

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

(57) 要約：液体を流通させることにより液体中にウルトラファインバブルを発生させることができるウルトラファインバブル発生装置を提供する。ウルトラファインバブル発生装置は、円柱状のシャフト部と、シャフト部の外周面に所定の間隙を隔てて、シャフト部の半径方向に向かって延在する矩形状の複数のブレードとを含むブレード体と、ブレード体を収容する収容空間と、ブレード体の一端に対向するように形成され収容空間へ液体を流入させることが可能な流入口と、ブレード体の他端に対向するように形成され収容空間の液体を排出することが可能な排出口とを備える収容管とを備え、ブレードの各々は、シャフト部の中心軸に対して所定の鋭角をなすように形成された一定の厚さの主面部と、主面部の排出口側の端縁が折れ曲がった形状の、屈曲部とを備える、ウルトラファインバブル発生装置。

明 細 書

発明の名称： ウルトラファインバブル発生装置

技術分野

[0001] 本発明は、液体中にウルトラファインバブルを発生させるウルトラファインバブル発生装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、液体中の微細な気泡を利用する技術が注目されている。これらの液体中の微細な気泡は、その大きさによりマイクロバブル、ウルトラファインバブル（ナノバブルとも呼ばれる）などに区別されており、ISO基準において、ウルトラファインバブルは、液体中における気泡径が $1\mu\text{m}$ （ $1/1000\text{mm}$ ）以下あるいは未満のナノメートル単位の極微細な気泡を指すとされている。本明細書においてウルトラファインバブル（ナノバブル）の語はこの意味合いで用いる。

[0003] 近時では特にウルトラファインバブルを種々の分野で利用するための技術が研究され、また現に利用されつつある。例えば、家庭用や工業用の水に適用して、殺菌、洗浄効果を得たり、燃料に適用して燃焼効率を上昇させたりすること等が挙げられる。さらに、農作物の育成促進、ペンキ等の混合の均一性向上、ペイントの塗装面へのノリの向上など、様々な分野への応用が模索されている。

[0004] ウルトラファインバブルの発生原理の解明および上述のような効果の検証は、いまだ途上であるが、ウルトラファインバブルの正体は液体に外部から供給される気体、あるいは、液体に溶存している気体が、微細な粒となったものである可能性もあるし、液体分子が複数個集まって例えば中空形状のクラスターを形成したものである可能性もある。また、これらの混合物である可能性もある。このようなきわめて微細な構造の存在によって、液体分子やそのクラスターの何らかの特性が変異して上述のような効果をもたらすものと考えられる。

[0005] 小型で簡便に使用できるウルトラファインバブルの発生装置として特許文献1が開示するものがある。特許文献1のウルトラファインバブル発生装置は、シャフトと、シャフトに取付けられた円柱形状部材と、円柱形状部材の外周面に複数設けられた三角柱状突起とを備え、液体を送るための管の内側に配置される。このウルトラファインバブル発生装置の三角柱状突起は、円柱形状部材に螺旋状に配置され液体が円柱形状部材の周りを螺旋状に流れるように構成されると共に、各三角柱状突起において液体の螺旋状の流れに対し先端に位置する角がこの螺旋状の流れに対しほぼ垂直となるように配置されている。これにより、液体を送るための管の内側を流れる液体が複数の三角柱状突起に衝突することにより、液体を送るための管の外部から空気を供給することなく液体中に含まれている空気が微細化されウルトラファインバブルを発生させることができる。

[0006] 特許文献1のウルトラファインバブル発生装置では、このように液体に乱流を発生させることでウルトラファインバブルを発生させるが、らせん状に流れる液体から見て、三角柱状突起の下流側の2つの端縁のうち、乱流発生には液体供給側に近い一方が主に寄与しており、他方は流路を狭隘にするデメリットのほうが大きいおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第6077627号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、効率的に液体中にウルトラファインバブルを生成することができるウルトラファインバブル発生装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するための本発明の一局面は、円柱状のシャフト部と、シ

シャフト部の外周面に所定の隙間を隔てて、シャフト部の半径方向に向かって延在する矩形状の複数のブレードとを含むブレード体と、ブレード体を収容する収容空間と、ブレード体の一端に対向するように形成され収容空間へ液体を流入させることが可能な流入口と、ブレード体の他端に対向するように形成され収容空間の液体を排出することが可能な排出口とを備える収容管とを備え、ブレードの各々は、シャフト部の中心軸に対して所定の傾斜角をなすように形成された一定の厚さの主面部と、主面部の排出口側の端縁が折れ曲がった形状の、屈曲部とを備える、ウルトラファインバブル発生装置である。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、効率的に液体中にウルトラファインバブルを発生させることができるウルトラファインバブル発生装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、第1の実施形態にかかるウルトラファインバブル発生装置の側面図である。

[図2]図2は、ブレードの形状を説明するための図である。

[図3]図3は、ウルトラファインバブルの生成を説明する図である。

[図4]図4は、第2の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置を説明する図である。

[図5]図5は、第2の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置の変形例を説明する図である。

[図6]図6は、第3の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置を説明する図である。

[図7]図7は、第4の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置を説明する図である。

[図8]図8は、変形例1に係るウルトラファインバブル発生装置を説明する図である。

[図9]図9は、変形例2に係るウルトラファインバブル発生装置を説明する図

である。

[図10]図10は、ウルトラファインバブル発生装置を用いた循環装置を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置について、図を参照して説明する。なお、各実施形態および変形例において、同一または対応する構成には、同一の参照符号を付して適宜説明を省略する。

[0013] <第1の実施形態>

図1に、本発明の第1の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置100の側面図を示す。図1に示すように、ウルトラファインバブル発生装置100は、ウルトラファインバブル発生装置100の外部から収容管200の内部に供給された液体中にウルトラファインバブルを生成した後、ウルトラファインバブルが生成された当該液体をウルトラファインバブル発生装置100の外部へ排出するように構成される。

[0014] 具体的には、ウルトラファインバブル発生装置100は、円柱状のシャフト部301の外周面に所定の隙間を隔てて、シャフト部301の半径方向に向かって延在する矩形状のブレード302が複数形成されたブレード体300と、ブレード体300を収容する収容空間201と、ブレード体300の一端に対向するように形成され収容空間201へ液体を流入させることが可能な流入口202と、ブレード体300の他端に対向するように形成され収容空間201から液体を排出することが可能な排出口203とを備える収容管200を含む。そして、ブレード302は、流入口202側の端部においてシャフト部301の中心軸に対して所定の傾斜角をなすように形成された主面部302aと、主面部302aの排出口203側の端縁が主面部302aに対して折れ曲がった形状の屈曲部302bとを備えるように構成される。以下、各構成について説明する。

[0015] (収容管)

収容管200は液体が流通可能な管状の部材であり、内部にブレード体3

00を收容することができる。図1に示すように、收容管200はブレード体300を收容する收容空間201と、收容空間201と連通し液体が供給される流入口202および液体が排出される排出口203とを備える。流入口202および排出口203は、例えば收容管200の両端に形成することができる。また、收容空間201はブレード体300を收容することが可能なように、例えば、略円筒形状に形成することができる。なお、以下の説明では便宜上、図1に示すように、收容管200の流入口202側を上流側、排出口203側を下流側と呼ぶ。流入口202および排出口203の内周の直径は8mm程度とすることができる。

[0016] (ブレード体)

ブレード体300は、收容管200の内部において旋回するように液体の流れを所定の方向に誘導するとともに液体の少なくとも一部に乱流を発生させることにより、液体中にウルトラファインバブルを生成する部材である。図1に示すように、ブレード体300は円筒状のシャフト部301の外周面に、円周方向およびシャフト部301の軸方向のそれぞれにおいて所定の隙間を空けて配置された略板状の部材であるブレード302を複数備える。ブレード体300は收容空間201内での、円周方向の回転および軸方向への動きが規制されるように形成されていてもよい。具体的には、例えば收容空間201において、ブレード302の先端が收容管200の内周面に当接するように形成することにより、ブレード体300を固定することができる。また、図示しないが收容管200から收容空間201に向かって突出する突起等を設けてブレード体300の動きを規制するようにしてもよい。また、收容管200の内周面とブレード302の先端とに当接して、ブレード302の補強およびブレード体300の動きの規制をすることができるリング状の部材を收容管200とブレード体300との間に嵌入してもよい。

[0017] ブレード体300のブレード302は、なるべく多くの液体を旋回させるように配置されることが好ましい。そこで例えば、図3に示すように、ブレード302の隙間を通過した液体が、シャフト部301の軸方向に平行に流

れると、下流側のブレード302に当たるように、ブレード302を配置し、液体が軸方向に平行に流れて各ブレード302間を素通りすることを抑制できるようにしてもよい。

[0018] 図2に、複数のブレード302の斜視図（図2の（a））と、ブレード302の正面図、平面図、および側面図（図2の（b））とを示す。図2に示すように、ブレード302は、シャフト部301の中心軸に対して傾斜を有するように形成された板状の部材である主面部302aと、主面部302aの下流側の端縁が折れ曲がった形状の屈曲部302bとを含む。図2に示すように、主面部302aは、例えば一定の厚さの矩形状とすることができる。屈曲部302bの形状は、主面部302aの下流側の端縁が折れ曲がっていれば形状は限定されず、例えば図2の（b）に示すように、屈曲部302bの主面部302aとは反対側の端部と主面部302aとの間にわたる傾斜面を有するように形成してもよい。

[0019] ブレード体300の外径D1は、一例として15mm～20mm程度とすることができる。この場合、シャフト部301の外径D2は10mm～15mm程度、ブレード302のシャフト部301との接続部から先端までの高さH1は2.5mm程度、屈曲部302bの主面部302aから先端まで距離である高さH2は1mm～1.5mm程度が好適である。また、ブレード302の主面部302aの法線ベクトルとブレード体300の中心軸とがとなす鋭角 α は、特に限定されないが、例えば45°程度とすることができる。ブレード体300の中心軸方向における長さは60mm～80mm程度とすることができる。ブレード体300の中心軸方向に並ぶブレード302の数は、15枚～20枚程度とすることができる。なお、屈曲部302bの主面部302aに対する屈曲方向は限定されない。

[0020] （整流部材）

図1に示すように、ブレード体300の上流側および下流側の端部のそれぞれに、上流側整流部材303aおよび下流側整流部材303bを設けてもよい。上流側整流部材303aは収容空間201に流入する液体がブレード

体300に向かって滑らかに流れるように整流する部材である。また、下流側整流部材303bはシャフト部301の下流側の端部から流出する液体が排出口203に向かって滑らかに流れるように整流する部材である。

[0021] 図1に示すように、上流側整流部材303aはシャフト部301の上流側の端部に設けられ上流側に向かって突出する円錐状の部材である。また、下流側整流部材303bはシャフト部301の下流側の端部に設けられ下流側に向かって突出する円錐状の部材である。

[0022] (ウルトラファインバブルの生成について)

次に、図1～図3を用いてウルトラファインバブル発生装置100によるウルトラファインバブルの生成について説明する。図3は、シャフト部301の半径方向から見た複数のブレード302およびその間を流れる液体の様子を模式的に示した図である。なお、図中の矢印は液体の流れを示す。

[0023] ウルトラファインバブル発生装置100に供給され流入口202から収容管200の収容空間201に流入し上流側整流部材303aの表面を通過した液体は、白色の矢印で示すように、初めにシャフト部301の最も上流側において、シャフト部301の円周方向に並んで配置された複数のブレード302（第1のブレード群302-1という）の主面部302aに衝突する。主面部302aに衝突した液体は、図3に直線状の黒色の矢印で示すように、主面部302aの表面に沿って流れる。

[0024] 主面部302aの表面に沿って流れる液体の一部は、ブレード302が主面部302aの端部において途切れるため、屈曲部302bの周辺において、図3に渦巻き状の黒色の矢印で示すように、屈曲部302bの方向に向けた流れ（乱流という）が生じる。そして、ブレード302の端部で乱流となった液体の内部には、ウルトラファインバブルが生成されることが考えられる。この過程で液体の分子構造が不安定になり、更なる衝突と分断で発生した微細な泡がマイナスの電荷を帯び、急激に縮小し、超微細気泡、すなわちウルトラファインバブルに変化している可能性がある。

[0025] 第1のブレード群302-1の主面部302aの端部を通過した液体は、

乱流を生じつつ、シャフト部301の中心軸に対して全体として螺旋状に流れながら、第1のブレード群302-1の下流側に隣接して、シャフト部301の円周方向に並んで配置された複数のブレード302（第2のブレード群302-2という）の主面部302aに沿って流れる。そして、第2のブレード群302-2の主面部302aの表面に沿って流れる液体においても、屈曲部302bの周辺において液体の一部に乱流が発生する。

[0026] 収容空間201に流入した液体は、上述のように、複数のブレード302間の隙間を通過することを繰り返しながら、最終的にシャフト部301の下流側の端部に到達する。シャフト部301の下流側の端部に到達した液体は、下流側整流部材303bの表面に沿って流れた後、排出口203を通過してウルトラファインバブル発生装置100から排出される。

[0027] このように、収容管200に流入した液体は、シャフト部301の外周を螺旋状に旋回しながら流れる。そして、液体が各ブレード302の屈曲部302bで乱流となることで、液体の内部にウルトラファインバブルが生成されることが考えられる。この結果、ウルトラファインバブル発生装置100からはウルトラファインバブルを含んだ液体が排出される。

[0028] したがって、本発明に係るウルトラファインバブル発生装置100によれば、液体を流通させることにより液体中にウルトラファインバブルを発生させることができる。

[0029] （ブレードの配置）

乱流の発生を促進するために、複数のブレード302は液体がシャフト部301の周りを滑らかに旋回しながら螺旋状に通過するように配置されるのが好適である。そのため、複数のブレード302は、主面部302aのシャフト部301側の端縁が、シャフト部301の外周面における仮想的な螺旋状の線に沿うように配置されている。また、図3に示すように、仮想的な螺旋状の線に沿って、上流側の円周方向に隣接する2つのブレード302の下流側端部の間に、下流側に隣接する他のブレード302の先端が位置するように複数のブレード302を配置してもよい。複数のブレード302をこの

ように配置することにより、上流側のブレード302によっておこされた乱流が、下流側のブレード302の先端によって分割されさらに複雑な乱流が発生し、より効率的にウルトラファインバブルが発生する可能性が高い。

[0030] ウルトラファインバブル発生装置100に流入する液体の粘性、流量、流速、液圧などに応じ、ブレード302の傾斜角、個数、大きさなどを適宜設定することで、所望の量のウルトラファインバブルを得ることが可能である。

[0031] このように、ウルトラファインバブル発生装置100では、板状のブレード302の下流側端部を折り返した形状とすることで、乱流を十分に発生させながら、ブレードを三角柱形状とするよりも、流路を十分に確保できるため、効率的にウルトラファインバブルを発生させることができる。

[0032] また、ウルトラファインバブル発生装置100では、上述のように円周方向に隣接する2つのブレード302の下流側端部の間に、下流側に隣接する他のブレード302の先端を配置することで、収容管200の中でブレード体300のブレード302に沿って螺旋状に液体が移動しながら、各ブレード302の下流側の端部において乱流を発生させ、これを下流側に隣接するブレード302に衝突することによりさらに複雑な乱流を発生させ得る。したがって、ウルトラファインバブル発生装置100は外部から気体を供給しなくても、液体中の空気等が微細化されウルトラファインバブルをより効率的に発生させることができる可能性が高い。なお、ウルトラファインバブルの実体は、中空の液体分子クラスターである可能性もある。

[0033] <第2の実施形態>

次に、第2の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置110について説明する。ウルトラファインバブル発生装置100とウルトラファインバブル発生装置110との相違は、ブレード体の構造であるため、以下ではウルトラファインバブル発生装置110に用いられるブレード体310を中心に説明する。図4に、ブレード体310の分解図（図4の（a））およびブレード体310を構成するブレード体エレメント311およびスペーサー

312の正面図および側面図を示す(図4の(b))。

[0034] 図4の(a)に示すように、ブレード体310は、円柱状の部材の外周面に、屈曲部302bを有する12枚のブレード302が形成された複数のブレード体エレメント311と、円柱状のスペーサー312とにより構成される。ブレード体310は、ブレード体エレメント311とスペーサー312とを交互に積層することにより形成される。なお、各ブレード体エレメント311におけるブレード302の枚数は12枚~16枚が好適であるが、これに限定されず適宜設定可能である。また、円柱状の部材の厚みは、例えば4mm以下とすることができる。

[0035] ウルトラファインバブル発生装置110では、ブレード体310を構成する複数のブレード体エレメント311の数、形状とスペーサー312の数、サイズとを適宜調節してブレード体310の長さを調節することで、乱流の発生効率を好適化してウルトラファインバブルの発生数を調整することができる。

[0036] 図4の(b)は、ブレード体エレメント311およびスペーサー312を3つの方向から示した図である。図4の(b)に示すように、ブレード体エレメント311およびスペーサー312は、一例としてブレード体エレメント311とスペーサー312とを積層する際にブレード体エレメント311とスペーサー312とが接する面に、これらを結合するための嵌合孔311a、312a及び嵌合凸部311b、312bが形成されている。

[0037] ブレード体エレメント311およびスペーサー312はプラスチック成型やプレス成形などにより一体的に製造することができる。また、これらを積層することでブレード体を容易に製造することができる。したがって、本実施形態では、非常に低コストでウルトラファインバブル発生装置110を製造することができる。

[0038] ブレード体エレメント311およびスペーサー312の接続には周知の方法を用いることができ、例えば接着剤で接着してもよく、超音波溶着してもよく、単に嵌合させるのみでもよい。

[0039] なお、以上の説明では、ブレード体310をブレード体エレメント311およびスペーサー312により構成する例を説明したが、ブレード体310はブレード体エレメント311のみによって構成してもよい。

[0040] ブレード体には、ブレード302を補強するための部材を設けてもよい。図5に、変形例に係るブレード体330の断面図および正面図を示す。ブレード体310とブレード体330との相違は、ブレード302を補強するための補強部材331の有無である。図5に示すように、補強部材331は、円筒状の部材であって、複数のブレード302の、ブレード体330の外径方向の先端部をつなぐ様にして設けられている。ブレード体330によれば、補強部材331によりブレード302を補強できる。このため、液体が通過する際のブレード302の変形を抑制しやすい。

[0041] <第3の実施形態>

次に、第3の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置120について説明する。ウルトラファインバブル発生装置100とウルトラファインバブル発生装置120との相違は、ブレード体の構造であるため、以下ではウルトラファインバブル発生装置120に用いるブレード体320を中心に説明する。図6に、ブレード体320の分解図（図6の（a））およびブレード体320を構成するブレード体エレメント321およびスペーサー322の正面図および側面図を示す（図6の（b））。

[0042] 図6の（a）、（b）に示すように、ブレード体320は、円盤状の部材の外周面に、屈曲部302bを有する8枚のブレード302が形成された複数のブレード体エレメント321と、円錐台状のスペーサー322とにより構成される。ブレード体320は、ブレード体エレメント321とスペーサー322とを交互に積層することにより形成される。なお、ブレード302の枚数は、8枚に限定されず適宜設定可能である。

[0043] また、図6の（b）に示すように、複数のブレード体エレメント321およびスペーサー322は、中央に貫通孔321a、322aをそれぞれ備える。ウルトラファインバブル発生装置120では、図6の（a）に示すよう

に、上流側整流部材 3 2 3 a または下流側整流部材 3 2 3 b (不図示) の底面から延伸する軸状部材を設けて、ブレード体エレメント 3 2 1 およびスペーサー 3 2 2 の貫通孔 3 2 1 a、3 2 2 a にこの軸状部材を挿通して、ブレード体エレメント 3 2 1 とスペーサー 3 2 2 とを積層するように構成される。

[0044] ブレード体 3 2 0 においても、ブレード体 3 1 0 と同様に、複数のブレード体エレメント 3 2 1 の数、形状とスペーサー 3 2 2 の数、サイズとを適宜調節して、ウルトラファインバブルの発生数を調整することができる。

[0045] ブレード体エレメント 3 2 1 は円盤状の部材とブレード 3 0 2 とにより構成されているため、鉄、アルミニウムなどの金属板を用いたプレス成形などにより製造することができる。具体的には、金属板から、平坦な状態の複数のブレード 3 0 2 を備えるブレード体エレメント 3 2 1 を打ち抜き、その後ブレード 3 0 2 を折り曲げて傾斜角および屈曲部 3 0 2 b を設けることにより、ブレード体エレメント 3 2 1 を形成することができる。このため、ブレード体 3 2 0 によっても、低コストでウルトラファインバブル発生装置 1 2 0 を製造することができる。屈曲部 3 0 2 b は、折り曲げて形成する代わりに、打ち抜き時のバリをとらないことによって形成してもよい。

[0046] <第 4 の実施形態>

次に、第 4 の実施形態に係るウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 について説明する。ウルトラファインバブル発生装置 1 0 0 とウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 との相違は、整流部材の構造であるため、以下ではウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 に用いる整流部材 3 3 3 を中心に説明する。図 7 に、ウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 の部分的な側面図 (図 7 の (a)) および整流部材 3 3 3 の平面図および正面図を示す (図 7 の (b))。

[0047] 整流部材 3 3 3 は流入口 2 0 2 から流入する液体を効率的にブレード体 3 0 0 に誘導するために設けられる。図 7 の (b) に示すように、整流部材 3 3 3 は、外周に上流側から下流側に向かって、複数の螺旋状のブレード 3 3

3 a が等間隔に形成されている。整流部材 3 3 3 は、一例として 4 枚のブレード 3 3 3 a を備えるが、ブレード 3 3 3 a の数は特に限定されない。

[0048] ウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 は、図 7 の (a) に白色の矢印で示すように、流入口 2 0 2 から流入する液体をブレード 3 3 3 a の間を通過させる間に方向を徐々に変化させ、主面部 3 0 2 a に速やかに沿わせて流すことができる。この結果、ウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 内部における液体の流通を促進することができる。

[0049] なお、以上の説明では、整流部材 3 3 3 をブレード体 3 0 0 上流側に設けた形態を例にして説明したが、整流部材 3 3 3 は下流側整流部材 3 0 3 b と同様に、ブレード体 3 0 0 の下流側に設けて用いてもよい。これにより、排出口 2 0 3 に流れる液体の流通を促進することも可能である。

[0050] また、本実施形態では、ブレード体 3 0 0 を用いる場合を例に挙げて説明したが、ウルトラファインバブル発生装置 1 3 0 は整流部材 3 3 3 を備えれば、ブレード体にはブレード体 3 1 0 またはブレード体 3 2 0 を用いることも可能である。

[0051] <変形例 1 >

以上の説明では、ブレード体を固定して、液体の供給のみによってウルトラファインバブルを生成する方法を説明したが、次に、ウルトラファインバブル発生装置に外部から気体を供給する変形例 1 について説明する。図 8 の (a) ~ 図 8 の (d) には、それぞれ変形例 1 に係るウルトラファインバブル発生装置 1 4 0 a ~ 1 4 0 d の側面図を示す。

[0052] ウルトラファインバブル発生装置 1 0 0 とウルトラファインバブル発生装置 1 4 0 a ~ 1 4 0 d との相違点は外気供給手段 1 4 1 の有無である。外気供給手段 1 4 1 は、外気をウルトラファインバブル発生装置 1 0 1 の内部を流れる液体に取り入れるための手段である。

[0053] 図 8 の (a) ~ 図 8 の (c) に示すウルトラファインバブル発生装置 1 4 0 a ~ 1 4 0 c において、外気供給手段 1 4 1 は内部に気体が流通可能な流通孔を備えたチューブであり、例えばプラスチック製のチューブ等を用いる

ことができる。

- [0054] 図8の(a)、図8の(b)に示すウルトラファインバブル発生装置140a、140bでは、外気供給手段141は外気が吐出される側の一端が下流側整流部材303bの先端と所定の隙間を有するようにして配置され、気体が吸入される側の他端が、ウルトラファインバブル発生装置140a、140bの外部等の外気を吸い込むことができる位置に配置される。
- [0055] より詳細には、ウルトラファインバブル発生装置140aでは、ブレード体300の軸方向に貫通孔が明けられて、流入口202側から外気供給手段141がこの貫通孔を介して通されている。また、ウルトラファインバブル発生装置140bでは、排出口203側から外気供給手段141が通されている。
- [0056] また、図8の(c)に示すウルトラファインバブル発生装置140cでは、外気供給手段141は外気が吐出される側の一端が、ブレード体300の内部にブレード体300の上流側端部とシャフト部301の外周面とを連通するように形成された貫通孔に配置され、気体が吸入される側の他端が、ウルトラファインバブル発生装置140cの外部等の外気を吸い込むことができる位置に配置される。
- [0057] このように構成されたウルトラファインバブル発生装置140a~140cは、ウルトラファインバブル発生装置140a~140cの内部を液体が流れる勢いによって外気供給手段141から外気が吸入され、乱流に巻き込まれる。吸入された外気は液体の内部に例えば直径1~100 μ mの範囲のマイクロバブルあるいはこれ以上の大きさのバブルとなって排出口203から排出される。
- [0058] 図8の(d)に示すウルトラファインバブル発生装置140dにおいて、外気供給手段141は内部に気体が流通可能な流通孔を備えたチューブと、このチューブに外気を供給できるポンプとにより構成される。
- [0059] ウルトラファインバブル発生装置140dでは、外気供給手段141はチューブの外気が吐出される側の一端が上流側整流部材303aの先端と所定

の隙間を有するようにして配置される。

[0060] このように構成されたウルトラファインバブル発生装置140dは、ポンプがチューブを介して外気を液体中に吐出する。吐出された外気は液体の内部にマイクロバブルとなって吐出され、ブレード体300により生成されるウルトラファインバブルとともに排出口203から排出される。

[0061] したがって、変形例に係るウルトラファインバブル発生装置140a~140dによれば、ウルトラファインバブルとともにマイクロバブルを含んだ液体を生成することが可能となる。

[0062] ウルトラファインバブル発生装置140a、140b、および140dでは、外気供給手段141のチューブの吐出側端部の位置を軸方向に移動して、吐出側端部と上流側整流部材303aまたは下流側整流部材303bの先端との所定の隙間を適宜変更することにより、外気が乱流に巻き込まれる程度を調整し、マイクロバブルの大きさおよび/または生成量を変更することができる。また、外気由来のウルトラファインバブルも生成できる。

[0063] なお、ウルトラファインバブル発生装置140a~140dには、ブレード体310またはブレード体320を用いてもよいし、整流部材333を用いてもよい。

[0064] <変形例2>

次に、ウルトラファインバブル発生装置の外部から、ブレード体300を回転させる変形例2について説明する。図9の(a)、図9の(b)には、それぞれ変形例2に係るウルトラファインバブル発生装置150a、150bを示す。

[0065] ウルトラファインバブル発生装置100とウルトラファインバブル発生装置150a、150bとの相違点はブレード体300を回転させることができる回転手段151の有無である。

[0066] 図9の(a)に示すように、ウルトラファインバブル発生装置150aの回転手段151は、ブレード体300を円周方向に回転させることが可能なように、上流側整流部材303aの上流側の先端から延出する軸部材を介し

てブレード体300と接続されている。回転手段151には、典型的にはモーターを用いることができる。

[0067] ウルトラファインバブル発生装置150aをこのように構成することにより、流入口202から收容管200の内部に液体を供給しながらブレード体300を円周方向に回転させることができる。これにより、ブレード体300のブレード302の表面を流れる液体は、ブレード体300が停止している場合と比較して、ブレード302の端部を通過する頻度が多くなるため、乱流の発生が増えてウルトラファインバブルの生成を促進することができる。なお、回転手段151は下流側整流部材303bの下流側の先端に接続してもよい。

[0068] 図9の(b)に示すウルトラファインバブル発生装置150bは、回転手段151としてフードミキサーを用いた例である。ウルトラファインバブル発生装置150bでは、フードミキサーの回転軸にブレード体300を取り付けて、食品收容部152への液体の供給、排出を可能にし、食品收容部152の内部に收容管200を設けている。図9の(b)に示すように、食品收容部152へ供給された液体は、食品收容部152の下方から收容管200に流入する。その後、液体は收容管200の内部を食品收容部152の上方に向かって流れて、ブレード体300によりウルトラファインバブルが生成され、食品收容部152から排出される。液体の流通する方向はこれとは反対であってもよい。また、ウルトラファインバブル発生装置150bは、図9の(b)に示すように、食品收容部152への液体の供給口および排出口に液体の流れを止めるバルブをそれぞれ設けてもよい。ウルトラファインバブル発生装置150bにバルブを設けることにより、ウルトラファインバブルの生成中にバルブを閉じて液体の流れを止めることにより、液体に含まれるウルトラファインバブルの濃度を高めることが可能になる。

[0069] ウルトラファインバブル発生装置150bによれば、フードミキサーを用いて容易にウルトラファインバブルを生成することが可能である。

[0070] なお、ウルトラファインバブル発生装置150a、150bには、ブレー

ド体 310 または ブレード体 320 を用いてもよいし、整流部材 333 を用いてもよい。

[0071] <循環装置>

次に、ウルトラファインバブル発生装置の生成するウルトラファインバブルの濃度を高める循環装置について説明する。図 10 には、一例としてウルトラファインバブル発生装置 100 を用いて、生成するウルトラファインバブルの濃度を高めることができる循環装置 400 の模式図を示す。

[0072] 図 10 に示すように、循環装置 400 は、ウルトラファインバブル発生装置 100 と、ウルトラファインバブル発生装置 100 から排出された液体を溜める貯留槽 401 と、貯留槽の液体を吸上げてウルトラファインバブル発生装置 100 の流入口 202 に供給するポンプ 402 と、これらを結ぶ配管とを含む。

[0073] 循環装置 400 によれば、ウルトラファインバブル発生装置 100 から排出されるウルトラファインバブルを含んだ液体を一旦貯留槽 401 に溜め、貯留槽 401 の液体をポンプ 402 により吸上げてウルトラファインバブル発生装置 100 に再び供給することができる。したがって、循環装置 400 では、この循環を繰り返すことにより、貯留槽 401 中の液体に含まれるウルトラファインバブルの濃度を高めることが可能になる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明は、ウルトラファインバブル発生装置に利用できる。

符号の説明

[0075] 100、110、120、130、140a~140d、150a、15

0b ウルトラファインバブル発生装置

141 外気供給手段

200 収容管

201 収容空間

202 流入口

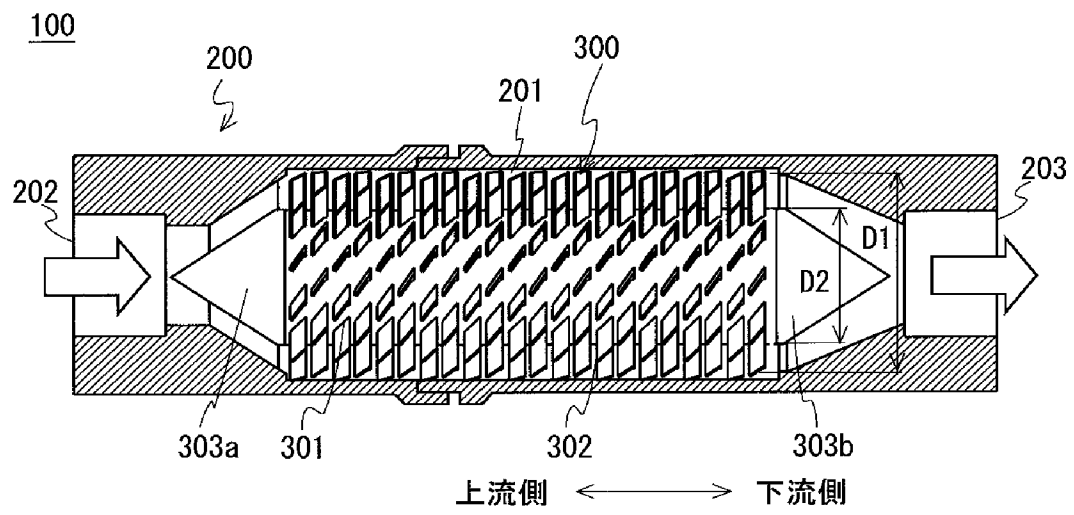
203 排出口

- 300、310、320 ブレード体
- 301 シャフト部
- 302 ブレード
- 302 a 主面部
- 302 b 屈曲部
- 303 a 上流側整流部材
- 303 b 下流側整流部材
- 311、321 ブレード体エレメント
- 312、322 スペーサー
- 333 整流部材
- 333 a 整流部材のブレード
- 400 循環装置

請求の範囲

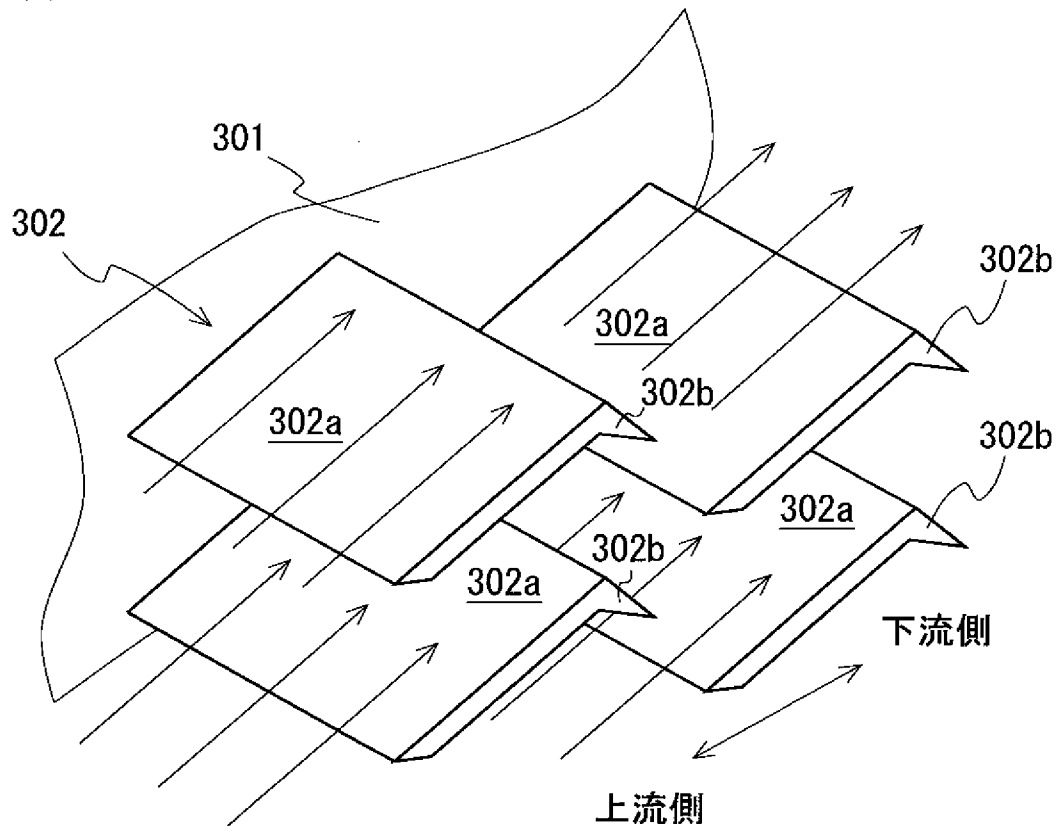
- [請求項1] 円柱状のシャフト部と、前記シャフト部の外周面に所定の間隔を隔てて、前記シャフト部の半径方向に向かって延在する矩形状の複数のブレードとを含むブレード体と、
- 前記ブレード体を収容する収容空間と、前記ブレード体の一端に対向するように形成され前記収容空間へ液体を流入させることが可能な流入口と、前記ブレード体の他端に対向するように形成され前記収容空間の液体を排出することが可能な排出口とを備える収容管とを備え、
- 前記ブレードの各々は、
- 前記シャフト部の中心軸に対して所定の傾斜角をなすように形成された一定の厚さの主面部と、
- 前記主面部の前記排出口側の端縁が折れ曲がった形状の、屈曲部とを備える、ウルトラファインバブル発生装置。
- [請求項2] 複数の前記ブレードは、
- 前記主面部の前記シャフト部側の端縁が、前記シャフト部の外周面における螺旋状の線に沿うように配置されている、
- 請求項1に記載のウルトラファインバブル発生装置。
- [請求項3] 前記シャフト部は複数の円柱状部材、または円盤状部材を積層し形成された請求項1又は2に記載のウルトラファインバブル発生装置。
- [請求項4] 前記ブレード体と前記収容管との隙間に、外気を供給できる外気供給手段をさらに備える請求項1～請求項3のいずれかに記載のウルトラファインバブル発生装置。
- [請求項5] 前記ブレード体を、前記シャフト部の中心軸の周りに回転させることができる回転手段をさらに備える請求項1～請求項4のいずれかに記載のウルトラファインバブル発生装置。

[図1]

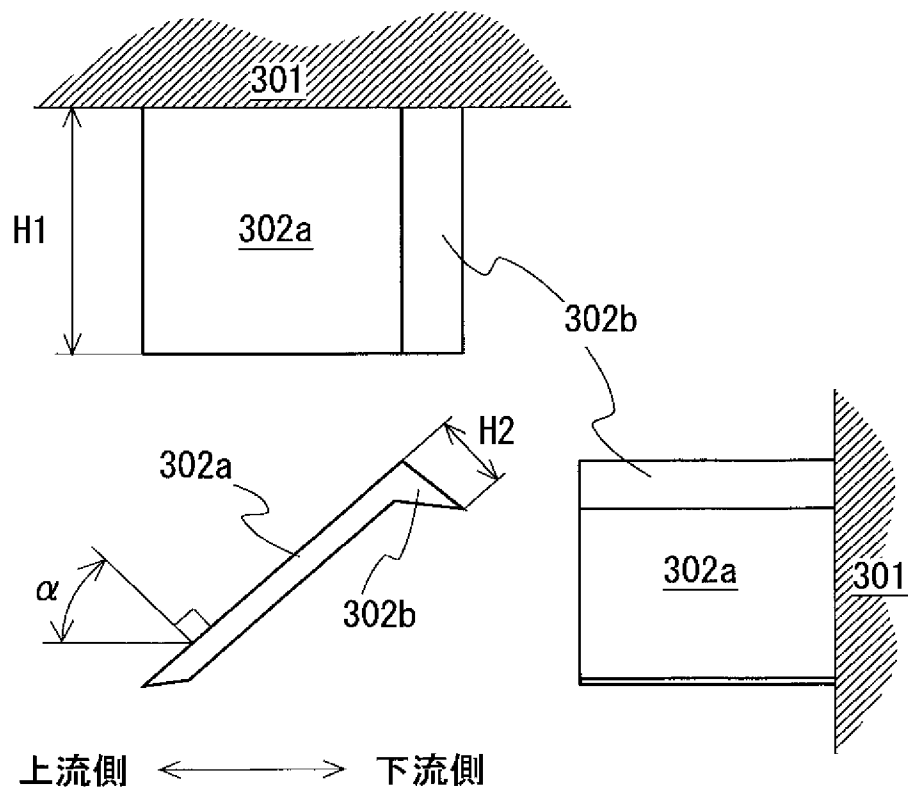


[図2]

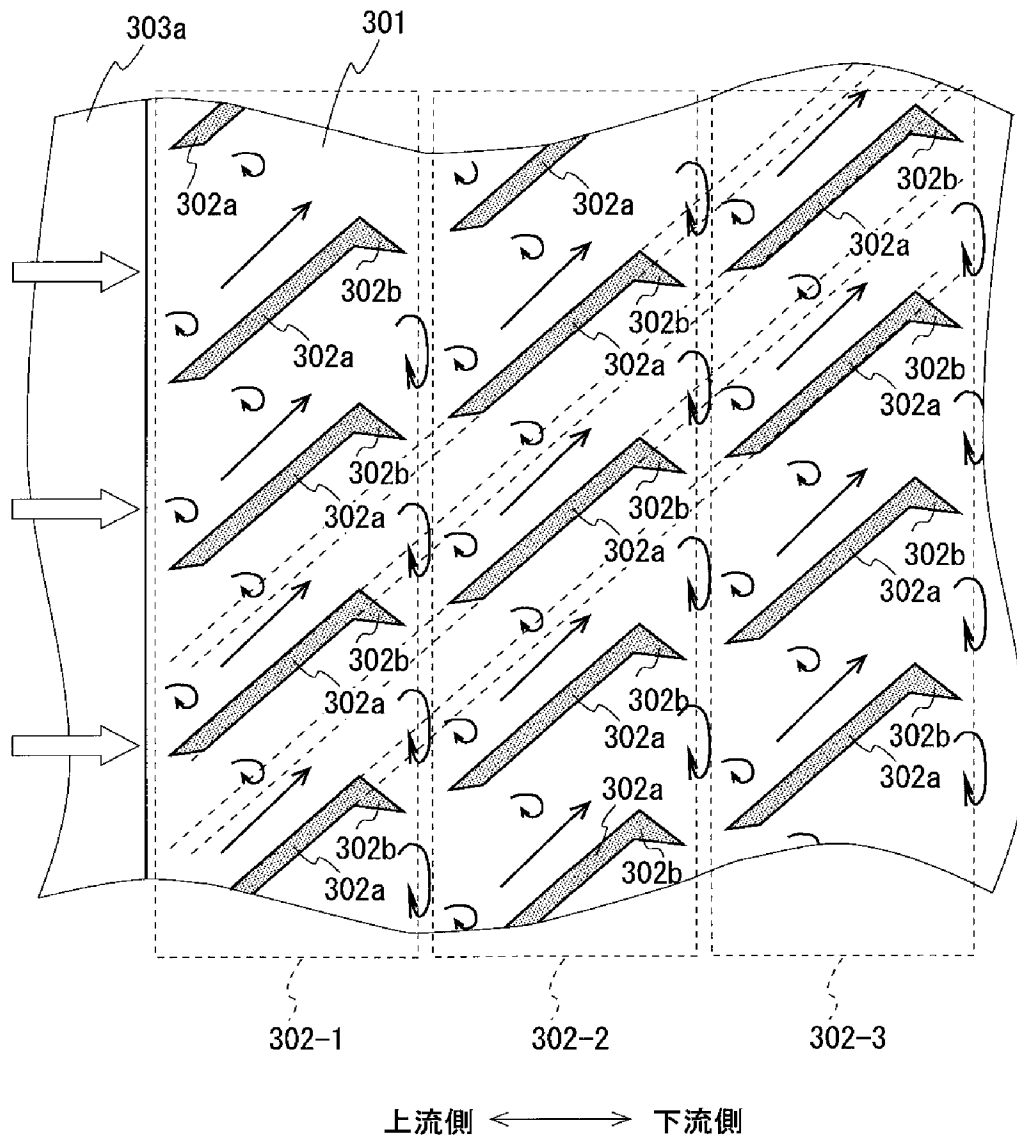
(a)



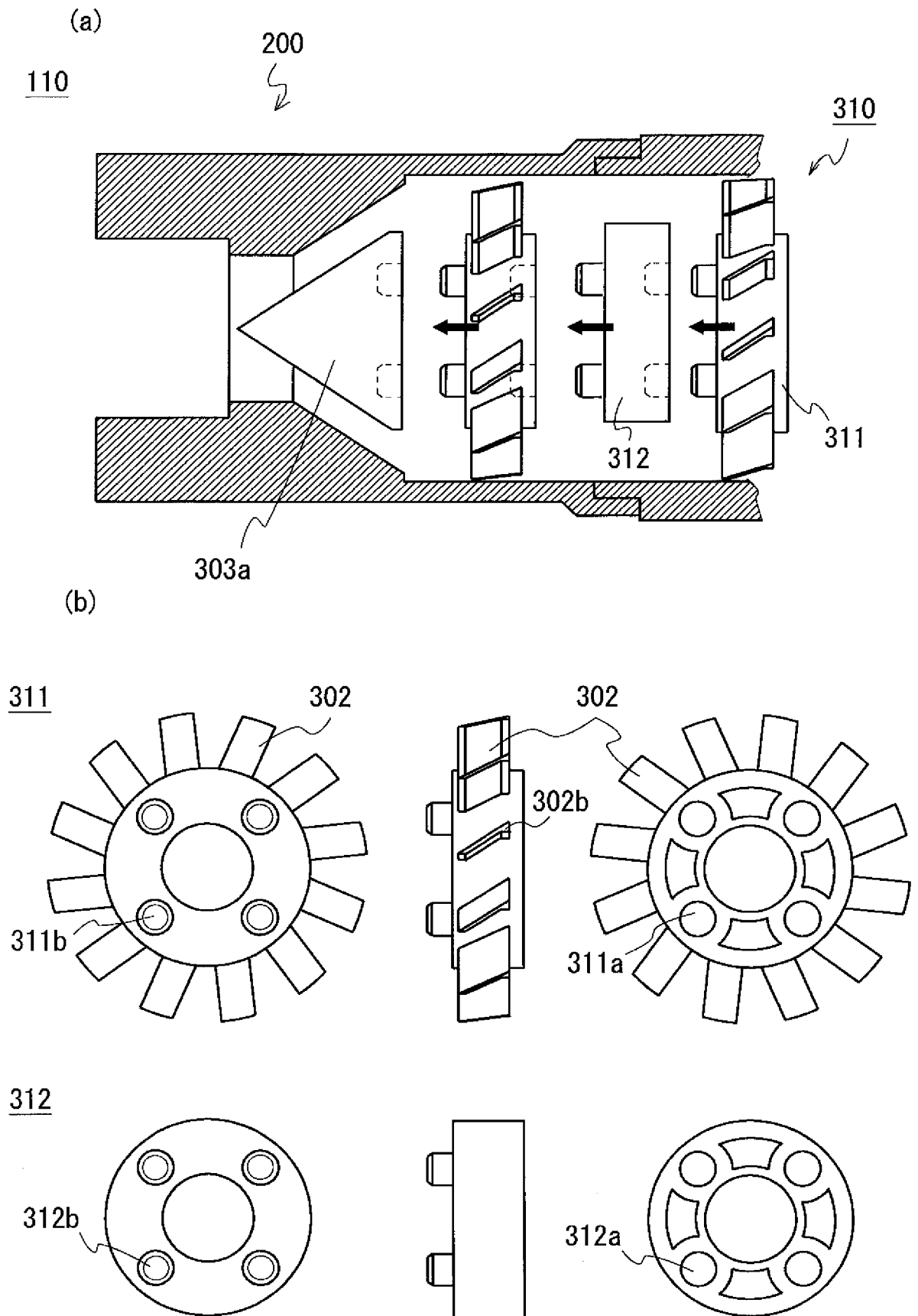
(b)



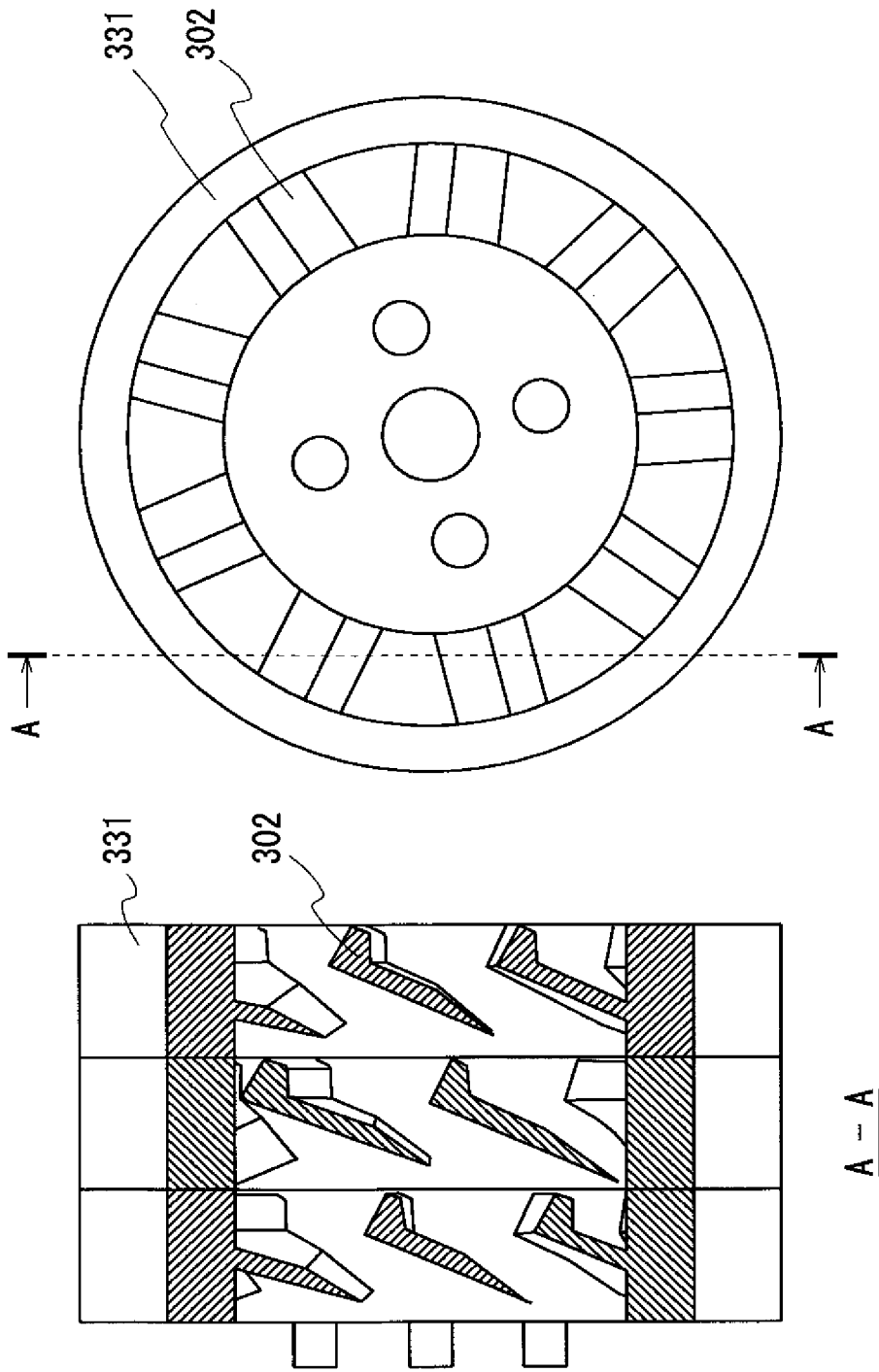
[図3]



[図4]

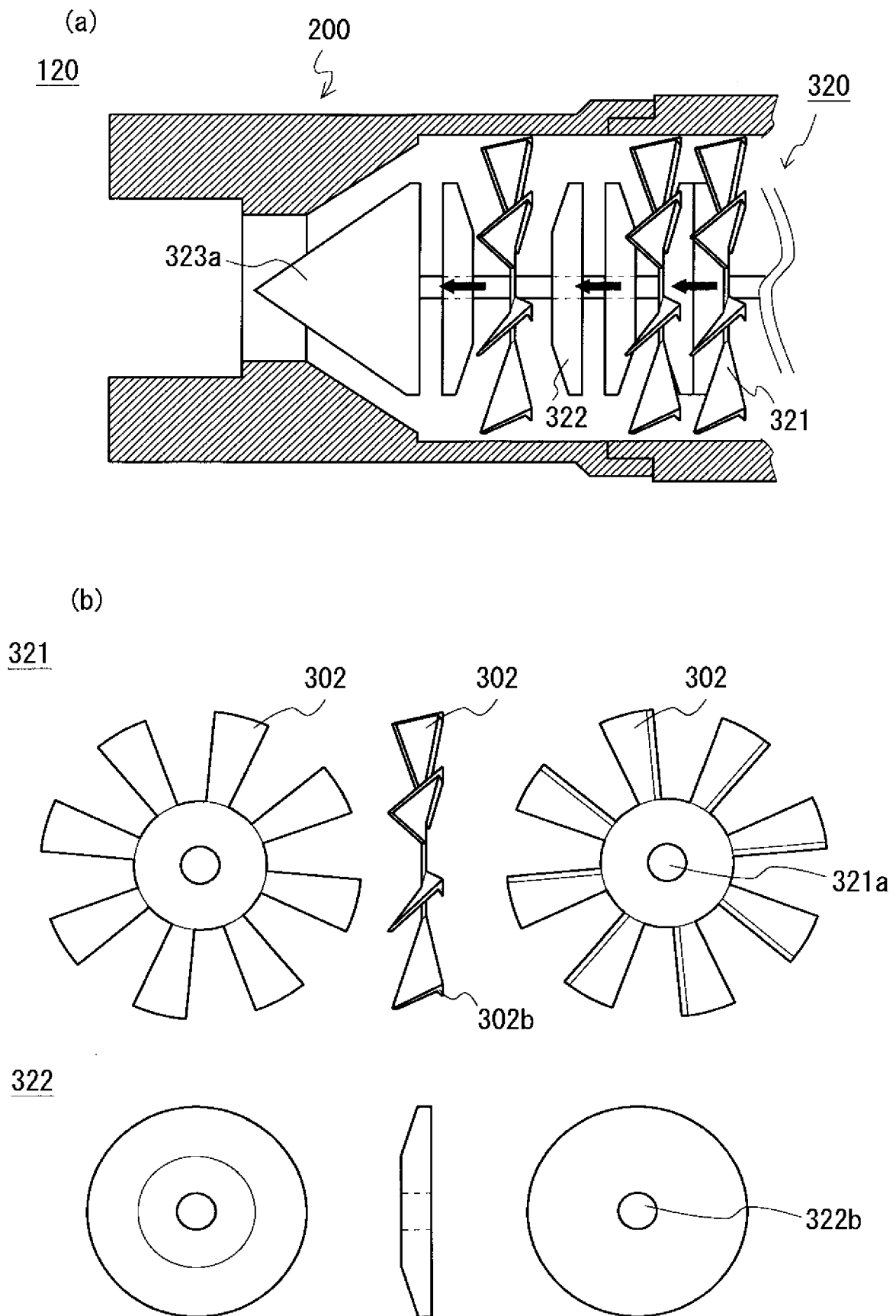


[図5]



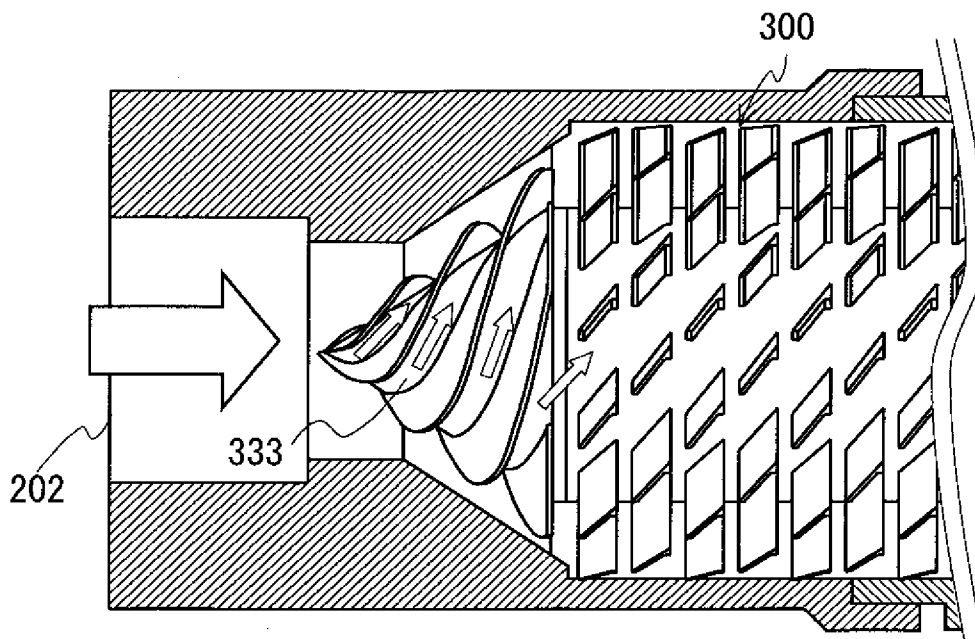
330

[図6]

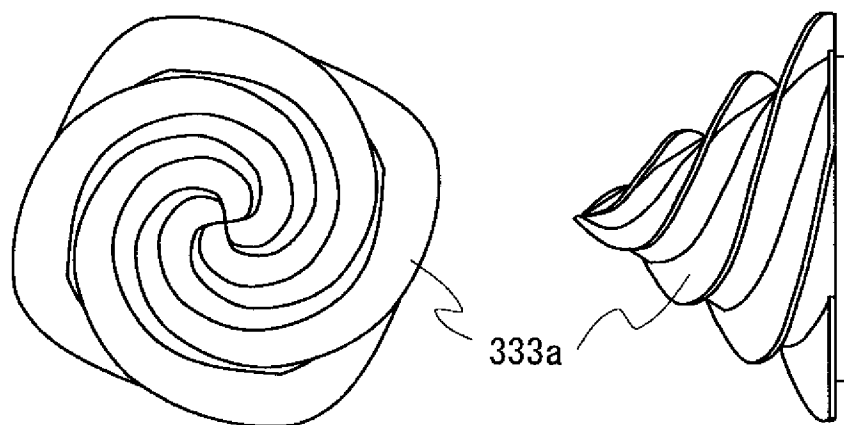


[図7]

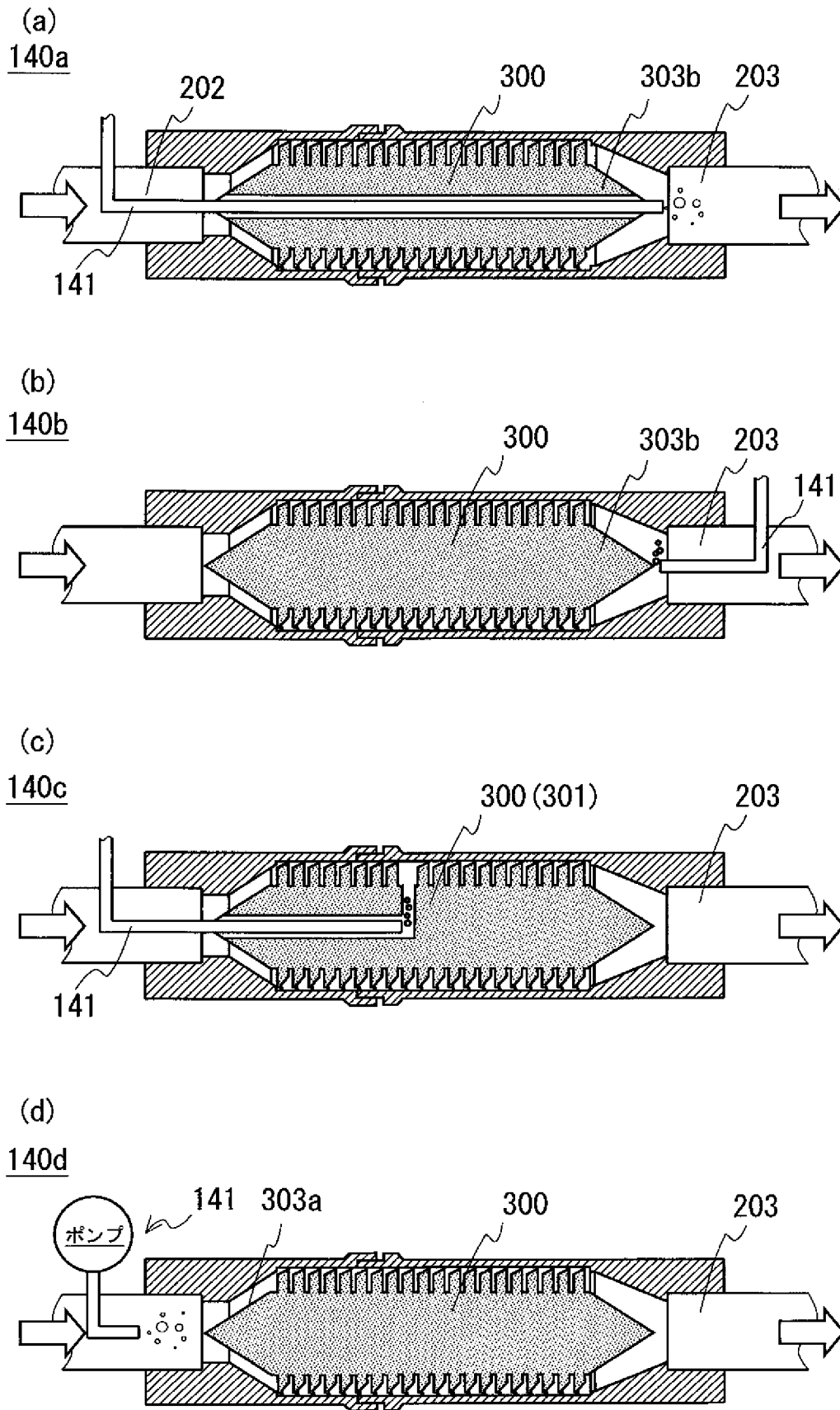
(a)

130

(b)

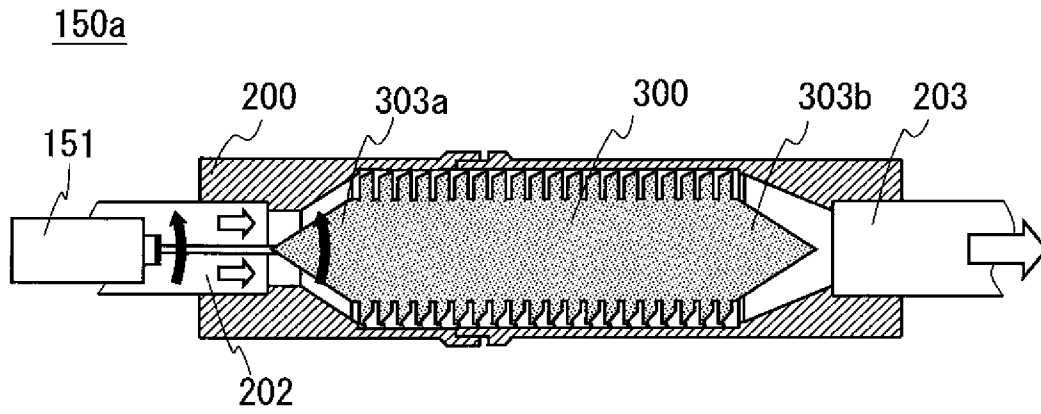
333

[図8]

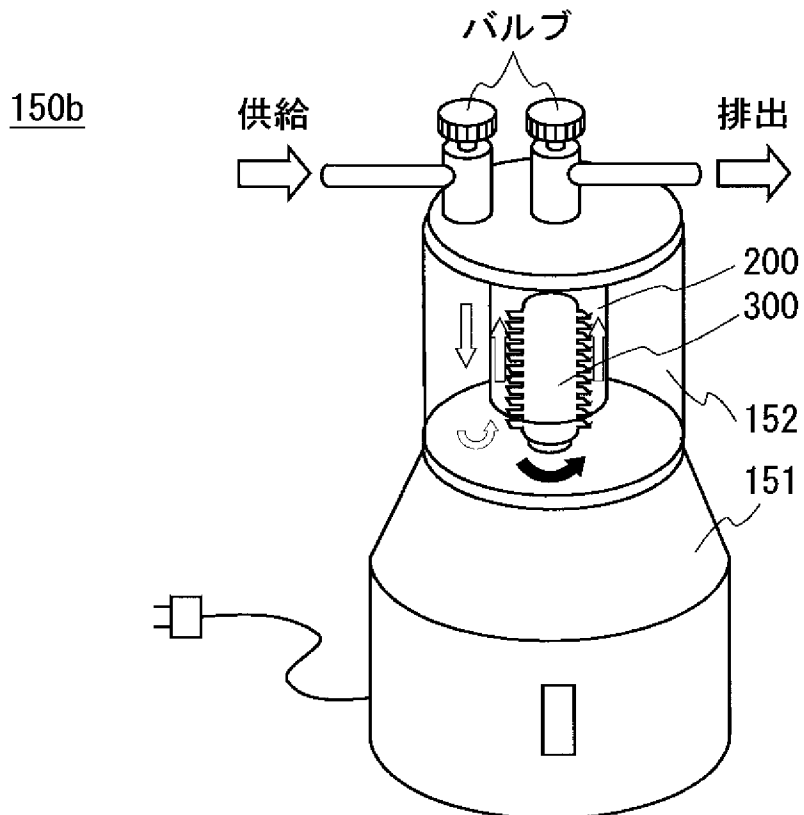


[図9]

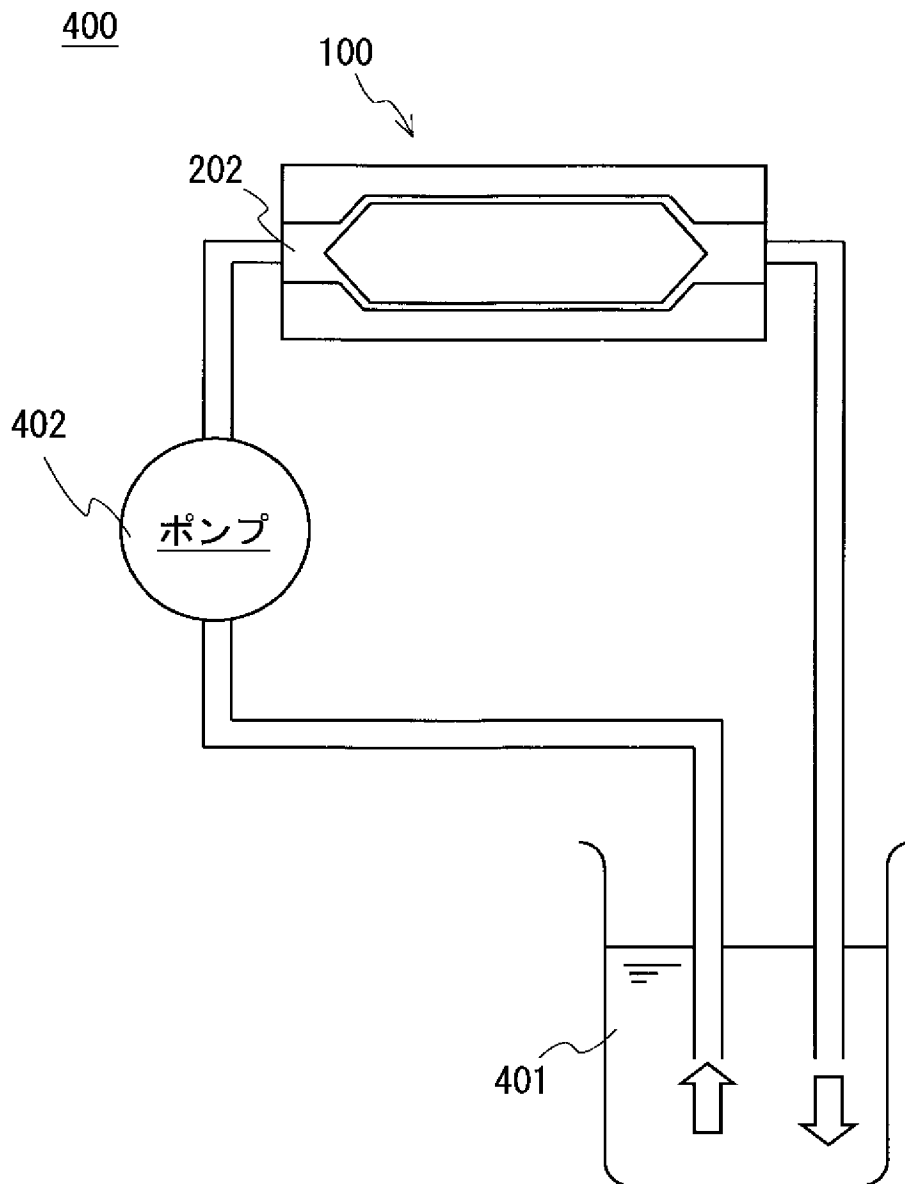
(a)



(b)



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. B01F5/00(2006.01) i, B01F3/04(2006.01) i, B01F7/02(2006.01) i, B01F7/08(2006.01) i, B01F7/16(2006.01) i, B01F7/24(2006.01) i, B01F15/02(2006.01) i 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. A01K63/04, B01F5/00, B01F3/04, B01F7/02, B01F7/08, B01F7/16, B01F7/24, B01F15/02, C02F1/72-78		
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 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018		
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.
Y	JP 2015-112558 A (MONOBE ENGINEERING KK) 22 June 2015, claims, Mode of carrying out the invention, embodiments, fig. 1-3, 10 (Family: none)	1-5
Y	JP 3184786 U (MORI, Akiyoshi) 18 July 2013, paragraphs [0008], [0012]-[0018], fig. 1-8 (Family: none)	1-5
A	JP 6205099 B1 (ART VERRE INTERNATIONAL CO., LTD.) 27 September 2017 (Family: none)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 09.10.2018		Date of mailing of the international search report 23.10.2018
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

International application No.

PCT/JP2018/032188

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6077627 B1 (MORI, Akiyoshi) 08 February 2017 (Family: none)	1-5
A	JP 2004-33962 A (BIC KOGYO KK) 05 February 2004 & US 2005/0051642 A1 & WO 2004/004916 A1 & EP 1541241 A1 & CA 2473608 A1 & TW 200408455 A & AT 454219 T	1-5
A	US 2016/0339399 A1 (GOI, L. H.) 24 November 2016 & GB 2531953 A & WO 2014/204399 A1 & CN 104394970 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B01F5/00(2006.01)i, B01F3/04(2006.01)i, B01F7/02(2006.01)i, B01F7/08(2006.01)i, B01F7/16(2006.01)i, B01F7/24(2006.01)i, B01F15/02(2006.01)i

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））
 Int.Cl. A01K63/04, B01F5/00, B01F3/04, B01F7/02, B01F7/08, B01F7/16, B01F7/24, B01F15/02, C02F1/72-78

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 1971-2018年
 日本国実用新案登録公報 1996-2018年
 日本国登録実用新案公報 1994-2018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
Y	JP 2015-112558 A (株式会社モノベエンジニアリング) 2015.06.22, 【特許請求の範囲】、実施形態、【実施例】、第1-3、10図（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 3184786 U (毛利 昭義) 2013.07.18, 【0008】、【0012】 - 【0018】、第1-8図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 6205099 B1 (株式会社アルベールインターナショナル) 2017.09.27, (ファミリーなし)	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。 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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 09.10.2018	国際調査報告の発送日 23.10.2018
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 中村 泰三 電話番号 03-3581-1101 内線 3468	4Q	9040
--	---	----	------

C (続き) . 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
A	JP 6077627 B1 (毛利 昭義) 2017. 02. 08, (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-33962 A (ビック工業株式会社) 2004. 02. 05, & US 2005/0051642 A1 & WO 2004/004916 A1 & EP 1541241 A1 & CA 2473608 A1 & TW 200408455 A & AT 454219 T	1-5
A	US 2016/0339399 A1 (GOI, Lai Huat) 2016. 11. 24, & GB 2531953 A & WO 2014/204399 A1 & CN 104394970 A	1-5