例では、気泡の濃度が高い領域の分布が(A)に示す参考例よりは狭くなっている。(D)に示す別の参考例の場合、気泡の濃度が高い領域が本体の左右側面から上方に向けて長く伸びており、ここで気泡の会合が多く生じていると考えられる。

[0043] 図15は槽1内における水Wの水平方向の流速の分布を示している。(A)に示す参考例では、散気装置4の直近を中心として水平方向の流速の速い領域が広がっており、これが図12あるいは図14(A)に示したような気泡の分布域の幅の狭小化を招いていると考えられるが、(B)、(C)に示す各実施例では、水平方向の流速が速い領域が(A)に示す参考例よりは狭くなっている。(D)に示す別の参考例では、水平方向の流速が早い領域は(A)に示す参考例よりさらに広い。

[0044] 以上のように、図3、図10に示す如く、水平面に沿って広がる散気領域

Rを有し、且つ散気領域Rの幅Dを小さくした各実施例では、図6に示す参考例や、別の参考例と比較して気泡の上昇速度および槽1内における水Wの流速が全体的に小さく、気泡の濃度が高い領域が狭く、且つ気泡の分布域が広がることが確認された。図11に示す如き酸素溶解効率の差は、こうした作用効果の結果として気泡径が小さくなることによるものであると考えられる。

[0045] 以上の如き作用効果により高い酸素溶解効率を得るためには、各散気装置4における散気領域Rの幅Dは10mm以上120mm未満、より好ましくは30mm以上90mm以下に設定すると良い。上に説明した作用効果は、基本的には幅Dが狭いほど有効であると考えられるが、一方で、散気体4cを保持する枠4dは構造上、ある程度の幅を確保する必要がある。このため、槽1全体として必要な散気領域Rの面積を確保しようとした場合、各散気装置4における散気領域Rの幅Dが狭すぎると、散気領域Rに比して枠4dの占める面積が大きくなり、その結果、全体として散気領域Rの面積を確保しようとするれば、槽1の底部の多くが散気装置4によって覆われてしまうことになる。散気装置4の面積の増大は、製造コストの高騰を招くほか、槽1の底面積に対する散気装置4の設置面積の割合が大きすぎると、槽1内における水Wの動きが阻害され、必要な酸素等の物質が底部まで行き渡らなくなるなどの不具合が生じるおそれがある。尚、散気体4cにあたる部分を槽1の底に敷き詰める形で配置した場合はこの限りではなく、槽1内の水を気泡により底から攪拌することになるため却って酸素溶解効率は向上すると考えられるが、そうであっても、面積の増大によるコストの高騰は好ましくない。したがって、各散気装置4における散気領域Rの幅Dは、上述の如く10mmないし30mm以上とするのが好適である。

[0046] 図16～図18は、散気領域Rの幅Dと、槽1内における水Wの流速ベクトルの分布、気泡の濃度分布、水Wの水平流速との関係について、散気領域の幅と散気装置の配置数をさらに変更してシミュレーションを行った結果である。各図の(A)は散気領域Rの幅Dを120mmに設定した散気装置4

(上記参考例に相当)を設置した場合を、(B)は幅Dを90mmに設定した散気装置4を設置した場合を、(C)は幅Dを60mmに設定した散気装置4(上記第一実施例に相当)を設置した場合を、それぞれ示している。槽1における各散気装置4の設置台数は、各図(A)においては3台、(B)においては4台、(C)においては6台とし、槽1の底面積あたりの散気領域の面積の合計が同じとなるよう設定した。

[0047] 図16は槽1内における水Wの流速ベクトルの分布を示しており、(A)に示す場合(幅D=120mm)と比較して、(B)、(C)に示す場合(幅D=90mm、60mm)では各散気装置4の上方における水Wの上昇速度が遅くなっている。図17は槽1内における気泡の濃度分布を示しており、(A)では散気装置4の直近における気泡の濃度が非常に高くなっているのに対し、(B)、(C)では気泡の濃度が高い領域の分布が(A)に示す参考例よりは狭くなっている。図18は槽1内における水Wの水平方向の流速の分布を示しており、水平方向の流速の速い領域が(A)では散気装置4を中心として大きく広がっているが、(B)、(C)では狭くなっている。このように、散気領域Rの幅Dを120mm未満に設定することで、気泡の上昇速度および槽1内における水Wの流速を小さくし、気泡の濃度が高い領域を狭くし、且つ気泡の分布域を広くし、その結果として、気泡径を小さくし、酸素溶解効率を高めることができる。

[0048] 以上のように、上記各実施例の散気装置4は、水Wを貯留する槽1内に水平方向に沿って設けられる底パネル4bと、底パネル4bの上側を覆うように設置された散気体4cと、散気体4cを貫通するように設けられた散気孔4eを備え、底パネル4bと散気体4cの間に送り込まれた気体(空気)Aを散気孔4eを通して水W中に放出するよう構成され、散気体4cにおける散気孔4eを設けられた散気領域Rの幅Dを10mm以上120mm未満としている。このようにすると、気泡の上昇速度および槽1内における水Wの流速を小さくし、気泡の濃度が高い領域を狭くし、且つ気泡の分布域を広くし、その結果として、気泡径を小さくし、気体A中の特定成分(酸素)の水

Wへの溶解効率を高めることができる。

[0049] 散気装置4において、散気孔4 eは、散気体4 cにおける幅方向の全域にわたって設けられた構成とすることができる。

[0050] 散気装置4において、散気孔4 eは、散気体4 cにおける幅方向に関して一部の領域に設けられた構成とすることもできる。

[0051] したがって、上記本実施例によれば、水に対し効率よく気体を供給し得る。

[0052] 尚、本発明の散気装置は、上述の実施例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

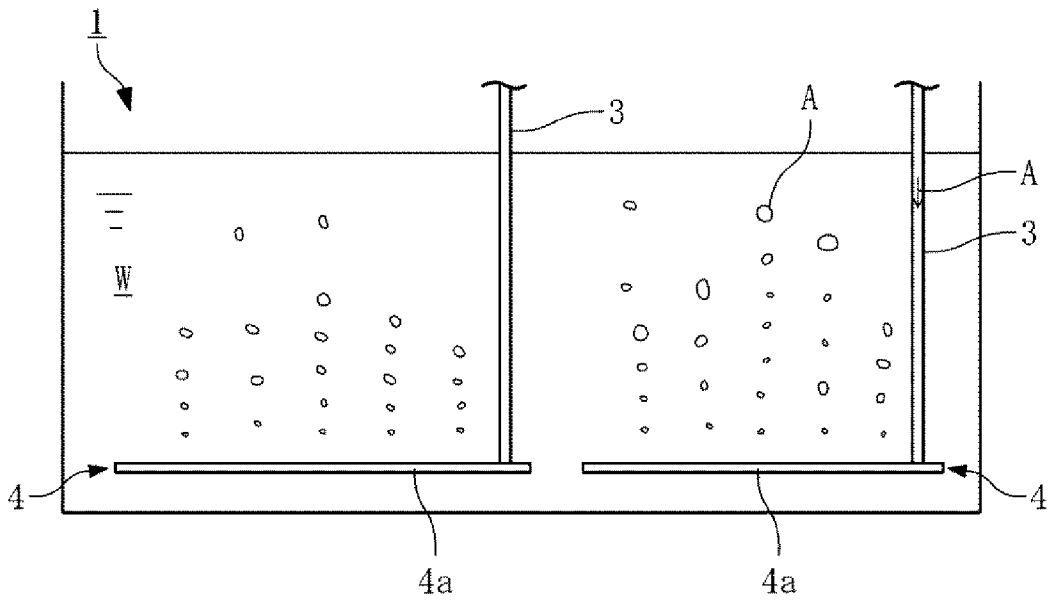
符号の説明

- [0053]
- | | |
|-----|--------|
| 1 | 槽 |
| 4 | 散気装置 |
| 4 b | 底パネル |
| 4 c | 散気体 |
| 4 e | 散気孔 |
| A | 気体（空気） |
| D | 幅 |
| R | 散気領域 |
| W | 水 |

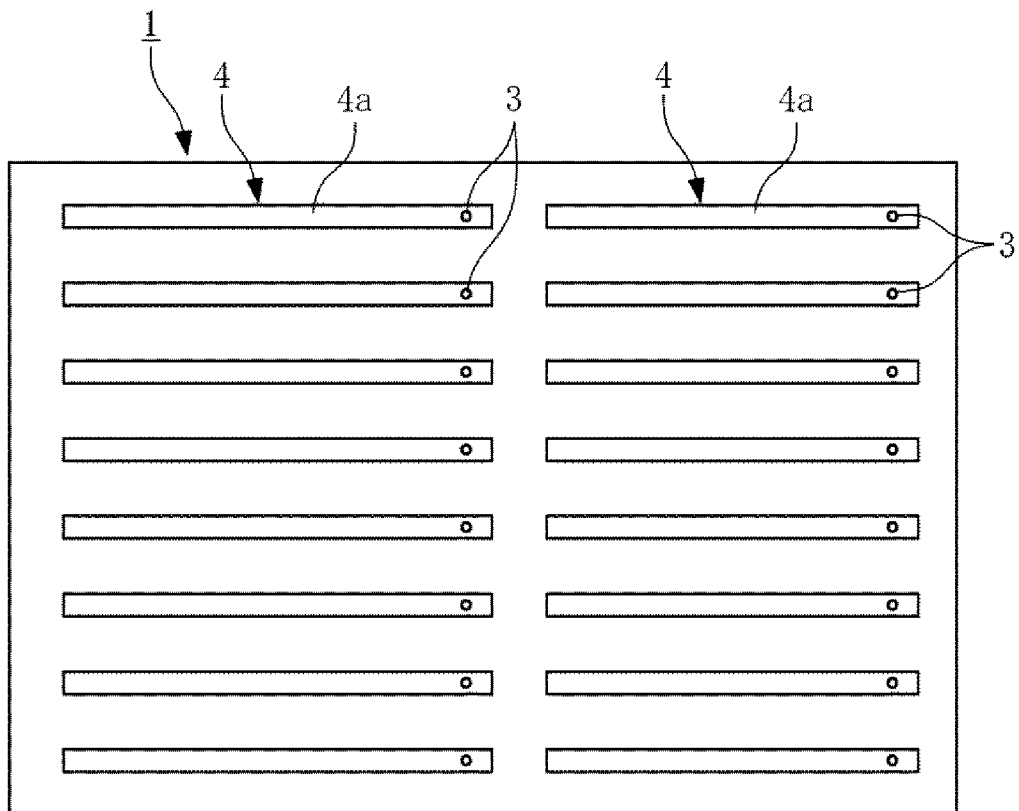
請求の範囲

- [請求項1] 水を貯留する槽内に水平方向に沿って設けられる底パネルと、前記底パネルの上側を覆うように設置された散気体と、前記散気体を貫通するように設けられた散気孔を備え、前記底パネルと前記散気体の間に送り込まれた気体を前記散気孔を通して水中に放出するよう構成され、前記散気体における前記散気孔を設けられた散気領域の幅は10mm以上120mm未満であることを特徴とする散気装置。
- [請求項2] 前記散気孔は、前記散気体における幅方向の全域にわたって設けられていることを特徴とする請求項1に記載の散気装置。
- [請求項3] 前記散気孔は、前記散気体における幅方向に関して一部の領域に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の散気装置。

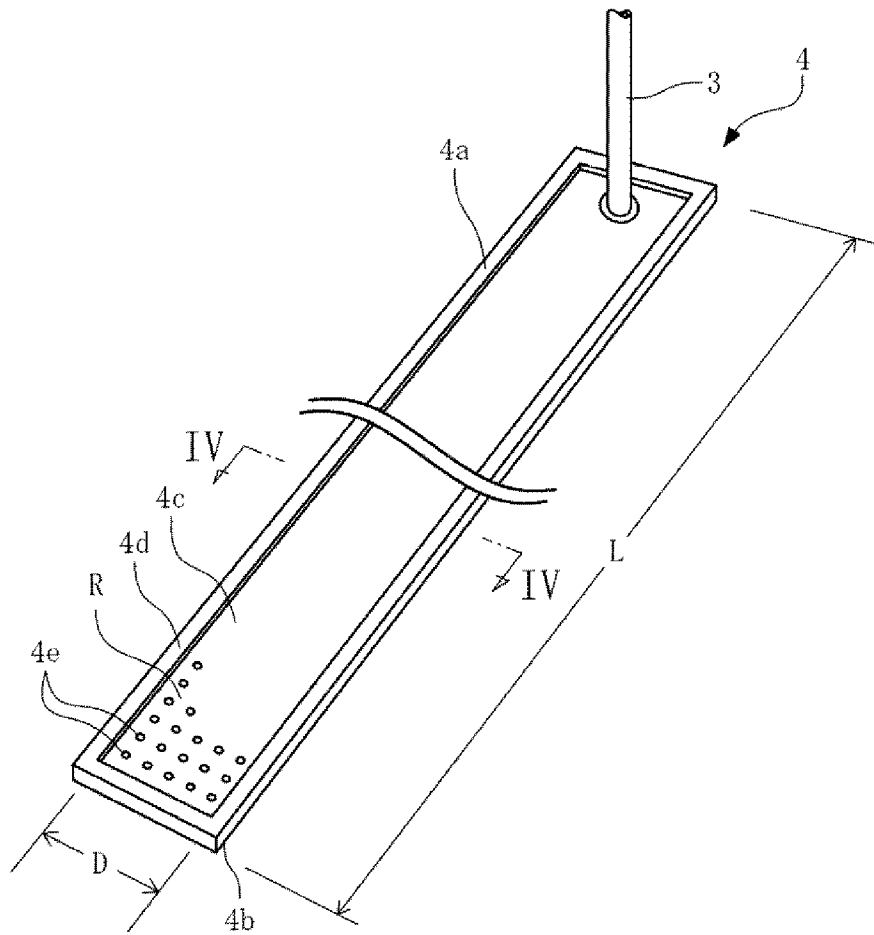
[図1]



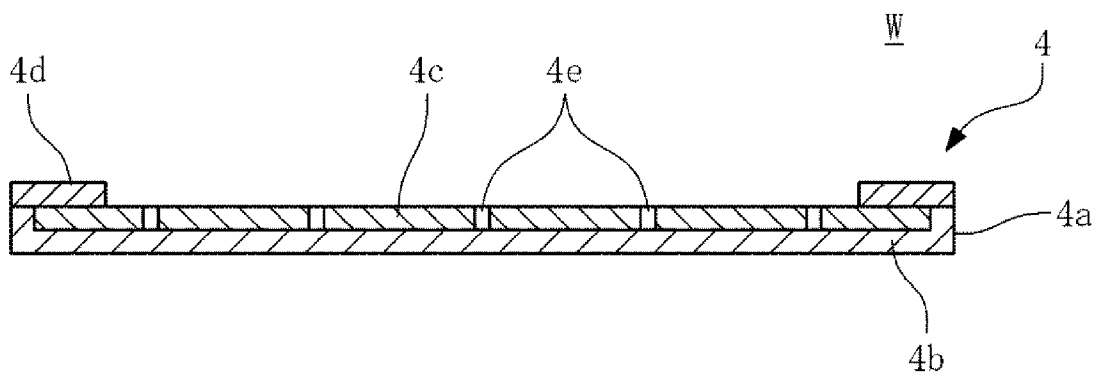
[図2]



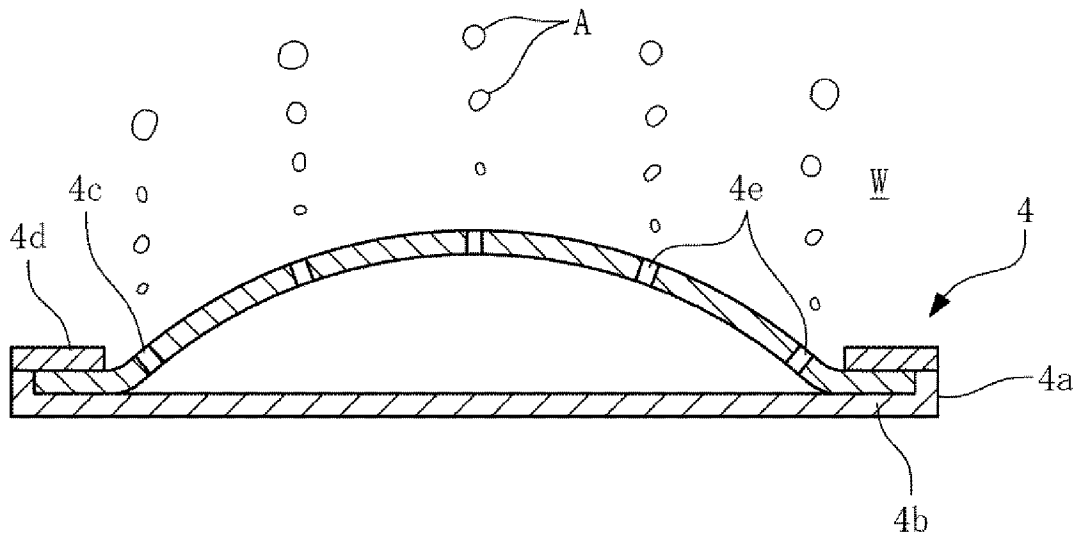
[図3]



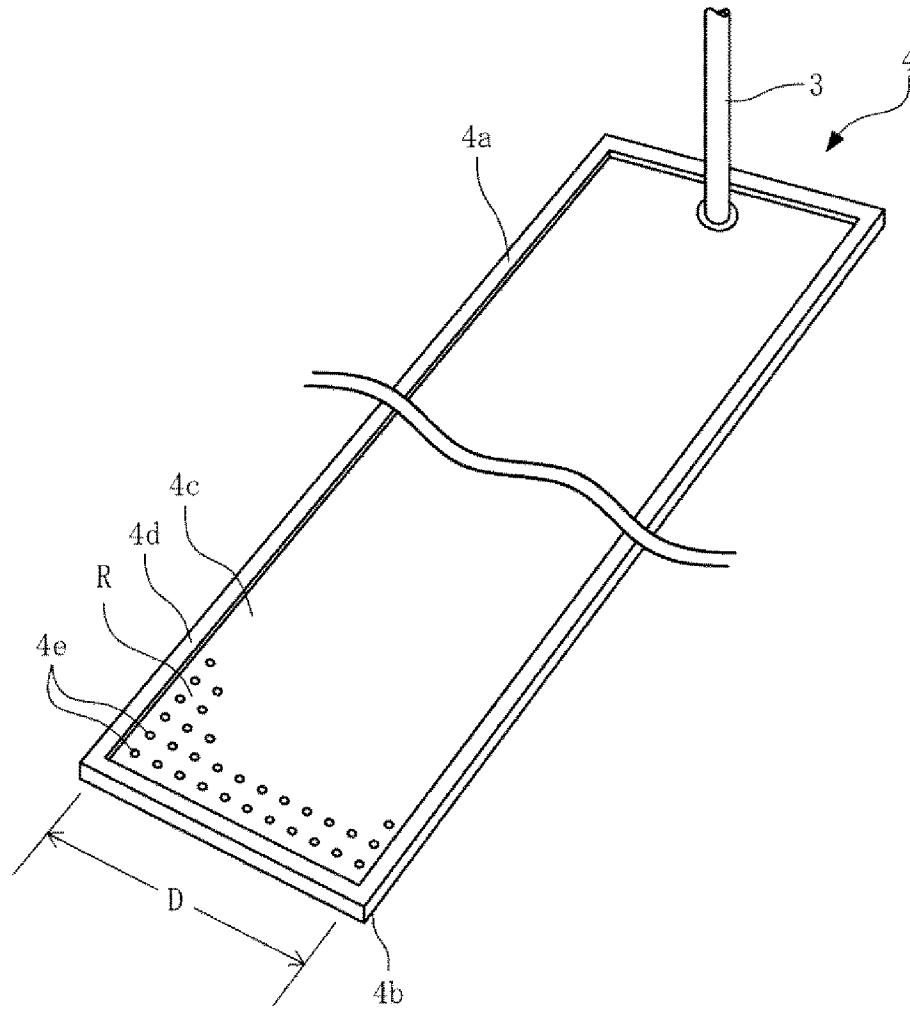
[図4]



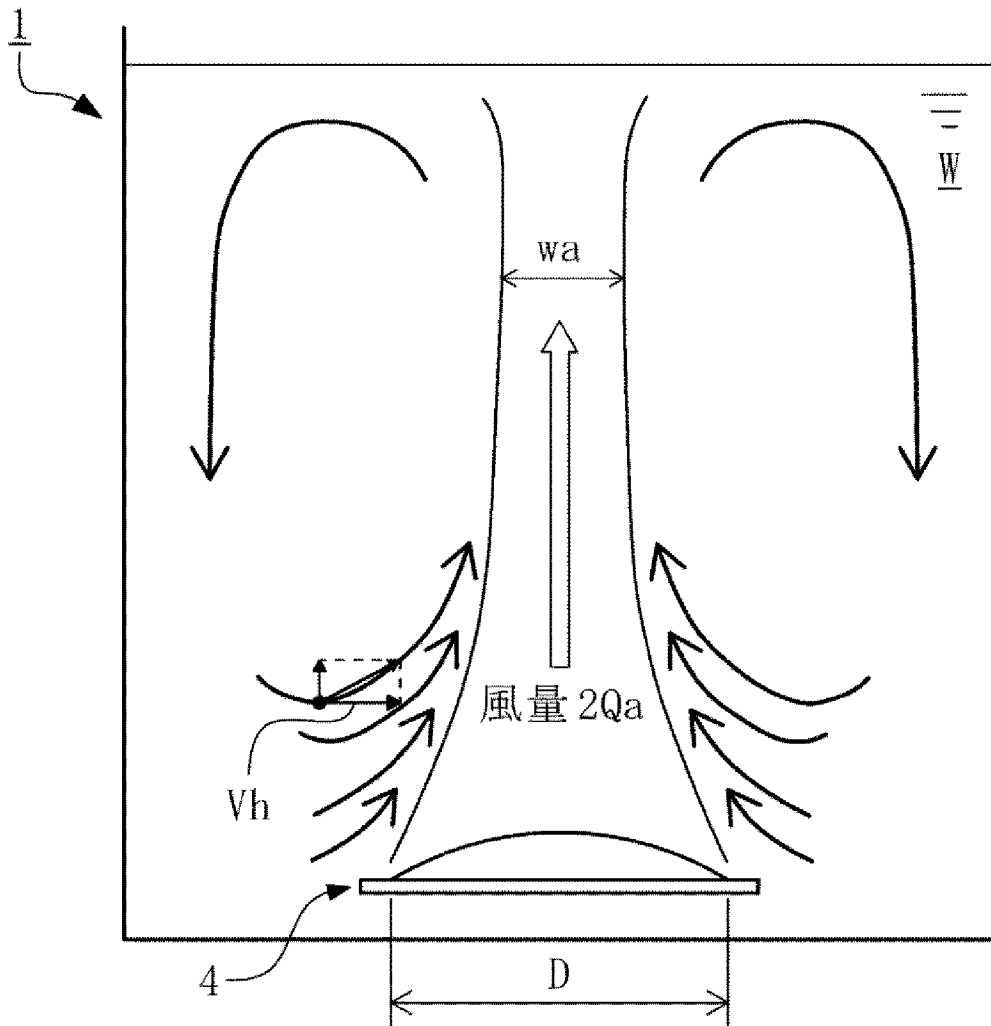
[図5]



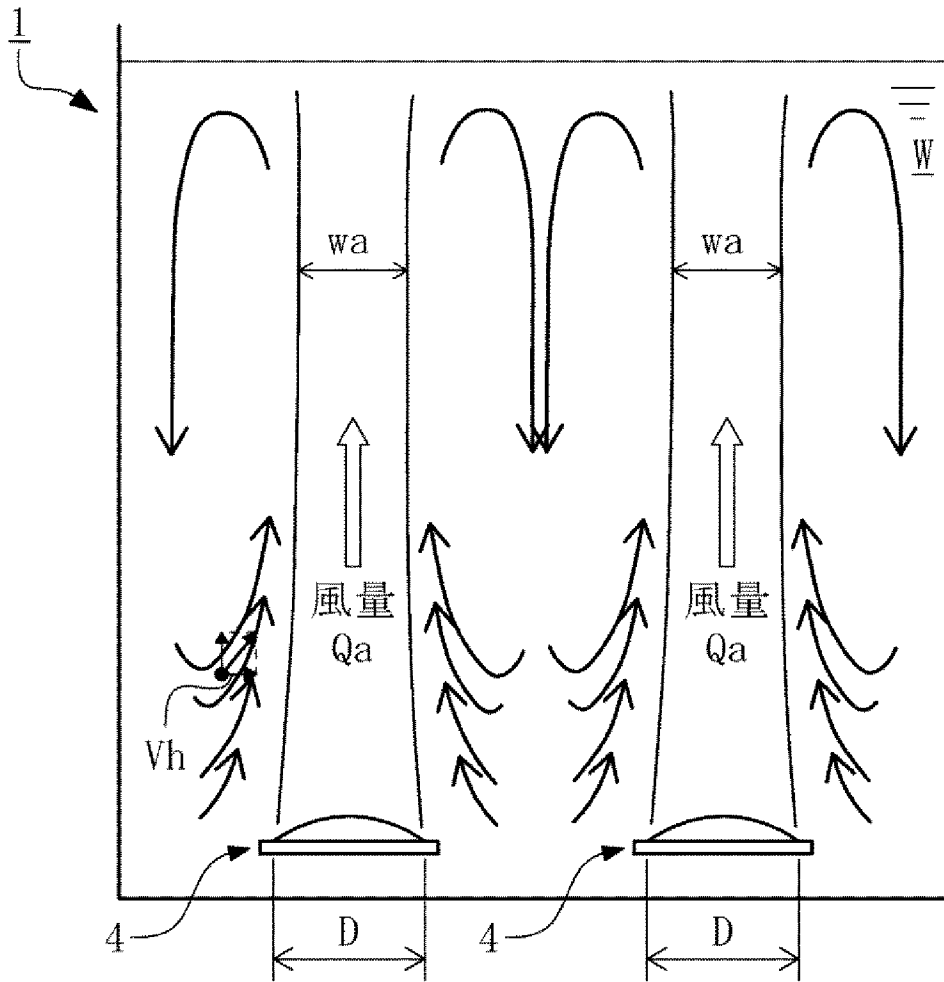
[図6]



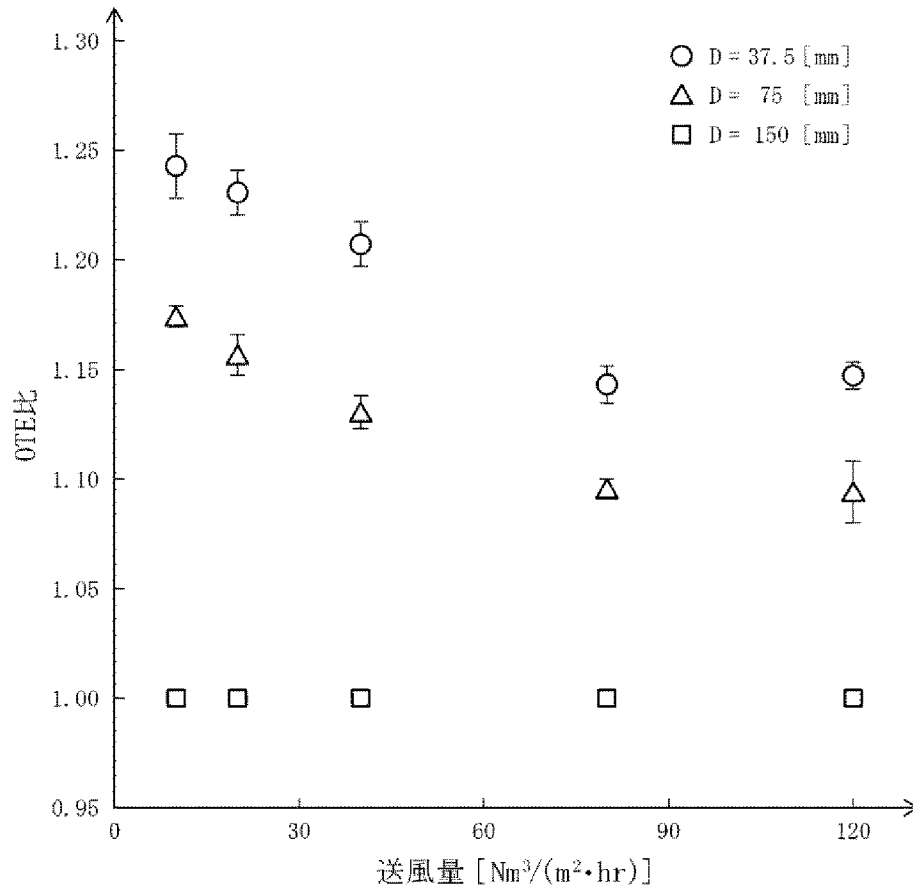
[図7]



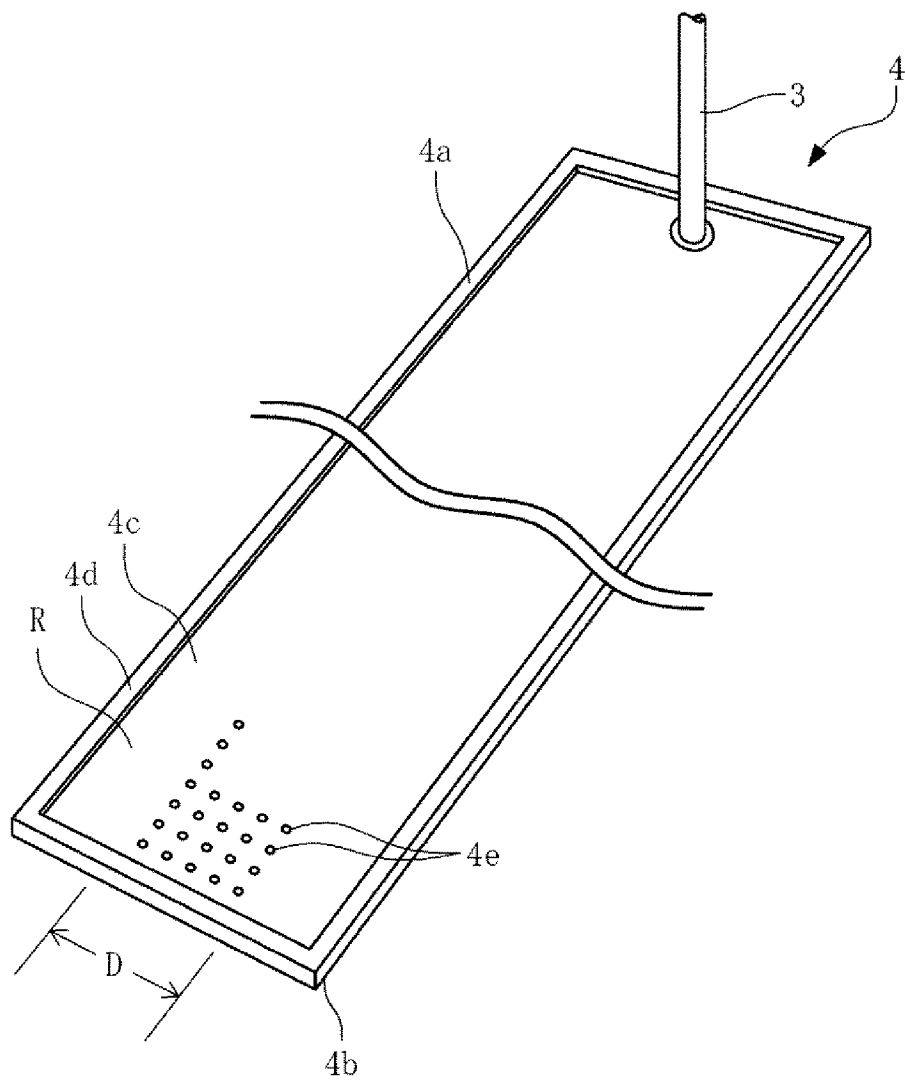
[図8]



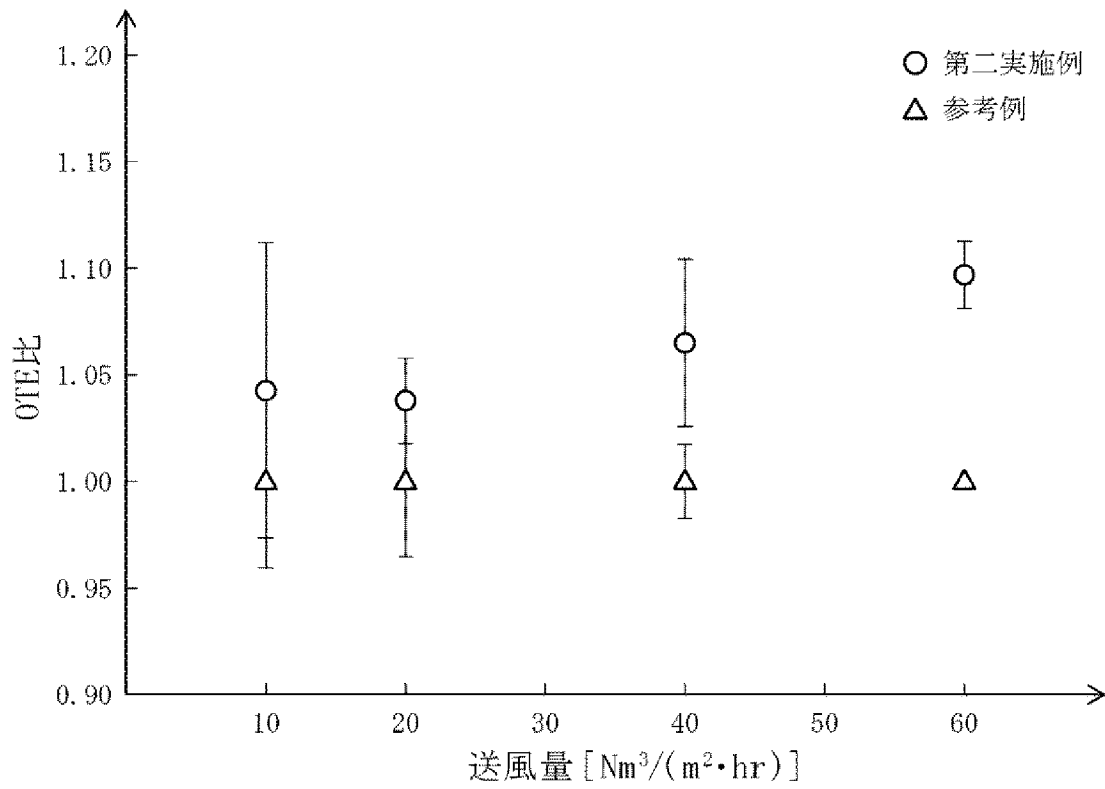
[図9]



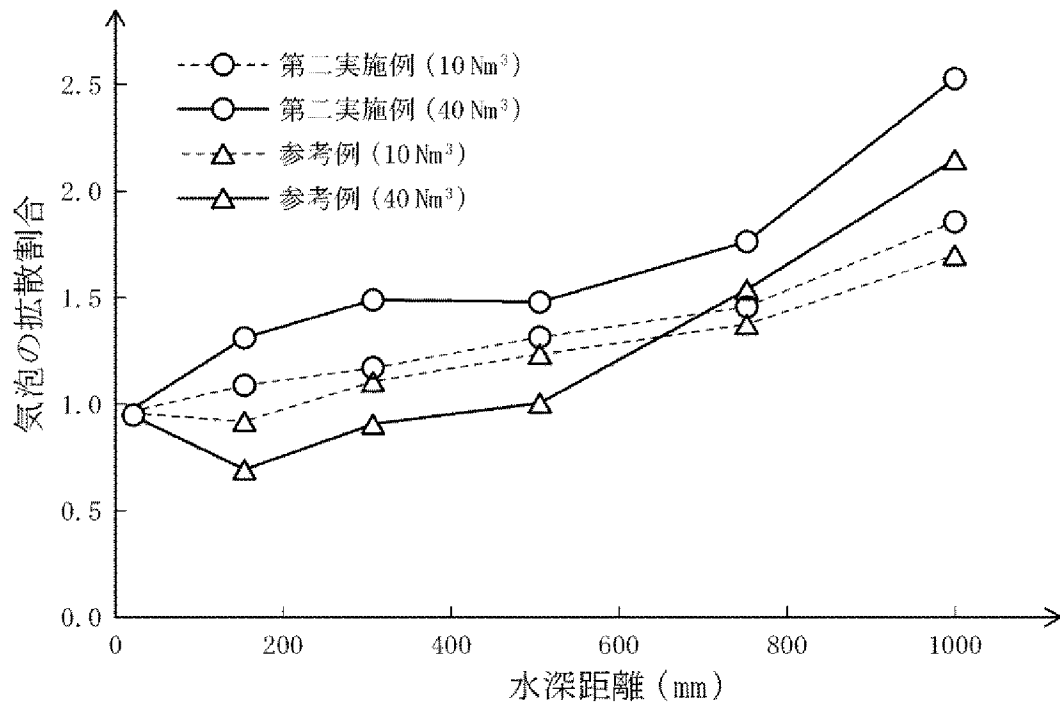
[図10]



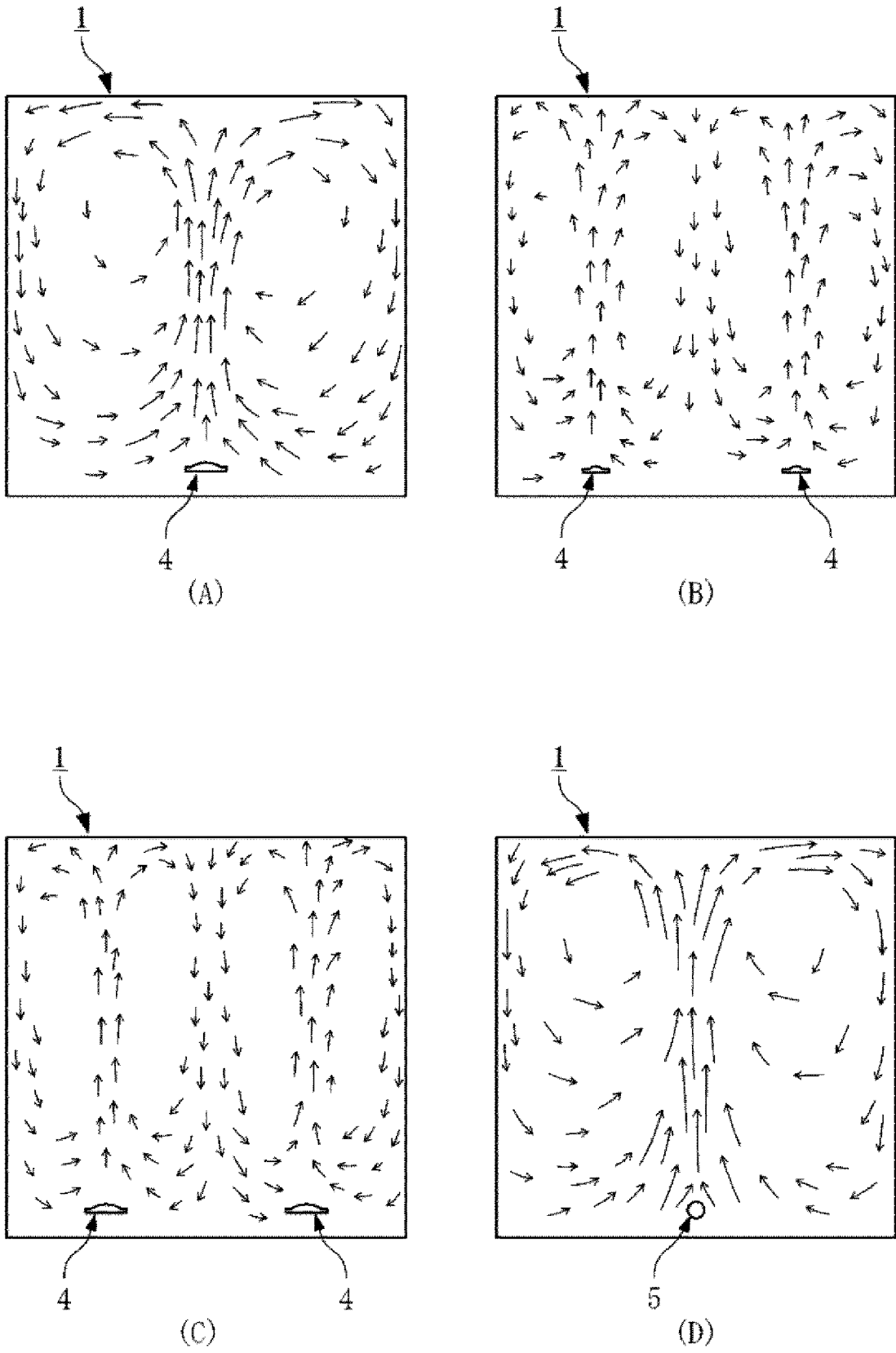
[図11]



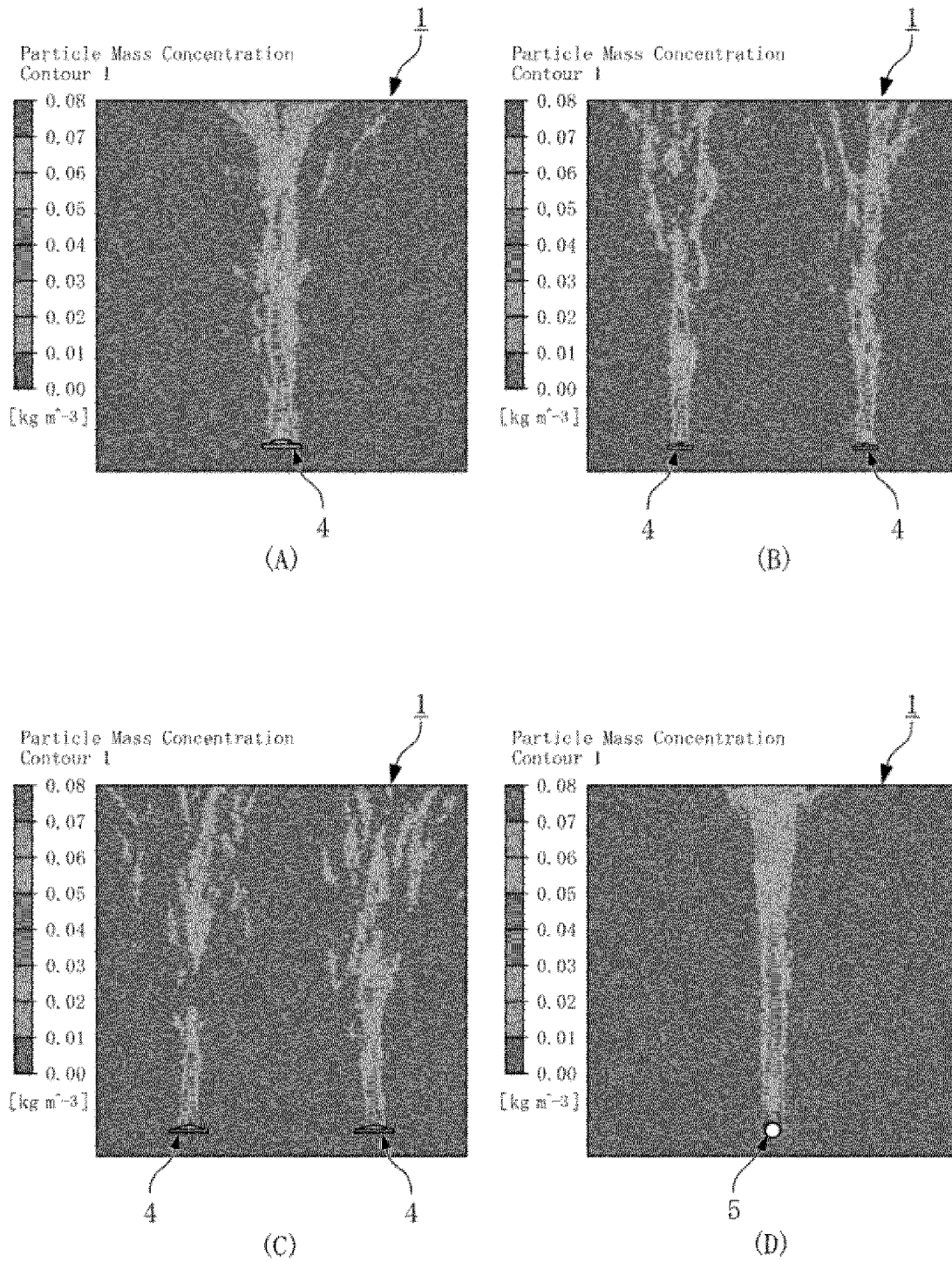
[図12]



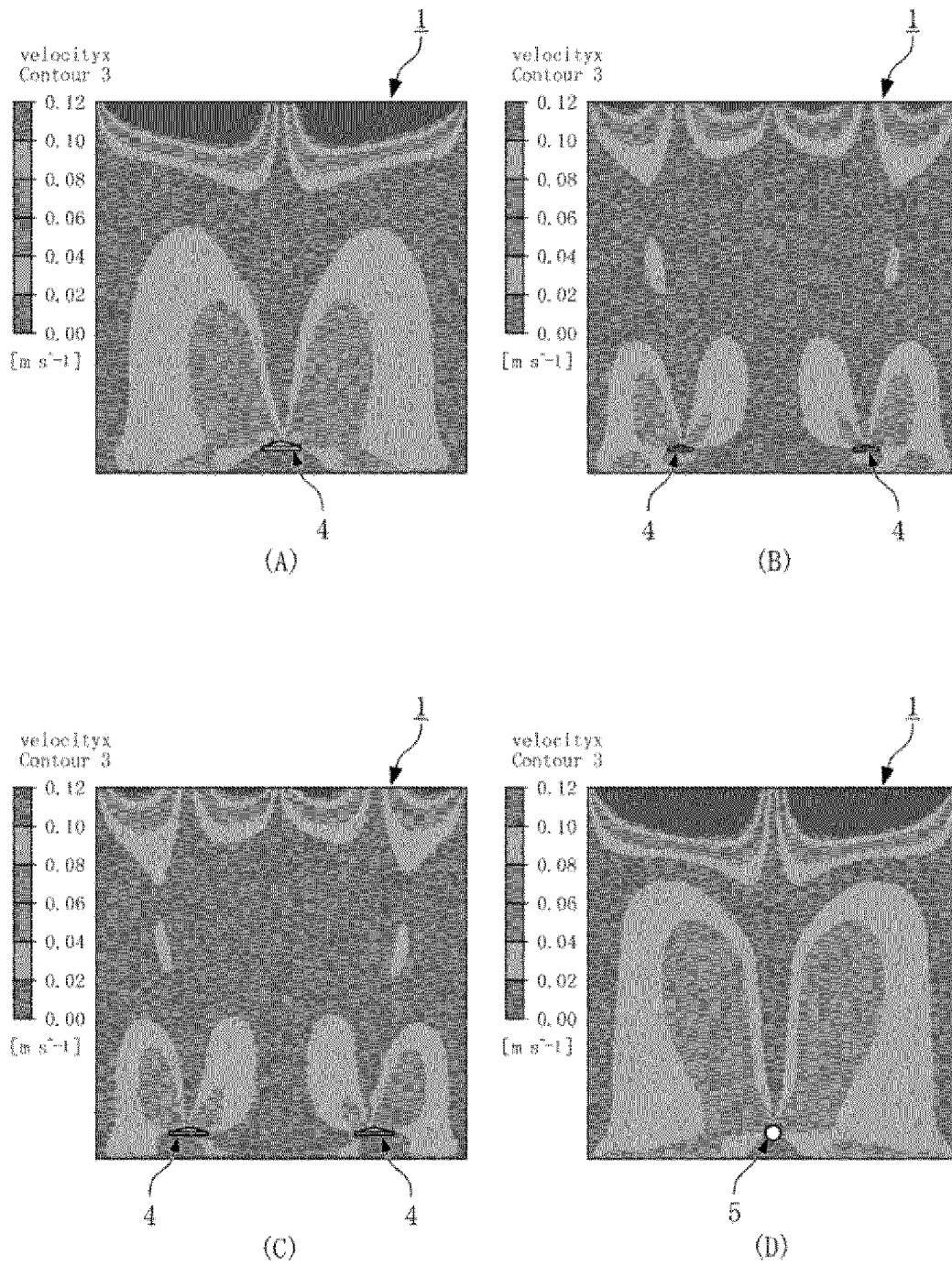
[図13]



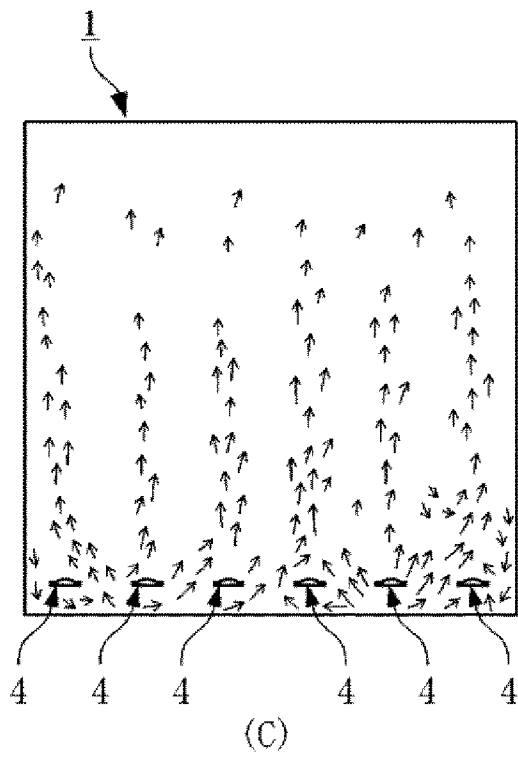
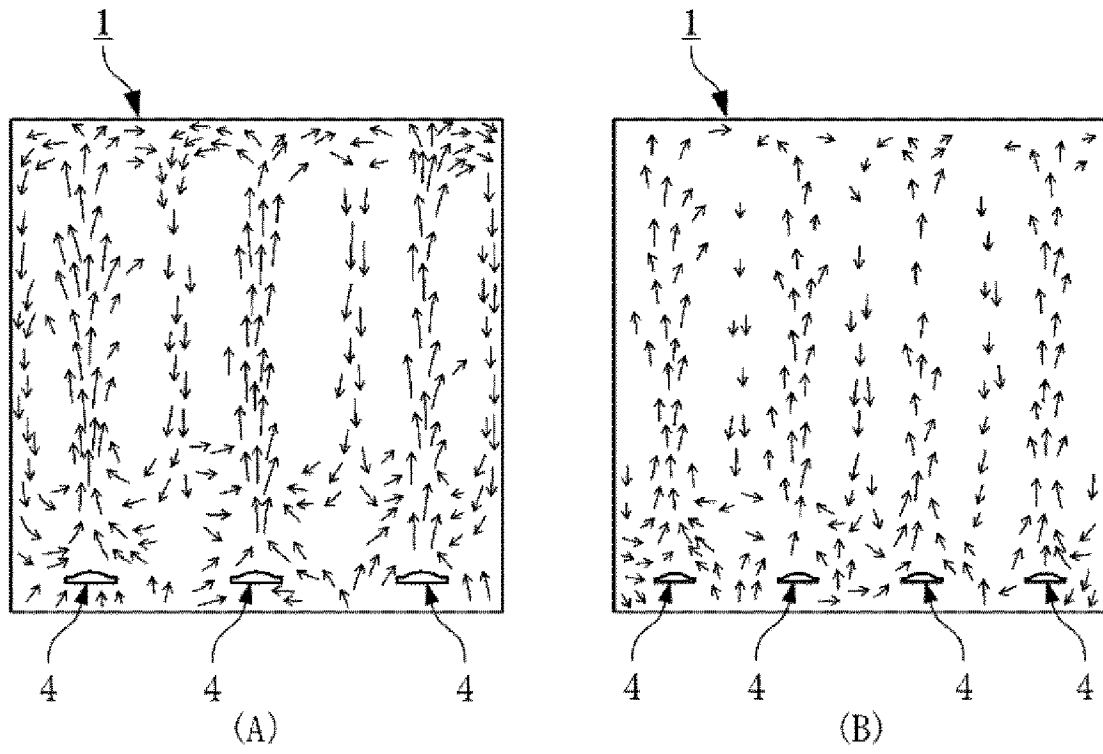
[図14]



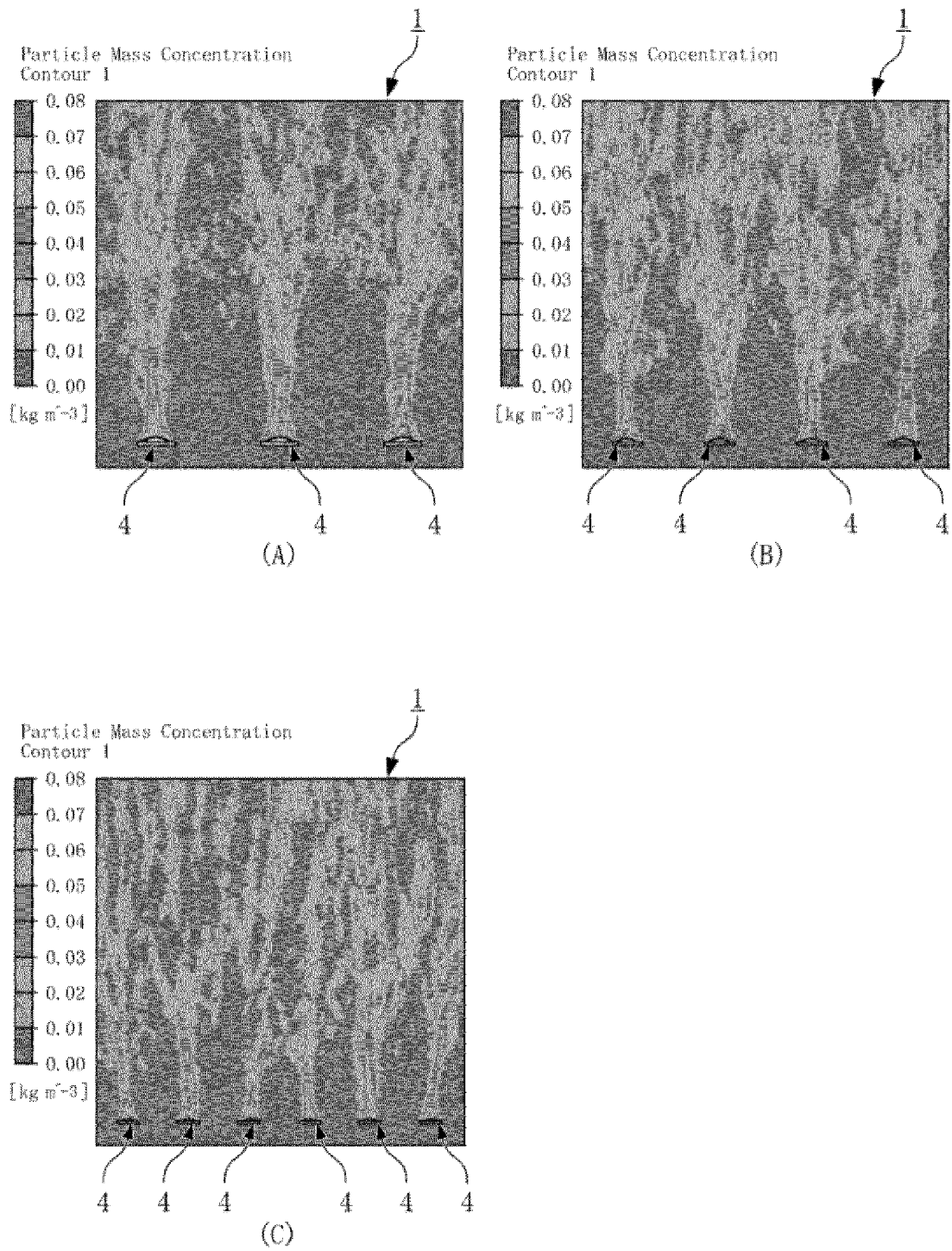
[図15]



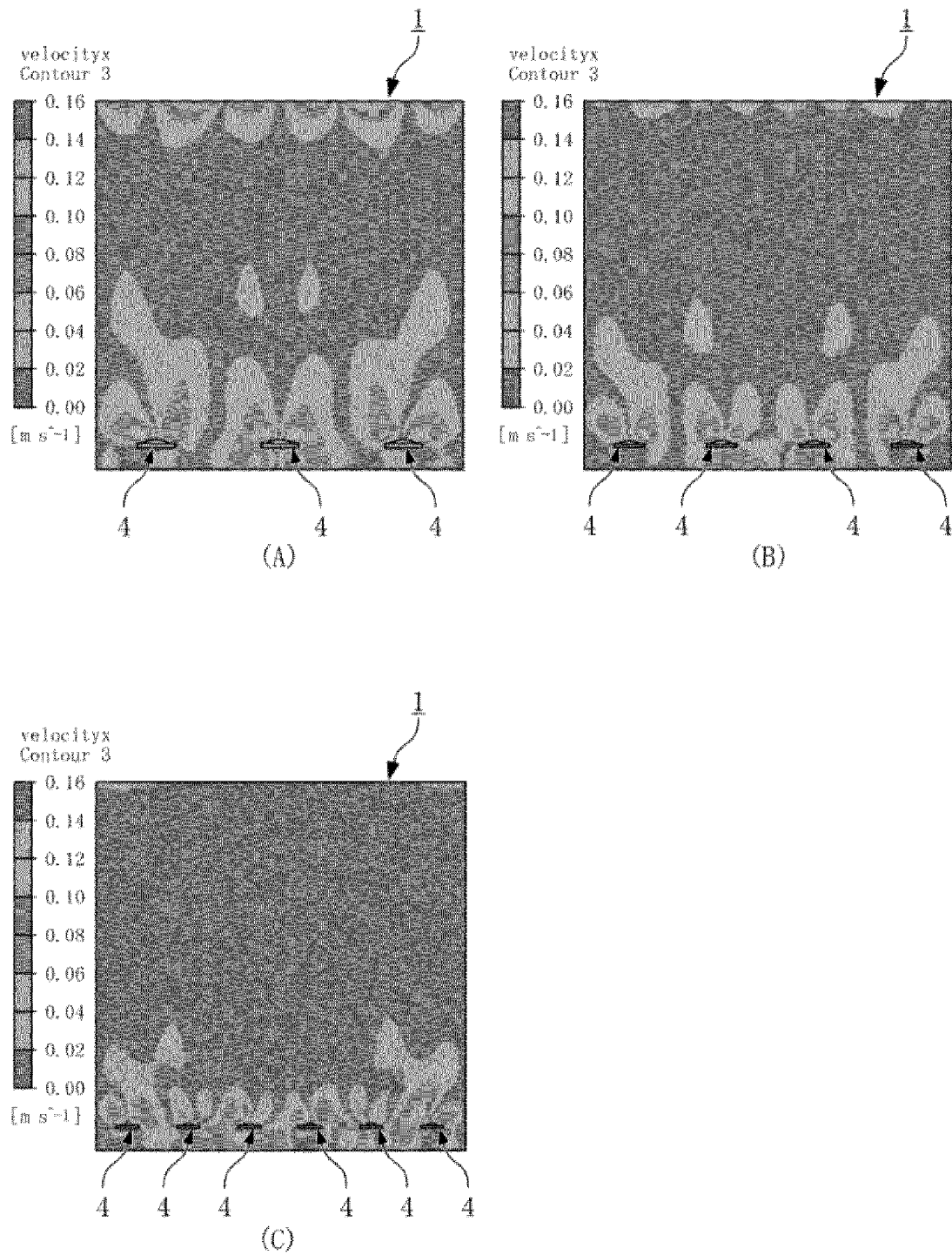
[図16]



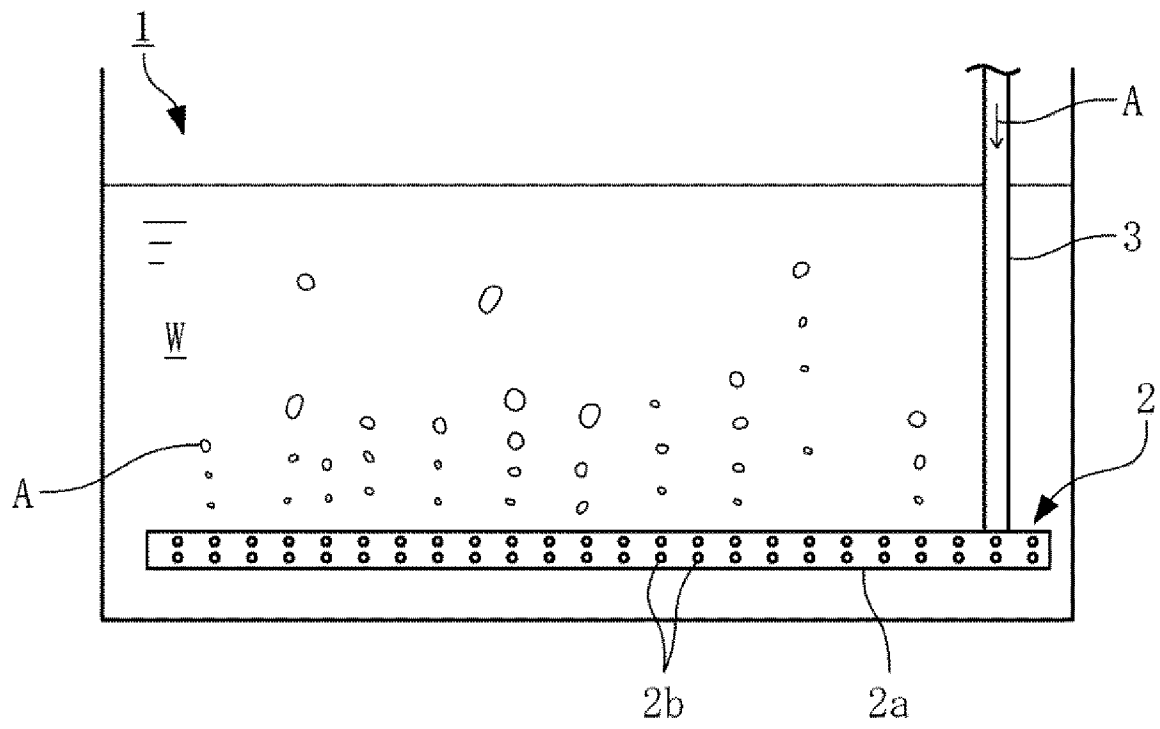
[図17]



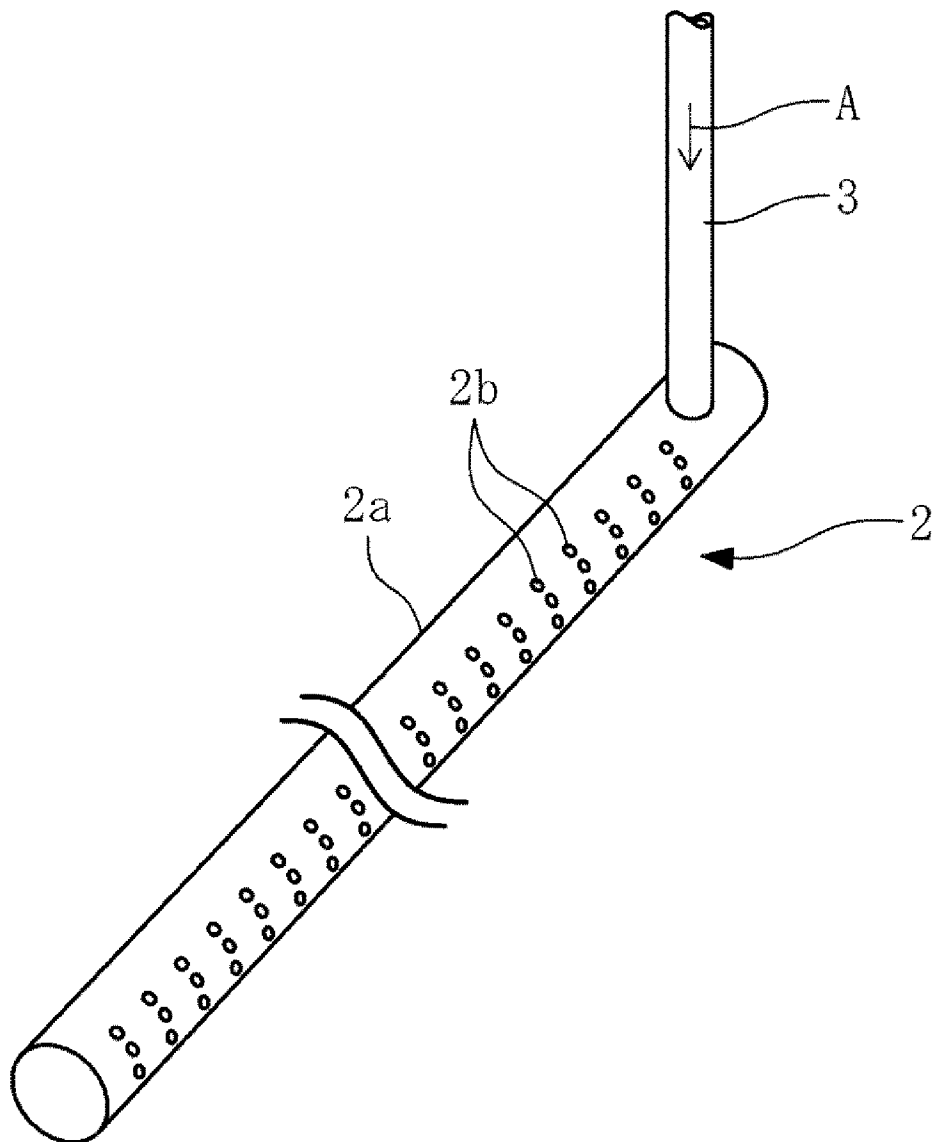
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/036138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B01F3/04(2006.01) i, B01F5/06(2006.01) i, C02F3/20(2006.01) i
 FI: C02F3/20D, B01F3/04A, B01F5/06

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)

Int.Cl. B01F3/04, B01F5/06, C02F3/20

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X Y	JP 2016-198700 A (NITTO DENKO CORPORATION) 01 December 2016 (2016-12-01), paragraph [0033]	1-2 3
X Y	JP 2016-002499 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES ENVIRONMENT CO., LTD.) 12 January 2016 (2016-01- 12), claim 3, paragraph [0039]	1-2 3
X Y	JP 2011-230068 A (AEL KK) 17 November 2011 (2011- 11-17), paragraphs [0032], [0038]	1-2 3
X Y	JP 2003-024974 A (NGK INSULATORS LTD.) 28 January 2003 (2003-01-28), claim 1, paragraphs [0008], [0013]	1-3 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
 13 October 2020

Date of mailing of the international search report
 27 October 2020

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/036138

JP 2016-198700 A	01 December 2016	(Family: none)
JP 2016-002499 A	12 January 2016	(Family: none)
JP 2011-230068 A	17 November 2011	(Family: none)
JP 2003-024974 A	28 January 2003	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01F 3/04(2006.01)i; B01F 5/06(2006.01)i; C02F 3/20(2006.01)i FI: C02F3/20 D; B01F3/04 A; B01F5/06		
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）） B01F3/04; B01F5/06; C02F3/20 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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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 請求項の番号
X	JP 2016-198700 A（日東電工株式会社）01.12.2016（2016 - 12 - 01） [0033]	1-2
Y		3
X	JP 2016-002499 A（住友重機械エンパイロメント株式会社）12.01.2016（2016 - 01 - 12） 請求項3, [0039]	1-2
Y		3
X	JP 2011-230068 A（有限会社エール）17.11.2011（2011 - 11 - 17） [0032], [0038]	1-2
Y		3
X	JP 2003-024974 A（日本碍子株式会社）28.01.2003（2003 - 01 - 28） 請求項1, [0008], [0013]	1-3
Y		3
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 13.10.2020	国際調査報告の発送日 27.10.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 松井 一泰 4D 5805 電話番号 03-3581-1101 内線 3421	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/036138

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-198700 A	01.12.2016	(ファミリーなし)	
JP 2016-002499 A	12.01.2016	(ファミリーなし)	
JP 2011-230068 A	17.11.2011	(ファミリーなし)	
JP 2003-024974 A	28.01.2003	(ファミリーなし)	