

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第6792254号
(P6792254)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月10日(2020.11.10)

| | | | | | |
|--------------|-------------|------------------|------|------|---|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | |
| BO1F | 3/04 | (2006.01) | BO1F | 3/04 | Z |
| BO1F | 5/00 | (2006.01) | BO1F | 3/04 | A |
| | | | BO1F | 5/00 | G |

請求項の数 5 (全 11 頁)

| | | | |
|-----------|----------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2020-18434 (P2020-18434) | (73) 特許権者 | 500561274 |
| (22) 出願日 | 令和2年2月6日(2020.2.6) | | アキモク鉄工株式会社 |
| 審査請求日 | 令和2年3月4日(2020.3.4) | | 秋田県能代市扇田字柑子畑1番地29 |
| 早期審査対象出願 | | (73) 特許権者 | 504409543 |
| | | | 国立大学法人秋田大学 |
| | | | 秋田県秋田市手形学園町1番1号 |
| | | (74) 代理人 | 100184767 |
| | | | 弁理士 佐々 健太郎 |
| | | (74) 代理人 | 100137501 |
| | | | 弁理士 佐々 百合子 |
| | | (72) 発明者 | 中川 晃 |
| | | | 秋田県能代市扇田字柑子畑1番地29 アキモク鉄工株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ファインバブル発生器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内面円筒状の側壁とその両端を閉じる閉塞壁からなり、側壁に流体導入口、一方の閉塞壁に気液吐出口を備え、流体導入口が、両閉塞壁の中間より気液吐出口寄りに、側壁の内面の接線方向に側壁を貫通するように設けられたウルトラファインバブル発生器であって、側壁の内面に、螺旋状溝が形成されたファインバブル発生器で、

螺旋状溝の傾斜角度が1～10°であるファインバブル発生器。

【請求項2】

内面円筒状の側壁とその両端を閉じる閉塞壁からなり、側壁に流体導入口、一方の閉塞壁に気液吐出口を備え、流体導入口が、両閉塞壁の中間より気液吐出口寄りに、側壁の内面の接線方向に側壁を貫通するように設けられたウルトラファインバブル発生器であって、側壁の内面に、螺旋状溝が形成されたファインバブル発生器で、

流体導入口の傾斜角度が、螺旋状溝の傾斜角度と略同一であるファインバブル発生器。

【請求項3】

気液吐出口の内壁に溝が形成された請求項1又は2のファインバブル発生器。

【請求項4】

他方の閉塞壁に気体導入口を備えた請求項1～3のいずれか1のファインバブル発生器

。

【請求項5】

請求項4のファインバブル発生器に気体と液体を供給し、ファインバブルを発生させる

ファインバブル発生システムであって、気体供給部から気体導入口を経て気体を直接供給する経路と、該気体供給部から気液混合部、ポンプを経て、気液混合状態で気体を流体導入口から供給する経路とを備え、かつ、該気体供給部と該気液混合部の間に両経路を選択的に切り換えることのできる切換え弁を備えるファインバブル発生システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はファインバブル発生器に関する。さらに詳しくは、ウルトラファインバブルを効率的に製造できるファインバブル発生器に関する。

【背景技術】

【0002】

ファインバブルは粒子径約100 μ m以下の微小気泡のことで、ファインバブルはさらに、粒子径約1～100 μ mのマイクロバブルと約1 μ m以下のウルトラファインバブルに分類される。ファインバブルは、粒子径1mm以上の通常の気泡と比べて、特異的な性質を持ち、その性質から、農業、漁業、医療、各種工業など、さまざま産業分野で活用されている。例えば、壁面の洗浄にファインバブルは利用されていて、マイクロバブルには浮上する力が働くので、壁面に付着した「柔らかい付着物」である油汚れがマイクロバブルに吸着することで壁面から油汚れを剥離できる。

さらに、粒子径約1 μ m以下のウルトラファインバブルについては、マイクロバブルの延長線上にはない効果も現れることがわかっており、さらなる気泡の微小化をターゲットとして研究が進められている。例えば、そのような効果として、ウルトラファインバブルは、個体壁と壁面に付着した汚れの界面や汚れ内部へ速やかに浸透し、付着塩のような「固い付着物」に対しても洗浄効果があることがわかっている。

【0003】

ファインバブルを製造する技術は、複数知られているが、円筒状の容器内で強い旋回流を起こして気泡を微小化する、旋回流式（特許文献1）が最も普及している。さらに、この旋回流式で、上記円筒状容器の円筒内側面に複数の環状溝を形成したり（特許文献2）、容器の内部空間の形状を工夫すれば（特許文献3）、ウルトラファインバブルを製造できることがわかっている。しかし特に後者は内部空間の形状が複雑であるという問題点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4420161号公報

【特許文献2】特開2008-272739号公報

【特許文献3】特開2010-12454号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、比較的簡単な構造でありながら、ウルトラファインバブルを効率的に製造することのできる、ファインバブル発生器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者は、上記目的を達成するために種々検討の結果、旋回流式ファインバブル発生器を基本として、ファインバブル発生器の側壁の内面に螺旋状溝を形成し、さらに流体導入口の傾斜角度と螺旋状溝の傾斜角度を揃えることで、比較的簡単な構造でありながらウルトラファインバブルを効率的に製造できることを見出し、本発明に到達した。すなわち本発明は以下のとおりである。

1. 内面円筒状の側壁とその両端を閉じる閉塞壁からなり、側壁に流体導入口、一方の閉塞壁に気液吐出口を備え、流体導入口が、両閉塞壁の中間より気液吐出口寄りに、側壁の

10

20

30

40

50

内面の接線方向に側壁を貫通するように設けられたウルトラファインバブル発生器であって、側壁の内面に、螺旋状溝が形成されたファインバブル発生器。

2. 側壁の内面の全体に螺旋状溝が形成された前記1のファインバブル発生器。

3. 螺旋状溝の傾斜角度が1～10°である前記1又は2のいずれか1のファインバブル発生器。

4. 流体導入口の傾斜角度が、螺旋状溝の傾斜角度と略同一である、前記1～3のいずれか1のファインバブル発生器。

5. 気液吐出口の内壁に溝が形成された前記1～4のいずれか1のファインバブル発生器

。

6. 他方の閉塞壁に気体導入口を備えた前記1～5のいずれか1のファインバブル発生器

。

7. 前記6のファインバブル発生器に気体と液体を供給し、ファインバブルを発生させるファインバブル発生システムであって、気体供給部から気体導入口を経て気体を直接供給する経路と、該気体供給部から気液混合部、ポンプを経て、気液混合状態で気体を流体導入口から供給する経路とを備え、かつ、該気体供給部と該気液混合部の間に両経路を選択的に切り換えることのできる切換え弁を備えるファインバブル発生システム。

【発明の効果】

【0007】

本発明のファインバブル発生器を用いれば、比較的簡単な構造のファインバブル発生器でありながら、ウルトラファインバブルを効率的に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明のファインバブル発生器の一実施例を示した。(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は(b)のd-dで切断したときの断面図である。

【図2】本発明のファインバブル発生器の一実施例を示した。(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は(b)のd-dで切断したときの断面図、(d)は気液吐出口5の拡大図である。図1とは、気液吐出口の内壁に矩形溝が歯車状に形成されている点のみ異なる。

。

【図3】本発明のファインバブル発生器の一実施例を示した。図1とは、気液吐出口5の内壁に螺旋状の溝が形成されている点のみ異なる。

【図4】本発明のファインバブル発生器の一実施例を示した。図1とは、気液吐出口5の内壁にネジ状の溝が形成されている点のみ異なる。

【図5】図1のファインバブル発生器のファインバブル発生までの流れを示した。(a)図1と同様の断面図、(b)は正面と平行な面で切断したときの断面図、(c)は螺旋状溝の拡大図である。

【図6】本発明のファインバブル発生器の製造工程を示した。

【図7】本発明のファインバブル発生システムの模式図を示した。

【図8】本発明のファインバブル発生器で微小気泡を発生させたときの微小気泡の粒子径分布を示した。

【図9】本発明のファインバブル発生器で微小気泡を発生させたとき(実験例)と、側壁の内面に螺旋状溝がなく流体導入口も傾斜していないファインバブル発生器で微小気泡を発生させたとき(比較実験例)の酸素飽和率上昇の様子を示した。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を実施例により詳細に説明するが、本発明はこの実施例に限定されない。図1～4は、本発明のファインバブル発生器の実施例である。図5は、図1のファインバブル発生器を使ったときの、微小気泡発生までの流れを示している。

本発明のファインバブル発生器は、いわゆる、巡回液流式のファインバブル発生器である。図1を参照すると、本発明のファインバブル発生器は、内面円筒状の側壁と一方の閉塞壁2、他方の閉塞壁3で囲まれた内部空間を有し、側壁の内面1の接線方向に側壁を貫

10

20

30

40

50

通するように流体導入口4が設けられ(図5b)、一方の閉塞壁2に気液吐出口5を備えている。図1をみるとさらに、他方の閉塞壁3に気体導入口6を備えているが、これはあってもなくてもよい。また、閉塞壁は必ずしも平面である必要はなく、ドーム状になっていても錘状になっていてもよい。さらに、後述するように、側壁の内面には螺旋状溝が形成されるがこの溝の傾斜に合わせて閉塞壁を傾けて、断面長方形のファインバブル発生器(図1c)を断面平行四辺形状となるようにしてもよい。

本発明のファインバブル発生器は、内面円筒状の側壁をもつので側壁の内面は円筒状であるが、側壁外部は必ずしも円筒状である必要はない。例えば側壁の内面は円筒状で、側壁外部は多角柱状、特に四角柱状としてもよい。四角柱状とすれば製造時の加工が容易になる。

10

本発明のファインバブル発生器の側壁の流体導入口4は、側壁の内面1の接線方向に側壁を貫通するように設けられている(図5b)。接線方向に気液混合体あるいは液体を圧入することで、強い旋回流を生じさせることができる。流体導入口4の位置は両閉塞壁の中間より気液吐出口5寄りに設けられている。

気液混合体は、流体導入口4から側壁に内面1の接線方向に圧入されて高速で回転し(図5b)、その結果、気泡の微小化が促進され、気液吐出口5から、ウルトラファインバブルを含む液体が放出される。気体導入口6があるときは、気体導入口から気体を導入し、かつ、流体導入口から液体を圧入してもよい。使用する気体と液体は、空気-水系、酸素-水系などである。

なお、図2~4のファインバブル発生器は、図1と気液吐出口5の内壁の構造のみが異なる。

20

【0010】

本発明のファインバブル発生器の側壁の内面1には、螺旋状溝7が形成されている(例えば、図1c)。螺旋状溝を形成することで、旋回流との間に剪断が生じて、気泡を微小化することができる。螺旋状溝は側壁の内面1の一部に形成されていてもよいが、全体に形成されているとより好ましい。螺旋状溝7の傾斜角度は、1~10°であればより好ましく(図1c参照)、1~5°であればさらに好ましい。1~10°とすれば、圧入された気液混合体や液体の旋回能力が維持されやすい。螺旋状溝7の形状、深さに特に制限はないが、たとえば形状は、断面二等辺三角形や正三角形(図5c)とすることができる。

【0011】

30

側壁に設けられた流体導入口4の傾斜角は、螺旋状溝7の傾斜角と同一であれば、より好ましい(例えば、図1は両者の傾斜角(矢印で挟まれている角度)が同一である)。流体導入口4の傾斜角と螺旋状溝7の傾斜角が同一であれば、流体の流れが乱れにくくなり、流体の旋回能力が損なわれにくくなると考えられるからである。

また流体の流れる方向と螺旋状溝の傾斜角がより揃いやすくなるように、流体導入口4へ続く、流体導入口4と、略同一の方向へ延び、略同一の内径を持つ中空状の、流体導入路8を設ければより好ましい。流体が流体導入路8の中を通り抜けることで、流体の流れを方向付けることができる。

なお、螺旋状溝7、流体導入口4、流体導入路8の傾斜角は、厳密に同一であることを求めるものではなく、流体の流れが乱れない程度、例えば±0.5°以内であれば、多少ずれることは許容される。

40

また、螺旋状溝7の傾斜角には、例えば同じ5°でも、左手巻きと右手巻きの2つがあるが、流体導入口4の傾斜角と流体導入口4が設けられている側の側壁の内面1の溝の傾斜角が揃う方の螺旋の巻き方向であればより好ましい(図1は左手巻きであるが、そのような巻き方向である。また、仮に、図1bで左上面でなく右上面に流体導入口4が設けられているときは右手巻きがそのような巻き方向である)。実際に、粒子径がごく小さいために浮上しにくいとされるウルトラファインバブルの発生量の多少は溶存酸素量を測定することである程度推定できるが、そのような螺旋の巻き方向の方が、溶存酸素量上昇効果が高いという結果(データ省略)が得られており、ウルトラファインバブルを効率よく製造できると推定される。

50

【 0 0 1 2 】

気液吐出口 5 は一方の閉塞壁 2 を貫通しているが、その貫通孔の内壁に溝が形成されているとより好ましい。ファインバブルが気液吐出口から放出される際に、この溝により剪断力が強く働き、気泡の微小化をさらに進めることができる。

溝の形状に制限はないが、矩形溝を歯車状に形成したり（図 2）、並目または細目ねじ状溝（図 3）、螺旋状溝（図 4）としてもよい。

【 0 0 1 3 】

ファインバブル発生器は以下のように製造する。

図 6 にファインバブル発生器を製造する際の各工程を図示した。

A 工程でファインバブル発生器の本体の製作工程を示した。旋盤を使用して、角鋼材の外面切削、内面切削を行い、次にボール盤を使用して穴あけを行い、本体を製作する。

B 工程でファインバブル発生器の閉塞壁の製作工程を示した。旋盤を使用して、丸鋼材の外面切削、内面切削を行い閉塞壁を製作する。

C 工程で、ファインバブル発生器部品の溶接工程を示した。A 工程で製作した本体と B 工程で製作した閉塞壁と市販品の配管を溶接により接合する。

A 工程、B 工程、C 工程を経てファインバブル発生器を完成させる。

【 0 0 1 4 】

ファインバブル発生器を製造する際の難しさについていえば、側壁の内面は円筒状で複雑な形状ではないし、側壁の内面に螺旋状溝を形成したり、流体導入口を傾斜させたり、気液吐出口内壁に溝を形成したりすることは、いずれも難しい加工ではない。側壁の内面の加工に関して、鏡面加工を行うことがあるが、これと比較しても、螺旋状溝は旋盤加工で容易に形成できる。本発明のファインバブル発生器には、様々な工夫があるにもかかわらず、比較的簡易な構造といえる。

【 0 0 1 5 】

実際に、ファインバブルを製造するには、気体と液体をファインバブル発生器に供給するために、ファインバブル発生システムを組み立てる必要がある（例えば図 7）。ファインバブル発生システムは、ライン 1 を設けずに、気体を気液混合体として、流体導入口 4 から圧入させてもよいし、逆にライン 2 を設けずに、気体を気体導入口 6 から導入し液体を流体導入口 4 から圧入するようさせてもよいが、図 7 では、三方弁 1 4 のような切換弁を設けて、両者を選択できるようにしている。切換弁を設けることで、通常は、ライン 1 を閉じライン 2 を経由して、流体導入口 4 から気液混合体を供給し、場合によっては、ライン 2 を閉じライン 1 を経由して、気体導入口 6 から気体を導入することができる。ライン 2 を閉じて液体のみがポンプへ流れれば、気体の中でも腐食性を持つ気体を使用する場合、ポンプ内部の腐食を防ぐことができる。

さらに、導入する気体の量を調整できるように、気体供給部の直後に、ニードル弁 1 2 と流量計 1 3 を設けてもよい。流量計をフロート式のものとすれば、運転中も随時気体の流量を確認できるので、気体導入量の微調整が可能となり、安定した微小気泡の製造が可能とある。

【 0 0 1 6 】

本発明のファインバブル発生器は、ウルトラファインバブルを効率よく製造するが、よりウルトラファインバブルの割合を高めるために、本発明のファインバブル発生器で製造したウルトラファインバブル含む液体を、再び本発明のファインバブル発生器に戻して、循環型のファインバブル発生システムとしてもよい。

【 0 0 1 7 】

[実験]

本発明のファインバブル発生器で、ウルトラファインバブルを効率的に製造できるか調べた。

[実験 1]

本発明のファインバブル発生器である図 1 のファインバブル発生器を用いてファインバブルを製造し、できた微小気泡の粒子径分布を測定した。

(1) 実験方法

(I) 本発明のファインバブル発生器によるファインバブルの製造

ファインバブル発生器は図1で、螺旋状溝7、流体導入口4、流体導入路8の傾斜角度は5°に揃えたものを用いた。このファインバブル発生器を、容量10Lのガラス製容器に純水6Lを入れた水中に配置した。

一方、図7で示したファインバブル発生システムを組み、空気を気体供給部11から供給し、ニードル弁12のついた流量計13、三方弁14を経て、気液混合部18で、純水と合流させ、ポンプ19を経て、流体導入口4から空気と純水の混合体をファインバブル発生器に導入した。この際、ライン1側の三方弁出口は閉じた。ファインバブル発生器で、微小気泡が製造され、この微小気泡は、気液吐出口5から、ガラス製容器の純水中に放出された。この微小気泡を含む純水は、ホースで吸い上げられ、再び、液体供給部17から気液混合部18へ送られ、空気と合流し、ファインバブル発生器に挿入し、循環させた。空気の導入量は0.1L/min、純水の流量は6L/min、ポンプの作動時間は30分とした。ポンプ停止後にガラス製容器内の微小気泡を含む純水を採取し、サンプルとした。

10

(II) 微小気泡の粒子径の測定

実験例サンプルの微小気泡の粒子径を、動的光散乱式(DLS)粒子径分布測定装置を使って、ナノ粒子ブラウン運動追跡法により測定した。動的光散乱式(DLS)粒子径分布測定装置は、マイクロトラック・ベル社製のZeta View-PMX100SPを使用した。微小気泡の粒子径の測定結果から、微小気泡の粒子径分布を得た。

20

(2) 結果

測定で得られた微小気泡の粒子径分布を図8に示した。縦軸は相対的な気泡の数、横軸は気泡の粒径を示す。全ての気泡の粒径は1000nmより小さく、さらにピーク粒子径は145.3nm、粒径平均径は176.4nmと十分に小さいことから、本発明のファインバブル発生器で、ウルトラファインバブルを効率的に製造できることが分かった。

【0018】

[実験2]

本発明の図1のファインバブル発生器(実験例)と、図1で側壁の内面1に螺旋状溝7は設けず、流体導入口4及び流体導入路8に傾斜をつけない(傾斜角0°)ファインバブル発生器(比較実験例)を用いてファインバブルを製造し、溶存酸素量を測定・比較することで、両者の気泡微細化能力を比較した。

30

(1) 実験方法

(I) 実験例のファインバブルの製造及び溶存酸素量の測定

ファインバブル発生器は図1記載のものを用いた。螺旋状溝7、流体導入口4、流体導入路8の傾斜角度は5°に揃えた。このファインバブル発生器を、90Lの水が入れられた水槽内に配置した。

実験で用いたファインバブル発生システムは、図7とは一部異なり三方弁が無く、ライン1、2それぞれにバルブが取り付けられ、その一方にのみ流量計およびバルブを介して気体が供給されるようになっているが、本質的に同じ構造であるため図7を用いて説明する。空気を図7のライン2から、気液混合部18で水と合流させ、ポンプ19を経て、流体導入口4から空気と水の混合体をファインバブル発生器に導入する(この際、ライン1側のバルブは閉じた)。ファインバブル発生器で微小気泡が製造され、この微小気泡は、気液吐出口5から水槽内の水中に放出される。この微小気泡を含む水は、ホースで吸い上げられ、再び、液体供給部17から気液混合部18へ送られ、再度空気と合流されてファインバブル発生器に送られ、循環される。

40

実験では、先ず、空気を吸入せずにポンプを運転し水を循環させた。この状態において水槽に亜硫酸ナトリウムを投入し、水中の溶存酸素量を0mg/L近くまで減少させた。その後、再び溶存酸素量が増加するころに空気供給(ライン2)側のバルブを開き、水に空気(水の流量に対して0.5%以下)を合流させファインバブルを発生させた。

水中に放出されるバブルにより増加する溶存酸素量の時間変化を蛍光式溶存酸素計で測

50

定した。

(I I) 比較実験例のファインバブルの製造及び溶存酸素量の測定

ファインバブル発生器は側壁の内面に螺旋状溝 7 がなく、流体導入口 4 及び流体導入路 8 の傾斜もつけない (傾斜角 0 °) ものを、他は実験例と同様にして、比較実験例の溶存酸素量を測定した。

(2) 結果

溶存酸素量の測定値をその時の水温における飽和値で割り、酸素飽和率を求めた。その酸素飽和率の時間変化を図 9 に示した。なお、横軸の時間については比較を容易にするため、両方とも 10 分の時点で酸素飽和率がおよそ 10 % になるように合わせられている。両者を比較すると、実験例は比較実験例よりも酸素飽和率の上昇速度が高いことが分かる。水中への気体投入量が同じ場合、気体 (気泡) の径が小さくなると体積当たりの表面積が増加するため、水へ酸素を溶け込ませる効果が高くなる。水中に放出されるバブルは様々な粒径を持つが、その分布が粒径の小さい方に寄ることで酸素飽和率の上昇速度が高くなったものと考えられる。

10

以上より、実験例の方が比較実験例よりもより粒径の小さいバブルを効率的に製造できていることが分かった。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 1 9 】

本発明のファインバブル発生器は、これを用いれば粒子径の小さいファインバブルを効率的に製造できるので、壁面洗浄など、ウルトラファインバブルの応用が期待されている産業分野に有用である。

20

【符号の説明】

【 0 0 2 0 】

- 1 側壁の内面
- 2 一方の閉塞壁
- 3 他方の閉塞壁
- 4 流体導入口
- 5 気液吐出口
- 6 気体導入口
- 7 螺旋状溝
- 8 流体導入路
- 1 1 気体供給部
- 1 2 ニードル弁
- 1 3 流量計
- 1 4 三方弁
- 1 5 ライン 1
- 1 6 ライン 2
- 1 7 液体供給部
- 1 8 気液混合部
- 1 9 ポンプ

30

40

【要約】 (修正有)

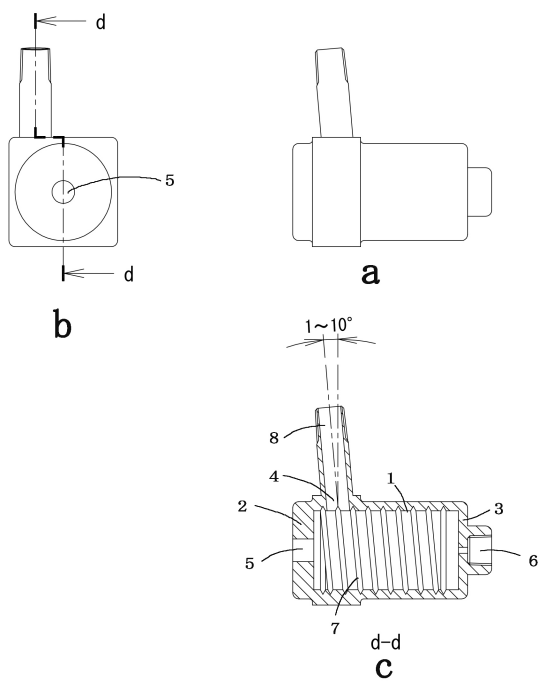
【課題】比較的簡単な構造でありながら、ウルトラファインバブルを効率的に製造することができる、ファインバブル発生器を提供する。

【解決手段】円筒状内部側壁 1 とその両端を閉じる閉塞壁 2 , 3 からなり、側壁に流体導入口 4 、一方の閉塞壁に気液吐出口 5 を備え、流体導入口 4 が、両閉塞壁 2 , 3 の中間より気液吐出口 5 寄りに、円筒状内部側壁 1 の接線方向に側壁を貫通するように設けられたウルトラファインバブル発生器であって、円筒状内部側壁 1 に、螺旋状の溝 7 が形成されたファインバブル発生器。

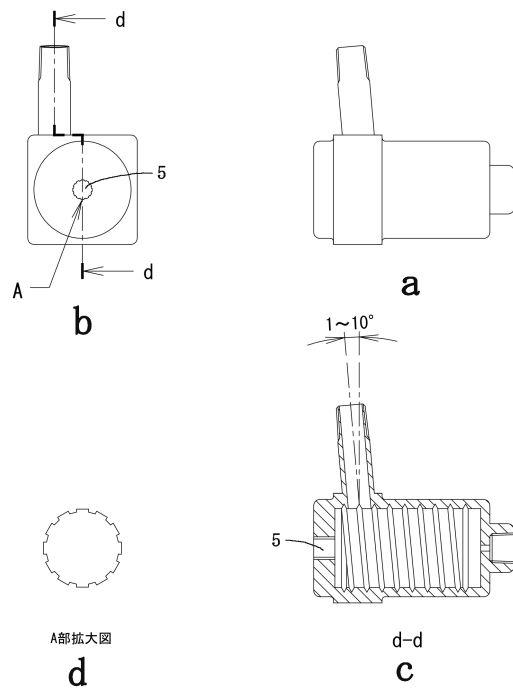
50

【選択図】図1

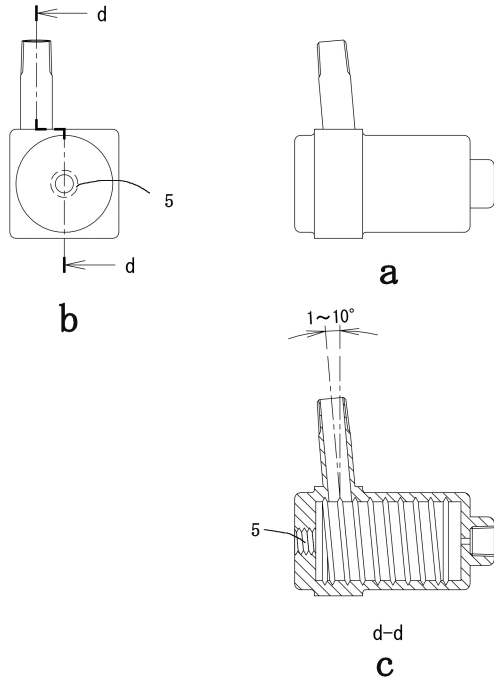
【図1】



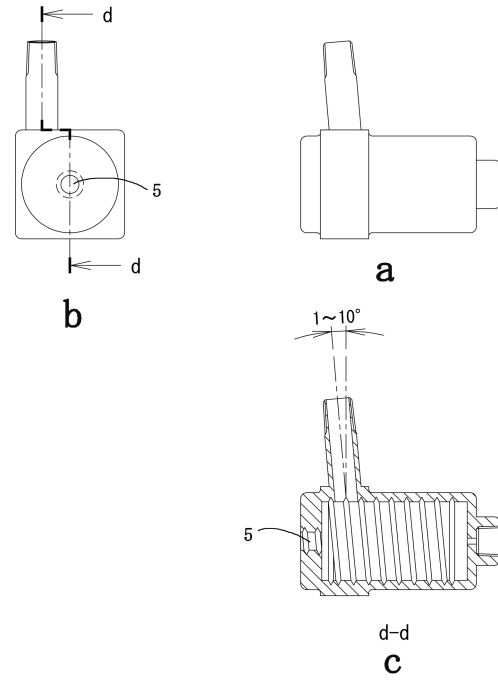
【図2】



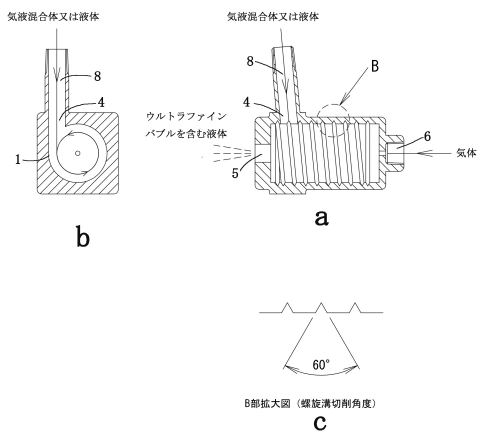
【図3】



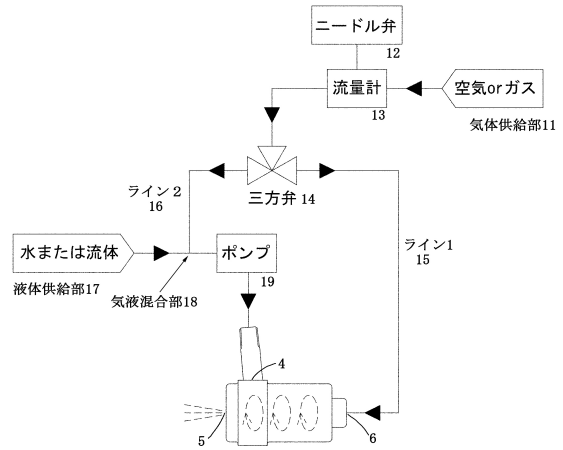
【図4】



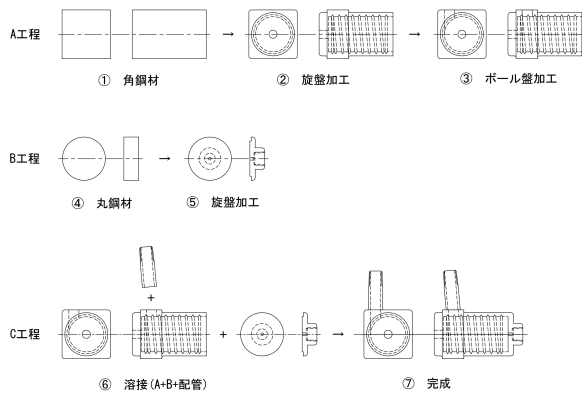
【図5】



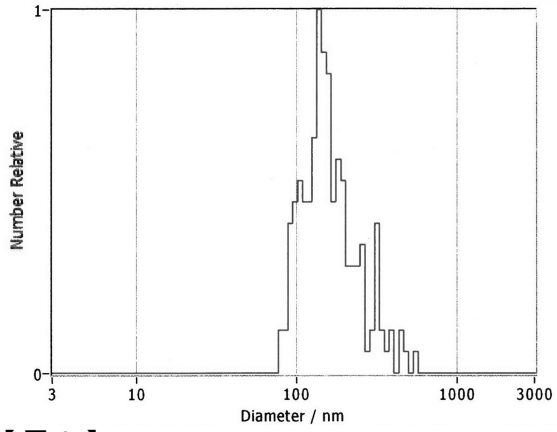
【図7】



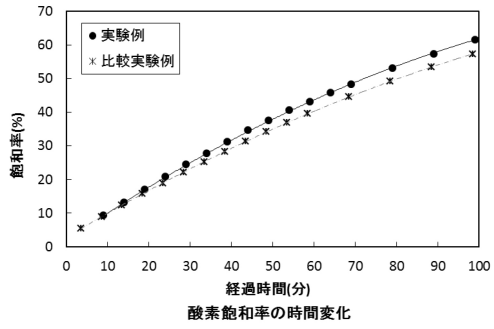
【図6】



【 8 】



【 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 杉山 渉

秋田県秋田市手形学園町1番1号 国立大学法人秋田大学内

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特開2010-012454(JP,A)
特開2008-119623(JP,A)
特開2011-088045(JP,A)
特開2009-101329(JP,A)
特開2005-169269(JP,A)
特開2008-272739(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|------|------|
| B01F | 3/04 |
| B01F | 5/00 |
| B05B | 1/02 |
| C02F | 3/20 |
| C12M | 1/04 |