

(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
2012年8月9日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/105536 A1

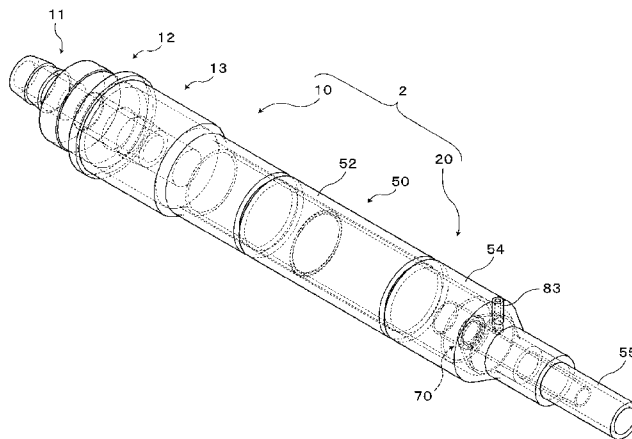
- (51) 国際特許分類:
B01F 5/04 (2006.01) B01F 5/00 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052095
- (22) 国際出願日: 2012年1月31日(31.01.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-018504 2011年1月31日(31.01.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人国立高等専門学校機構(INSTITUTE OF NATIONAL COLLEGES OF TECHNOLOGY, JAPAN) [JP/JP]; 〒1930834 東京都八王子市東浅川町701番2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 秦隆志 (HATA Takashi) [JP/JP]; 〒7838508 高知県南国市物部乙200番1 独立行政法人国立高等専門学校機構高知工業高等専門学校内 Kochi (JP).
- (74) 代理人: 松尾憲一郎 (MATSUO Kenichiro); 〒8100042 福岡県福岡市中央区赤坂1丁目10番17号 しんくみ赤坂ビル7階 Fukuoka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SUPER-MICRO BUBBLE GENERATOR

(54) 発明の名称: 超微細気泡発生器

[図2]



(57) Abstract: To generate uniform super-micro bubbles of nano-scale in a simple structure and at low cost, a super-micro bubble generator has a tubular casing provided with an opening for the introduction of a liquid at one end and an outlet for delivery of the liquid at the other end, and the tubular casing includes: a flow-rate increasing unit for increasing the flow rate of the liquid introduced from the introduction opening; a gas suction unit for drawing gas from the outside into the casing, wherein the pressure is decreased by a liquid current having the flow rate increased in the flow-rate increasing unit; and a super-micro bubble-including liquid generation unit for shearing, by the liquid current having the flow rate increased in the flow-rate increasing unit, the gas that is drawn by the gas suction unit and generating a liquid including super-micro bubbles, in this order, from the introduction opening to the outlet opening.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/105536 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ナノレベルに超微細化するとともに均一化した気泡を構造簡易で安価に発生させるために、一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、導入口から導入した液体の流速を増速させる流速増速部と、流速増速部にて流速が増速された液流により圧力低下したケーシング体内に外部から気体を吸引する気体吸引部と、気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて流速を増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される超微細気泡含有液体生成部を備えた。

明 細 書

発明の名称：超微細気泡発生器

技術分野

[0001] 本発明は、分散相としての気体と連続相としての液体を混合して気液混相となすとともに、分散された気泡を超微細化かつ均一化させて生成することが可能な超微細気泡発生器に関する。

背景技術

[0002] 従来、微細気泡発生器の一形態として、特許文献1に開示されたものがある。すなわち、特許文献1には、一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、ケーシング体の周壁に開口した吸気口から気体を導入して液体と混合させる気液混合部と、気液混合部から導出口側へ漸次拡径する拡径流路形成部と、拡径流路形成部の終端部に接続して気液混相を旋回流となす旋回流形成部と、旋回流形成部で形成された旋回流を一時的に滞留させる一時滞留部とを備えたマイクロバブル発生装置が開示されている。

[0003] かかるマイクロバブル発生装置では、次のようにしてマイクロバブルが形成される。すなわち、導入口から導入した液体と吸気口から導入した気体とを気液混合部で混合して気液混相となし、気液混相を拡径流路形成部を通して減速させながら気液混合流となす。そして、気液混合流を旋回流形成部に案内して旋回流となす。この際、気液混合流を形成する気体は微細な気泡となって分散される。さらに、旋回流は一時滞留部で一時的に流動しながら滞留されて、比較的大きな気泡は粉碎される。その後、微細な気泡（マイクロバブル）を含有する旋回流は導出口から導出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-21343

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところが、前記したマイクロバブル発生装置では、生成される気泡はマイクロレベル（数十～数百 μm ）であり、さらに微細化かつ均一化されたナノレベル（1 μm 未満）の気泡は生成されない。そのため、かかるマイクロバブル発生装置は、ナノレベルの気泡が求められる産業分野では利用できないという不具合がある。

[0006] そこで、本発明は、ナノレベルに超微細化するとともに均一化した気泡を構造簡易で安価に発生させることができる超微細気泡発生器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 請求項1記載の発明に係る超微細気泡発生器は、一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、導入口から導入した液体の流速を増速させる流速増速部と、流速増速部にて流速が増速された液流により圧力降下したケーシング体内に外部から気体を吸引する気体吸引部と、気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて流速を増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される超微細気泡含有液体生成部とを備えることを特徴とする。

[0008] かかる超微細気泡発生器では、導入口から導入した液体を流速増速部により増速させることができる。この際、流速増速部にて増速された液流によりケーシング体内の流速増速部における圧力は降下する。そのため、気体吸引部ではベンチュリ効果により外部から気体を吸引することができる。さらには、超微細気泡含有液体生成部において、気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される。

[0009] 請求項2記載の発明に係る超微細気泡発生器は、請求項1記載の発明に係る超微細気泡発生器であって、前記流速増速部は、前記ケーシング体の流路

断面よりも小さい流路断面となして、前記ケーシング体の軸線と同軸的に伸延する流速増速流路を具備し、前記気体吸引部は、前記ケーシング体の周壁の中途部に開口した吸気口と、吸気口に基端部が連通して前記流速増速流路の外周に同心円的に伸延する気体吸引流路とを具備し、前記超微細気泡含有液体生成部は、前記気体吸引流路の先端部と前記流速増速流路の先端部とが連通して、前記導出口に向けて伸延する超微細気泡含有液体生成流路を具備することを特徴とする。

[0010] かかる超微細気泡発生器では、流速増速部が具備する流速増速流路を、ケーシング体の流路断面よりも小さい流路断面となして、ケーシング体の軸線と同軸的に伸延させているため、液流の流速を堅実に増大させることができる。また、気体吸引部が具備する吸気口から気体を吸入するとともに、気体吸引流路を通して流速増速流路の外周に同心円的に気体を流入させることができる。超微細気泡含有液体生成部が具備する超微細気泡含有液体生成流路において、増速された液流となっている液体と、その外周を囲繞するように流動する気体とが混合される。この際、増速液流となっている液体の流速の大きい外周部が、その外周を流動する気体にせん断力を及ぼすことになる。その結果、超微細気泡含有液体生成流路では超微細化かつ均一化された気泡混じりの液体が効率的にかつ堅実に生成されて、導出口から導出される。

[0011] 請求項3記載の発明に係る超微細気泡発生器は、一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、導入口から導入した液体を旋回流となす旋回流形成部と、旋回流形成部にて形成された旋回流の流速を増速させる流速増速部と、流速増速部にて増速された旋回流により圧力低下したケーシング体内に外部から気体を吸引する気体吸引部と、気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて増速された旋回流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される超微細気泡含有液体生成部とを備えることを特徴とする。

[0012] かかる超微細気泡発生器では、導入口から導入した液体を旋回流形成部に

より旋回流となすことができる。そして、旋回流形成部にて形成された旋回流を流速増速部により増速させることができる。この際、流速増速部にて増速された旋回流によりケーシング体内の流速増速部における圧力は降下する。そのため、気体吸引部ではベンチュリ効果により外部から気体を吸引することができる。さらには、超微細気泡含有液体生成部において、気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて増速された旋回流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される。

[0013] 請求項4記載の発明に係る超微細気泡発生器は、請求項3記載の発明に係る超微細気泡発生器であって、前記旋回流形成部は、通過する液体を旋回流となす旋回手段と、旋回手段の下流側に前記ケーシング体の軸線に沿って伸延する旋回流案内流路とを具備し、前記流速増速部は、前記旋回流案内流路の流路断面よりも小さい流路断面となして、前記ケーシング体の軸線と同軸的に伸延する流速増速流路を具備し、前記気体吸引部は、前記ケーシング体の周壁の中途部に開口した吸気口と、吸気口に基端部が連通して前記流速増速流路の外周に同心円的に伸延する気体吸引流路とを具備し、前記超微細気泡含有液体生成部は、前記気体吸引流路の先端部と前記流速増速流路の先端部とが連通して、前記導出口に向けて伸延する超微細気泡含有液体生成流路を具備することを特徴とする。

[0014] かかる超微細気泡発生器では、旋回流形成部の旋回手段が通過する流体を旋回流となして、旋回手段の下流側においてケーシング体の軸線に沿って伸延する旋回流案内流路が旋回流を下流側へ案内する。そして、流速増速部が具備する流速増速流路は、旋回流案内流路の流路断面よりも小さい流路断面となして、ケーシング体の軸線と同軸的に伸延させているため、旋回流の流速を堅実に増大させることができる。また、気体吸引部が具備する吸気口から気体を吸入するとともに、気体吸引流路を通して流速増速流路の外周に同心円的に気体を流入させることができる。超微細気泡含有液体生成部が具備する超微細気泡含有液体生成流路において、旋回流となっている液体と、その外周を圍繞するように流動する気体とが混合される。この際、旋回流とな

っている液体の旋回強さの大きい外周部が、その外周を流動する気体に高せん断力を及ぼすことになる。その結果、超微細気泡含有液体生成流路では超微細化かつ均一化された気泡混じりの液体が効率的にかつ堅実に生成されて、導出口から導出される。

[0015] 請求項5記載の発明に係る超微細気泡発生器は、請求項4記載の発明に係る超微細気泡発生器であって、前記ケーシング体は、円筒状の第1分割片と、第1分割片の外周面先端部に嵌合する円筒状の第2分割片と、第2分割片の内周面先端部に嵌合する円筒状の第3分割片と、第3分割片の外周面先端部に嵌合する円筒状の第4分割片と、第4分割片の内周面先端部に嵌合する円筒状の第5分割片とを具備して、第4分割片を中途部の縮径部を介して基端部側よりも先端部側を縮径させて形成し、前記旋回手段は、前記第2分割片の内周面中途部に嵌合する円筒状の支持片と、支持片の先端縁部から軸線方向に向けて形成した旋回流形成片とを具備して、支持片を第2分割片内で第1分割片と第3分割片とにより軸線方向で挟持し、前記流速増速流路は、第4分割片の先端部側の内径よりも外径が小径で円筒状の流路形成片と、流路形成片の外周面基端部から下流側に張り出し状に形成した傘状支持片とを具備する増速流路形成体を第4分割片内に配置して形成して、傘状支持片の先端周縁部を第4分割片の縮径部に当接させるとともに、流路形成片の先端部を第4分割片の先端部内に同心円的に配置し、前記気体吸引流路は、流路形成片の外周面と第4分割片の先端部の内周面との間に円筒状に形成していることを特徴とする。

[0016] かかる超微細気泡発生器では、円筒状の第1～第5分割片を嵌合状態に接続することでケーシング体を形成している。そして、第4分割片は中途部の縮径部を介して基端部側よりも先端部側を縮径させて形成している。

[0017] このように構成することで、旋回手段が具備する円筒状の支持片を第2分割片の内周面中途部に嵌合するとともに、支持片を第2分割片内で第1分割片と第3分割片とにより軸線方向で挟持して簡単に位置決めすることができる。

[0018] また、流速増速流路は第4分割片内に増速流路形成体を配置することで形成している。すなわち、増速流路形成体は、第4分割片の先端部側の内径よりも外径が小径で円筒状の流路形成片と、流路形成片の外周面基端部から下流側に張り出し状に形成した傘状支持片とを具備している。

[0019] このように構成することで、傘状支持片の先端周縁部を第4分割片の縮径部に当接させるとともに、流路形成片の先端部を第4分割片の先端部内に同心円的に配置することができる。そして、気体吸引流路を流路形成片の外周面と第4分割片の先端部の内周面との間に円筒状に形成することができる。つまり、増速流路形成体を第4分割片内に配置するだけで、旋回流案内流路と流速増速流路と気体吸引流路と超微細気泡含有液体生成流路を簡単かつ堅実に区画して形成することができる。そのため、増速旋回流となっている液体の外周は、吸引された気体により円筒状に囲繞される。そして、囲繞している円筒状の気体にはその内方から旋回力の強い旋回流の外周部が高せん断力を及ぼす。つまり、旋回流の中心側ではなく、それよりも比較的旋回力の強い外周側において、その外周を囲繞している円筒状の気体の全内周面に高せん断力を全面的に作用させることができる。そのため、超微細気泡含有液体生成流路では、吸引された気体が効率良く超微細化かつ均一化される。その結果、超微細気泡含有液体生成流路では超微細化かつ均一化された気泡混じりの液体が堅実に生成される。

発明の効果

[0020] 本発明は次のような効果を奏する。すなわち、本発明に係る超微細気泡発生器は、超微細化かつ均一化されたナノレベル（1 μ m未満）の気泡を短時間に大量生成して安定提供することができる。また、超微細気泡発生器は、合成樹脂により安価にかつ軽量にかつコンパクトに製造することができる。そのため、かかる超微細気泡発生器は、ナノレベルの気泡が求められる産業分野において幅広く利用することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態としての超微細気泡発生装置の説明図。

- [図2]第1実施形態としての超微細気泡発生器の斜視説明図。
- [図3]第1実施形態としての超微細気泡発生器の正面説明図。
- [図4]第1実施形態としての超微細気泡発生器の断面正面説明図。
- [図5]第1実施形態としての超微細気泡発生器の拡大断面正面説明図。
- [図6]第1実施形態としての超微細気泡発生器の流れ状態の拡大断面正面説明図。
- [図7]第1実施形態としての超微細気泡発生器の斜視分解説明図。
- [図8]第2実施形態としての超微細気泡発生装置の説明図。
- [図9]第2実施形態としての超微細気泡発生器の斜視説明図。
- [図10]第2実施形態としての超微細気泡発生器の正面説明図。
- [図11]第2実施形態としての超微細気泡発生器の断面正面説明図。
- [図12]第2実施形態としての超微細気泡発生器の拡大断面正面説明図。
- [図13]第2実施形態としての超微細気泡発生器の流れ状態の拡大断面正面説明図。
- [図14]第2実施形態としての超微細気泡発生器の斜視分解説明図。
- [図15]旋回手段の側面説明図。
- [図16]第1変形例としての旋回流手段の取付斜視説明図。
- [図17]第1変形例としての旋回流手段の上流側斜視図（a）、下流側斜視図（b）、正面図（c）、上流側側面図（d）、下流側側面図（e）。
- [図18]第2変形例としての旋回流手段の取付斜視説明図。
- [図19]第2変形例としての旋回流手段の上流側斜視図（a）、下流側斜視図（b）、正面図（c）、上流側側面図（d）、下流側側面図（e）。
- [図20]第2実施形態に係る超微細気泡発生装置により生成された混合流体が含有する超微細気泡の粒子径の測定結果を示すグラフ。
- [図21]第1実施形態に係る超微細気泡発生装置と、第1変形例としての旋回流手段を装備した第2実施形態に係る超微細気泡発生装置の超微細気泡含有液体生成流路における自吸空気圧を検出した結果を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に、本発明に係る第1実施形態と第2実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0023] [第1実施形態]

図1に示す1は第1実施形態としての超微細気泡発生装置であり、超微細気泡発生装置1は、図1に示すように、連続相としての液体F1と分散相として気体F2を混合するとともに、気体F2を超微細かつ均一な気泡となし、気液混合相としての混合流体F3を生成する装置である。ここで、本実施形態では、液体F1は水であり、気体F2は空気である。そして、混合流体F3は超微細な気泡混じりの液体（超微細気泡含有液体）である。

[0024] （第1実施形態としての超微細気泡発生装置1の説明）

第1実施形態としての超微細気泡発生装置1は、図1に示すように、第1実施形態としての超微細気泡発生器2と、超微細気泡発生器2に供給するための液体F1を収容する液体収容部3と、超微細気泡発生器2により生成された混合流体F3を収容する混合流体収容部4とを備えている。超微細気泡発生器2の一端側（基端側）には、第1連通路としての第1連通パイプ5を介して、ポンプPの吐出口（図示せず）を連通連結している。ポンプPの吸込口（図示せず）には、第2連通路としての第2連通パイプ6を介して、液体F1を収容した液体収容部3を連通連結している。超微細気泡発生器2の他端側（先端側）には、第3連通路としての第3連通パイプ7を介して、混合流体F3を収容する混合流体収容部4を連通連結している。

[0025] このように構成して、ポンプPを作動させることで、第2連通パイプ6を通して液体収容部3内の液体F1をポンプPの吸込口から吸い込むとともに、ポンプPの吐出口から液体F1を超微細気泡発生器2に吐出することができる。そして、加圧された液体F1が超微細気泡発生器2内に導入される一方、超微細気泡発生器2内には別途気体F2が吸入されて、超微細気泡発生器2内で液体F1と気体F2とが混合されて混合流体F3が生成されるようにしている。そして、混合流体F3は第3連通パイプ7を通して混合流体収容部4に収容されるようにしている。また、混合流体F3は、混合流体収容

部4から回収することができる。

[0026] (第1実施形態としての超微細気泡発生器2の説明)

第1実施形態としての超微細気泡発生器2は、図2～図4に示すように、接続体10と気泡発生器本体20を、同一軸線上に直状に配置するとともに連通連結して形成している。

[0027] 接続体10は、第1連通パイプ5に気泡発生器本体20を連通状態に接続するためのものである。すなわち、接続体10は、第1接続片11と第2接続片12と第3接続片13とから構成している。

[0028] 第1接続片11は、円筒状の第1接続本片11aと、第1接続本片11aの外周面中途部に外方へ張り出し鏝状に形成した第1係止用鏝片11bとを合成樹脂により一体成形している。第1接続本片11aの基端部は、可撓性樹脂により成形した第1連通パイプ5の先端部に着脱自在に嵌入させて接続可能としている。第1接続片11は、第1係止用鏝片11bが後述する第2接続本片12aの基端側端面に当接して係止される。

[0029] 第2接続片12は、円筒状に形成した第2接続本片12aと、第2接続本片12aの外周面基端部に外方張り出し鏝状に形成した第2係止用鏝片12bとを弾性ゴム素材により一体成形している。第2接続本片12aには、第1接続本片11aの先端部を着脱自在に嵌入させて接続可能としている。第2接続片12は、第2係止用鏝片12bが後述する第3接続本片13aの基端部側半部13a端面に当接して係止される。

[0030] 第3接続片13は、合成樹脂により円筒状に形成するとともに、基端部側半部13aの内径を第2接続本片12aの外径と略同一に形成する一方、先端部側半部13bを基端部側半部13aよりもやや小径に縮径させて形成している。基端部側半部13aには、第2接続本片12aの先端部を着脱自在に嵌入させて接続可能としている。先端部側半部13bには、後述する気泡発生器本体20の第1分割片51を着脱自在に嵌入させて接続可能としている。

[0031] 気泡発生器本体20は、図2～図7に示すように、一端に液体F1を導入

する導入口30を有するとともに、他端に混合流体F3を導出する導出口40を有する直状かつ円筒状のケーシング体50内に、導入口30から導出口40に向けて順次、流速増速部70と気体吸引部80と超微細気泡含有液体生成部90とを備えている。

[0032] 流速増速部70は、ケーシング体50内に導入された液流を増速させるようにしており、ケーシング体50内の流路断面よりも小さい流路断面となして、ケーシング体50の軸線と同軸的に伸延する流速増速流路71を具備している。

[0033] 気体吸引部80は、流速増速部70にて増速された液流により圧力低下した（大気圧に対して真空圧となる）ケーシング体50内に、外部から気体F2をベンチュリ効果で吸引するようにしており、ケーシング体50の周壁の中途部に開口した吸気口81と、吸気口81に基端部が連通して流速増速流路71の外周に同心円的に伸延する気体吸引流路82とを具備している。ここで、気体F2の吸入量は、第1連通パイプ5中を流れる液体F1の流量の2%~4%、望ましくは3%前後（STP；0℃、1気圧）に設定することができる。83は吸気口81に連通連結して立設した吸気接続パイプ、84は吸気接続パイプ83の上端部に接続した吸気パイプであり、吸気パイプ84の上端開口部から外気である空気を吸引することができる。また、吸気パイプ84には流量調節弁（図示せず）を取り付けることで気体F2の吸入量を可変可能とすることができる。

[0034] 超微細気泡含有液体生成部90は、気体吸引部80にて吸引された気体F2が流速増速部70にて増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体、つまり混合流体F3が生成されるようにしており、気体吸引流路82の先端部と流速増速流路71の先端部とが連通して、導出口40に向けて伸延する超微細気泡含有液体生成流路91を具備している。

[0035] ケーシング体50は、円筒状の第1分割片51と、第1分割片51の外周面先端部に嵌合する円筒状の第2分割片52と、第2分割片52の内周面先端部に嵌合する円筒状の第3分割片53と、第3分割片53の外周面先端部

に嵌合する円筒状の第4分割片54と、第4分割片54の内周面先端部に嵌合する円筒状の第5分割片55とを具備している。そして、第4分割片54は、中途部の縮径部56を介して基端部側よりも先端部側を縮径させて形成している。

[0036] 流速増速流路71は、図5に示すように、第4分割片54内に増速流路形成体72を配置して形成している。すなわち、増速流路形成体72は、第4分割片54の先端部側の内径よりも外径が小径で円筒状の流路形成片73と、流路形成片73の外周面基端部から下流側に張り出し状に形成した傘状支持片74とを具備している。そして、傘状支持片74の先端周縁部を第4分割片54の縮径部56に当接させるとともに、流路形成片73の先端部を第4分割片54の先端部内に同心円的に配置している。流路形成片73の先端部は、上流側から下流側に漸次縮径させて、内周テーパ面92と外周テーパ面93を形成している。図5中、L1は流路形成片73の長手幅（筒長）、W1は流路形成片73の基端開口部の内径、W2は流路形成片73の先端開口部の内径、W3は第5分割片55の内径、W4は第5分割片55の外径、W5は流路形成片73の外周面と第5分割片55の内周面との最小間隔、W6は流路形成片73の外周テーパ面93と第5分割片55の内周面との間に形成される最大間隔である。

[0037] このように構成して、流路形成片73の先端部の内部を流動する液流は内周テーパ面92に沿って流速を増大させながら流動する一方、流路形成片73の先端部の外部を流動する気流は外周テーパ面93に沿って流速を減速させるとともに流量を増大させながら流動する。そのため、流速が増大された液流と流量が増大された気流が合流した際には、液流が気流に大きなせん断力を付与して超微細かつ均一な気泡を大量に生成することができる。つまり、内周テーパ面92と外周テーパ面93のテーパ角を調整することで気泡の大きさや量を制御することができる。

[0038] 気体吸引流路82は、流路形成片73の外周面と第4分割片54の先端部の内周面との間に形成される間隙、そして、流路形成片73の外周面と第5

分割片 55 の先端部の内周面との間に形成される間隙であり、気体吸引流路 82 は、流速増速流路 71 の先端部側の外周に円筒状に形成されている。

[0039] 第 1 実施形態は、上記のように構成しているものであり、次のような作用効果を奏する。すなわち、図 4 及び図 6 に示すように、超微細気泡発生器 2 では、導入口 30 から導入した液体 F1 が流速増速部 70 により増速される。すなわち、流速増速部 70 が具備する流速増速流路 71 は、旋回流案内流路 62 の流路断面の略四分の一である小さい流路断面となして、ケーシング体 50 の軸線と同軸的に伸延させているため、液体 F1 の液流の流速を堅実に増大させることができる。ここで、液流の流速の調整は、流速増速流路 71 の流路断面を適宜調整することで行うことができる。したがって、緩速的な流速で導入された液体 F1 であっても、液流は適宜増速させて所望の混合液体 F3 を生成することができる。

[0040] そして、流速増速部 70 にて増速された液流により、ケーシング体 50 内の流速増速部 70 における圧力は降下する。そのため、気体吸引部 80 では吸気口 81 を通してベンチュリ効果により外部から外気である気体 F2 を吸入するとともに、気体吸引流路 82 を通して流速増速流路 71 の外周に同心円的に気体 F2 を流入させることができる。

[0041] さらには、超微細気泡含有液体生成部 90 において、気体吸引部 80 にて吸引された気体 F2 が流速増速部 70 にて流速が増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される。すなわち、超微細気泡含有液体生成流路 91 において、増速液流となっている液体 F1 の外周は、吸引された気体により円筒状に囲繞される。そして、囲繞している円筒状の気体 F2 にはその内方から増速液流の外周部が引き摺るように高せん断力を及ぼす。つまり、旋回流の中心側ではなく、それよりも比較的旋回力の強い外周側において、その外周を囲繞している円筒状の気体 F2 の全内周面に高せん断力を全面的に作用させることができる。そのため、超微細気泡含有液体生成流路 91 では、吸引された気体 F2 が効率良く超微細化かつ均一化される。その結果、超微細気泡含有液体生成流路 91 では超微細化かつ均一化さ

れた気泡混じりの液体（混合流体 F 3）が堅実に生成されて、導出口 4 0 から混合流体 F 3 が導出される。

[0042] ここで、ケーシング体 5 0 は、円筒状の第 1～第 5 分割片 5 1～5 5 を嵌合状態に接続することで形成しており、第 4 分割片 5 4 は中途部の縮径部 5 6 を介して基端部側よりも先端部側を縮径させて形成している。

[0043] 流速増速流路 7 1 は、傘状支持片 7 4 の先端周縁部を第 4 分割片 5 4 の縮径部 5 6 に当接させるとともに、流路形成片 7 3 の先端部を第 4 分割片 5 4 の先端部内に同心円的に配置して、気体吸引流路 8 2 を流路形成片 7 3 の外周面と第 4 分割片 5 4 の先端部の内周面との間に円筒状に形成することができる。つまり、増速流路形成体 7 2 を第 4 分割片 5 4 内に配置するだけで、旋回流案内流路 6 2 と流速増速流路 7 1 と気体吸引流路 8 2 と超微細気泡含有液体生成流路 9 1 を簡単かつ堅実に区画して形成することができる。

[0044] [第 2 実施形態]

図 8 に示す 1 は第 2 実施形態としての超微細気泡発生装置であり、超微細気泡発生装置 1 は、基本的構造を第 1 実施形態としての超微細気泡発生装置 1 と同じくしているが、第 1 実施形態としての超微細気泡発生器 2 に代えて第 2 実施形態としての超微細気泡発生器 2 を採用している点で異なる。

[0045] （第 2 実施形態としての超微細気泡発生器 2 の説明）

第 2 実施形態としての超微細気泡発生器 2 は、図 2～図 4 に示すように、基本的構造を第 1 実施形態としての超微細気泡発生器 2 と同じくするが、旋回流形成部 6 0 を具備している点で異なる。

[0046] すなわち、気泡発生器本体 2 0 は、図 9～図 1 5 に示すように、一端に液体 F 1 を導入する導入口 3 0 を有するとともに、他端に混合流体 F 3 を導出する導出口 4 0 を有する直状かつ円筒状のケーシング体 5 0 内に、導入口 3 0 から導出口 4 0 に向けて順次、旋回流形成部 6 0 と流速増速部 7 0 と気体吸引部 8 0 と超微細気泡含有液体生成部 9 0 とを備えている。

[0047] 旋回流形成部 6 0 は、導入口 3 0 から導入した液体 F 1 を旋回流となすようにしており、通過する流体 F 1 を旋回流となす旋回手段 6 1 と、旋回手段

61の下流側にケーシング体50の軸線に沿って伸延する旋回流案内流路62とを具備している。旋回流案内流路62はケーシング体50の一部を形成する第3分割片53の内周面に沿って直状に形成されている。

[0048] 旋回手段61は、図6にも示すように、第2分割片52の内周面中途部に嵌合する略円筒状の支持片63と、支持片63の先端縁部から軸線方向に向けて捩れ状に対向させて形成した一对の旋回流形成片64,64とを具備している。支持片63は、第2分割片52内で第1分割片51と第3分割片53とにより軸線方向で挟持されて位置決めされる。液体F1は、捩れ状に対向する一对の旋回流形成片64,64間を通過する際に、旋回流形成片64,64から捩れ作用を受けて旋回流となる。そして、旋回流は旋回流案内流路62を通して下流側の流速増速部70に案内されるようにしている。

[0049] 第2実施形態は、上記のように構成しているものであり、次のような作用効果を奏する。すなわち、図11及び図13に示すように、超微細気泡発生器2では、導入口30から導入した液体F1を旋回流形成部60により旋回流となすことができる。この際、旋回流形成部60の旋回手段61が通過する液体F1を旋回流となして、旋回手段61の下流側においてケーシング体50の軸線に沿って伸延する旋回流案内流路62が旋回流を下流側へ案内する。

[0050] 旋回流形成部60にて形成された旋回流は、流速増速部70により増速される。すなわち、流速増速部70が具備する流速増速流路71は、旋回流案内流路62の流路断面の略四分の一である小さい流路断面となして、ケーシング体50の軸線と同軸的に伸延させているため、旋回流の流速を堅実に増大させることができる。ここで、旋回流の流速の調整は、流速増速流路71の流路断面を適宜調整することで行うことができる。したがって、緩速的な流速で導入された液体F1の液流であっても、液流を旋回流となし、さらには、旋回流を適宜増速させることができる。

[0051] そして、流速増速部70にて増速された旋回流により、ケーシング体50内の流速増速部70における圧力は降下する。そのため、気体吸引部80で

は吸気口 8 1 を通してベンチュリ効果により外部から外気である気体 F 2 を吸入するとともに、気体吸引流路 8 2 を通して流速増速流路 7 1 の外周に同心円的に気体 F 2 を流入させることができる。

[0052] さらに、超微細気泡含有液体生成部 9 0 において、気体吸引部 8 0 にて吸引された気体 F 2 が流速増速部 7 0 にて増速された旋回流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される。すなわち、超微細気泡含有液体生成流路 9 1 において、増速旋回流となっている液体 F 1 の外周は、吸引された気体により円筒状に囲繞される。そして、囲繞している円筒状の気体 F 2 にはその内方から旋回力の強い旋回流の外周部が高せん断力を及ぼす。つまり、旋回流の中心側ではなく、それよりも比較的旋回力の強い外周側において、その外周を囲繞している円筒状の気体 F 2 の全内周面に高せん断力を全面的に作用させることができる。そのため、超微細気泡含有液体生成流路 9 1 では、吸引された気体 F 2 が効率良く超微細化かつ均一化される。その結果、超微細気泡含有液体生成流路 9 1 では超微細化かつ均一化された気泡混じりの液体（混合流体 F 3）が堅実に生成されて、導出口 4 0 から混合流体 F 3 が導出される。

[0053] 旋回手段 6 1 が具備する円筒状の支持片 6 3 は、第 2 分割片 5 2 の内周面中途部に嵌合するとともに、支持片 6 3 を第 2 分割片 5 2 内で第 1 分割片 5 1 と第 3 分割片 5 3 とにより軸線方向で挟持して簡単に位置決めすることができる。つまり、旋回手段 6 1 の組み付け作業（第 2 実施形態としての超微細気泡発生器 2 となす場合）と、取り外し作業（第 1 実施形態としての超微細気泡発生器 2 となす場合）を簡単かつ堅実に行うことができる。

[0054] （第 1 変形例としての旋回流手段 6 1 の説明）

図 1 6 は、第 1 変形例としての旋回流手段 6 1 を示している。かかる旋回流手段 6 1 は、図 1 7 にも示すように、直状に伸延する棒状の軸芯部 1 0 0 と、軸芯部 1 0 0 の周面から半径方向（放射線方向）に突設した複数（本実施形態では 4 片）の板状の旋回流形成案内片 1 0 1 とを、合成樹脂（例えば、ポリブチレンテレフタレート（PBT））を削出加工して、表面を滑らか

に（液体F1である水との摩擦が少ないように）成形している。すなわち、旋回流手段61は、棒状の軸芯部100の周面から肉厚板状の4つの案内本片102を一定の間隔をあけて延設して断面十字状に形成し、各案内本片102の両側面には基端部から先端部にかけて円弧状凹面103を形成するとともに、隣接する案内本片102同士の円弧状凹面103の基端縁部が連続する円弧面となしている。そして、各案内本片102の中途部が最小肉厚で、各案内本片102の先端部が最大肉厚となるように形成している。

[0055] しかも、旋回流手段61の上流側の端面と下流側の端面は、一定のねじれ角 θ （例えば、 $\theta = 45^\circ \sim 60^\circ$ ）を形成するように、旋回流形成案内片101の上流側から下流側への伸延方向を軸芯部100の軸線方向とねじれの位置に配置している。軸芯部100の軸線方向とねじれの位置に配置した4つの旋回流形成案内片101は、ほぼ並行させて配置されるとともに、隣接する旋回流形成案内片101間に軸芯部100の軸線廻りに捩れ状の旋回流形成案内路104が4本形成されるようにしている。

[0056] 各案内本片102の先端部の上流側部には係合用位置決め用の膨出部105を形成している。また、第3分割片53の内周面の上流側端部には膨出部105と整合して、膨出部105が係合自在の係合凹部106を周面周りに4つ形成している。そして、第3分割片53の上流側端部は、第1分割片51側に伸延させて形成して、第2分割片52内において第3分割片53の上流側端面と第1分割片51の下流側端面を当接させている。

[0057] 上記のように構成して、第3分割片53内に旋回流手段61を上流側から下流側に挿入するとともに、各係合凹部106に膨出部105を挿入して係合し、同状態にて、第2分割片52内において第3分割片53の上流側端面と第1分割片51の下流側端面を当接させることで、旋回流手段61が軸線方向ないしは周面周りに移動するのを規制することができる。この際、旋回流形成案内片101の先端面は、第3分割片53の内周面に密着状に面接している。そのため、第3分割片53内に流入した液流は、第3分割片53内に配置された旋回流形成案内路104に沿って上流側から下流側へ流動され

ることで、堅実に旋回流となされる。

[0058] (第2変形例としての旋回流手段61の説明)

図18は、第2変形例としての旋回流手段61を示している。かかる旋回流手段61は、図19にも示すように、直状に伸延する棒状の軸芯部100と、軸芯部100の周面から半径方向(放射線方向)に突設した複数(本実施形態では4片)の板状の旋回流形成案内片101とを、合成樹脂(例えば、ABS樹脂)により一体に積層製作している。すなわち、旋回流手段61は、断面正八角形の棒状の軸芯部100の周面から均一肉厚の四角形板状の4つの案内本片102を軸芯部100の一つおきの各片から延設して断面十字状に形成している。

[0059] しかも、旋回流手段61の上流側の端面と下流側の端面は、一定のねじれ角 θ (例えば、 $\theta = 45^\circ \sim 60^\circ$)を形成するように配置し、案内本片102の上流側半部は上流側から下流側への伸延方向を軸芯部100の軸線方向と平行に配置するとともに、案内本片102の下流側半部は上流側から下流側への伸延方向を軸芯部100の軸線方向とねじれの位置に配置している。つまり、軸芯部100の軸線方向とねじれの位置に配置した4つの旋回流形成案内片101は、「へ」の字状に屈曲させて形成して、案内本片102の上流側半部が軸芯部100の軸線とほぼ並行させて配置されるとともに、案内本片102の下流側半部が軸芯部100の軸線廻りに捩れ状にほぼ並行させて配置されて、隣接する旋回流形成案内片101間に案内本片102の中途部が屈曲された旋回流形成案内路104が4本形成されるようにしている。

[0060] 各案内本片102の先端部の上流側部には係合用位置決め用の膨出部106を形成している。また、第2分割片52の内周面上流側端部には膨出部105と整合して、膨出部105が係合自在の係合凹部106を周面周りに4つ形成している。そして、第3分割片53の上流側端部は、第1分割片51側に伸延させて形成して、第2分割片52内において第3分割片53の上流側端面と第1分割片51の下流側端面を当接させている。

[0061] 上記のように構成して、第3分割片53内に旋回流手段61を上流側から下流側に挿入するとともに、各係合凹部106に膨出部105を挿入して係合し、同状態にて、第2分割片52内において第3分割片53の上流側端面と第1分割片51の下流側端面を当接させることで、旋回流手段61が軸線方向ないしは周面周りに移動するのを規制することができる。この際、旋回流形成案内片101の先端面は、第3分割片53の内周面に密着状に面接している。そのため、第3分割片53内に流入した液流は第3分割片53内に配置された旋回流形成案内路104に沿って上流側から下流側へ流動されることで、堅実に旋回流となされる。

[0062] なお、第1・第2実施形態の吸気接続パイプ83は空気以外の気体源に接続することもできるが、気体源以外の流体源、例えば、液体源に接続することもできる。すなわち、第1・第2実施形態の超微細気泡発生器は、連続相としての液体源に接続体10を接続する一方、分散相としての液体源に吸気接続パイプ83を接続することにより、連続相としての液体と分散相としての液体を混合して液・液混相となすとともに、分散された液体を超微細化かつ均一化させて生成する超微細液滴発生器としても適用することができる。

実施例

[0063] [第1実施例]

第1実施例では、第2実施形態に係る超微細気泡発生装置1を使用して混合流体F3を生成する実験を行った。ここで、使用した増速流路形成体72の流路形成片73の長手幅 $L1 = 85 \text{ mm}$ 、流路形成片73の基端開口部の内径 $W1 = 14 \text{ mm}$ 、流路形成片73の先端開口部の内径 $W2 = 8 \text{ mm}$ 、第5分割片55の内径 $W3 = 13 \text{ mm}$ 、第5分割片55の外径 $W4 = 18 \text{ mm}$ 、最小間隔 $W5 = 0.8 \text{ mm}$ である。

である。

[0064] また、液体F1（連続相）として水道水を使用し、気体F2（分散相）として外気（空気）を使用した。そして、ポンプPの吐水量を40リットル／分に設定して、気体F2の吸入量が1リットル／分となる条件下で、1分当

たり35リットルの混合流体F3を生成した。

[0065] この実験で生成した混合流体F3に含有されている超微細気泡の大きさ（粒子径）は、レーザー回折式粒度分布測定装置（SALD-2200、株式会社島津製作所製）を用いて測定した。その測定結果を図20に示す。

[0066] 図20のグラフに示すように、本実施例では混合流体F3に含まれる超微細気泡は、その粒子径が $0.3\mu\text{m}$ （300nm）程度の粒子量が全体の80%（相対値）を占めていた。

[0067] この測定結果より、本実施形態の超微細気泡発生装置1は、ナノレベルの超微細な気泡混じりの混合流体F3を生成することができるという優れた性能を有していることが分かった。

[0068] [第2実施例]

第2実施例では、第1実施形態に係る超微細気泡発生装置1と、第1変形例としての旋回流手段61を装備した第2実施形態に係る超微細気泡発生装置1の超微細気泡含有液体生成流路91における自吸空気圧（kPa）をそれぞれ検出して、空気を引き込む力（自吸効果）を比較実験した。ここで、液体F1（連続相）として水道水を使用し、気体F2（分散相）として外気（空気）を使用した。旋回流手段61のねじれ角 θ は 60° に設定した。

[0069] 第1実施形態に係る超微細気泡発生装置1では、図21の一点鎖線のグラフに示すような測定結果が得られた。超微細気泡含有液体生成流路91内の水流量（L/min）が $70\text{L}/\text{min}$ を越えたところで自吸空気圧（kPa）が -15kPa に達した。

[0070] これに対して、第2実施形態に係る超微細気泡発生装置1では、図21の実線のグラフに示すような測定結果が得られた。超微細気泡含有液体生成流路91内の水流量（L/min）が $72\text{L}/\text{min}$ を越えたところで自吸空気圧（kPa）が -30kPa に達した。

[0071] その結果、旋回流手段61を装備して旋回流を形成するようにした方が超微細気泡含有液体生成流路91において空気を引き込む力（自吸効果）が高いことが分かった。したがって、旋回流手段61を装備した方が空気の取り

込み量が増えて、気泡の数が増大することが分かった。

符号の説明

- [0072]
- 1 超微細気泡発生装置
 - 2 超微細気泡発生器
 - 3 液体収容部
 - 4 混合流体収容部
 - 30 導入口
 - 40 導出口
 - 50 ケーシング体
 - 60 旋回流形成部
 - 70 流速増速部
 - 80 気体吸引部
 - 90 超微細気泡含有液体生成部

請求の範囲

- [請求項1] 一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、
- 導入口から導入した液体の流速を増速させる流速増速部と、
- 流速増速部にて流速が増速された液流により圧力降下したケーシング体内に外部から気体を吸引する気体吸引部と、
- 気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて流速を増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される超微細気泡含有液体生成部と
- を備えることを特徴とする超微細気泡発生器。
- [請求項2] 前記流速増速部は、前記ケーシング体の流路断面よりも小さい流路断面となして、前記ケーシング体の軸線と同軸的に伸延する流速増速流路を具備し、
- 前記気体吸引部は、前記ケーシング体の周壁の中途部に開口した吸気口と、吸気口に基端部が連通して前記流速増速流路の外周に同心円的に伸延する気体吸引流路とを具備し、
- 前記超微細気泡含有液体生成部は、前記気体吸引流路の先端部と前記流速増速流路の先端部とが連通して、前記導出口に向けて伸延する超微細気泡含有液体生成流路を具備することを特徴とする請求項1記載の超微細気泡発生器。
- [請求項3] 一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、
- 導入口から導入した液体を旋回流となす旋回流形成部と、
- 旋回流形成部にて形成された旋回流の流速を増速させる流速増速部と、
- 流速増速部にて増速された旋回流により圧力降下したケーシング体

内に外部から気体を吸引する気体吸引部と、

気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて増速された旋回流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される超微細気泡含有液体生成部と

を備えることを特徴とする超微細気泡発生器。

[請求項4]

前記旋回流形成部は、通過する液体を旋回流となす旋回手段と、旋回手段の下流側に前記ケーシング体の軸線に沿って伸延する旋回流案内流路とを具備し、

前記流速増速部は、前記旋回流案内流路の流路断面よりも小さい流路断面となして、前記ケーシング体の軸線と同軸的に伸延する流速増速流路を具備し、

前記気体吸引部は、前記ケーシング体の周壁の中途部に開口した吸気口と、吸気口に基端部が連通して前記流速増速流路の外周に同心円的に伸延する気体吸引流路とを具備し、

前記超微細気泡含有液体生成部は、前記気体吸引流路の先端部と前記流速増速流路の先端部とが連通して、前記導出口に向けて伸延する超微細気泡含有液体生成流路を具備する

ことを特徴とする請求項3記載の超微細気泡発生器。

[請求項5]

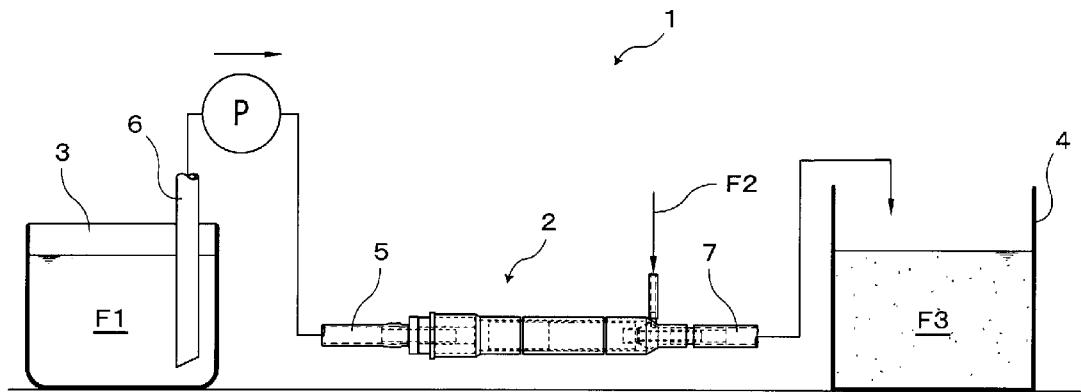
前記ケーシング体は、円筒状の第1分割片と、第1分割片の外周面先端部に嵌合する円筒状の第2分割片と、第2分割片の内周面先端部に嵌合する円筒状の第3分割片と、第3分割片の外周面先端部に嵌合する円筒状の第4分割片と、第4分割片の内周面先端部に嵌合する円筒状の第5分割片とを具備して、第4分割片を中途部の縮径部を介して基端部側よりも先端部側を縮径させて形成し、

前記旋回手段は、前記第2分割片の内周面中途部に嵌合する円筒状の支持片と、支持片の先端縁部から軸線方向に向けて形成した旋回流形成片とを具備して、支持片を第2分割片内で第1分割片と第3分割片とにより軸線方向で挟持し、

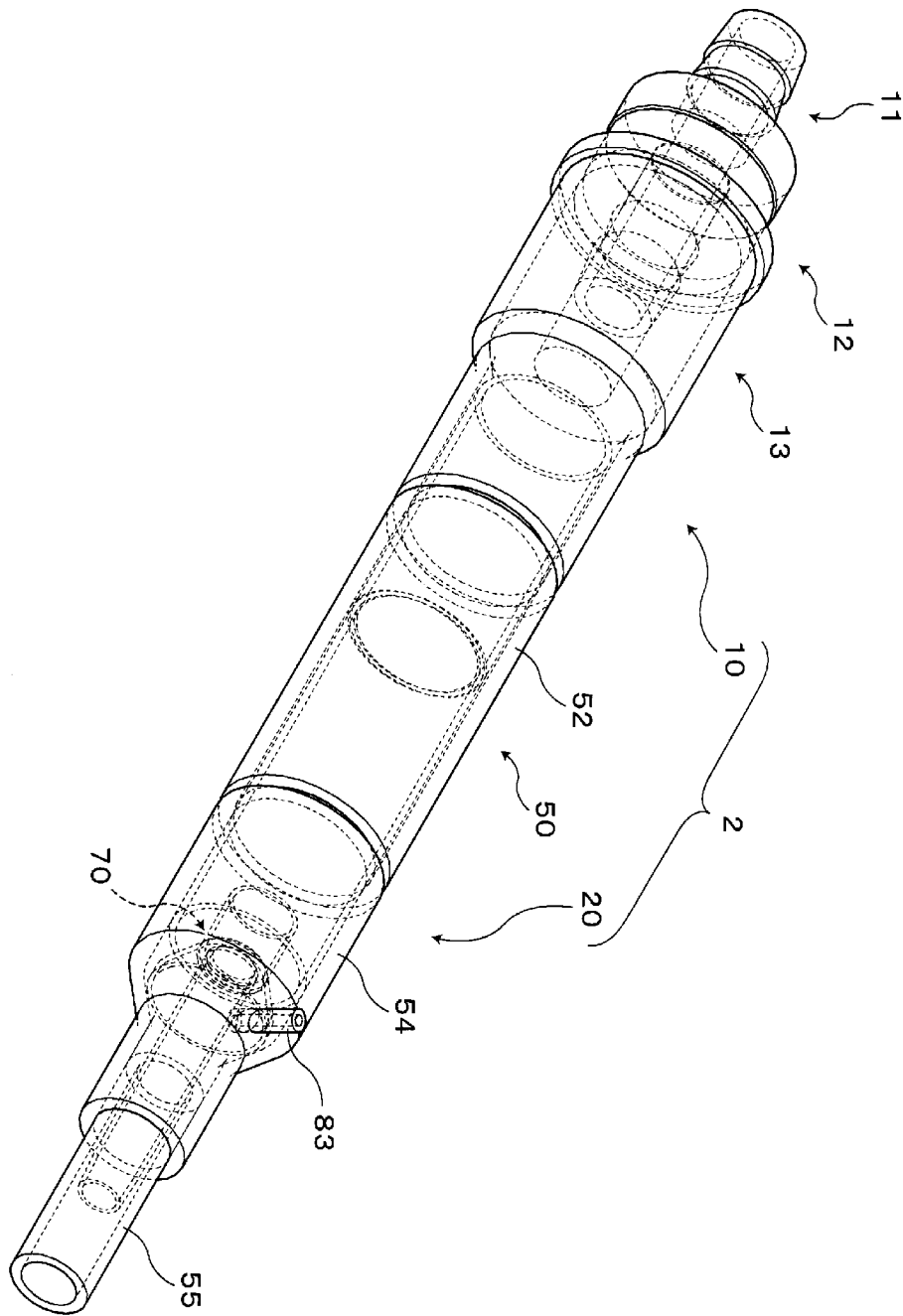
前記流速増速流路は、第4分割片の先端部側の内径よりも外径が小径で円筒状の流路形成片と、流路形成片の外周面基端部から下流側に張り出し状に形成した傘状支持片とを具備する増速流路形成体を第4分割片内に配置して形成して、傘状支持片の先端周縁部を第4分割片の縮径部に当接させるとともに、流路形成片の先端部を第4分割片の先端部内に同心円的に配置し、

前記気体吸引流路は、流路形成片の外周面と第4分割片の先端部の内周面との間隙に円筒状に形成していることを特徴とする請求項4記載の超微細気泡発生器。

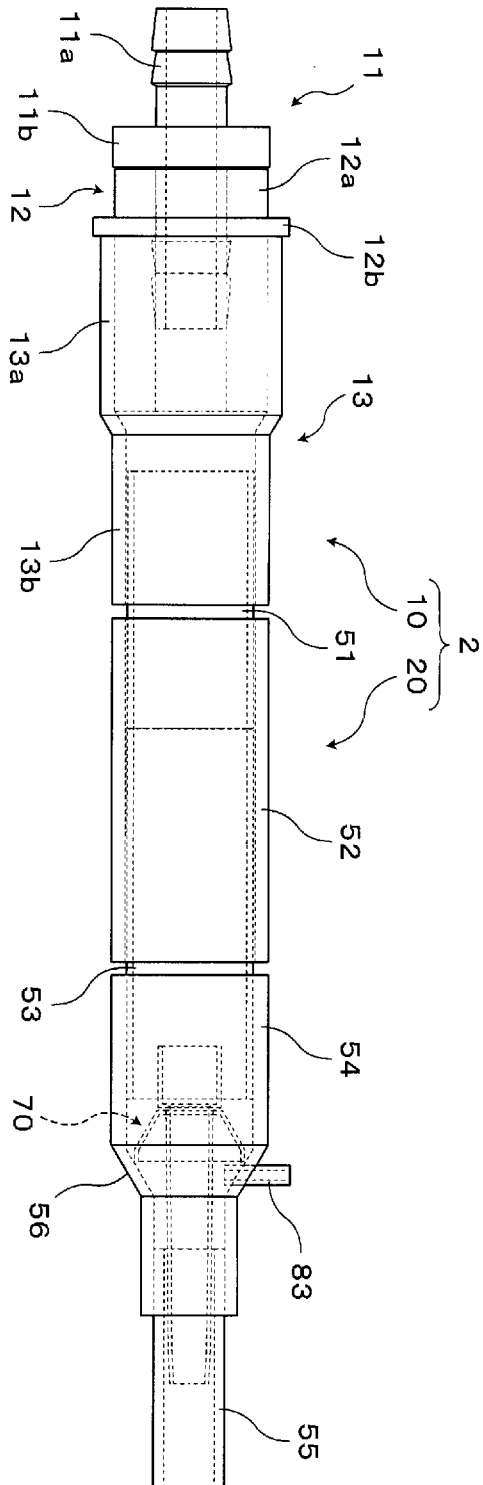
[図1]



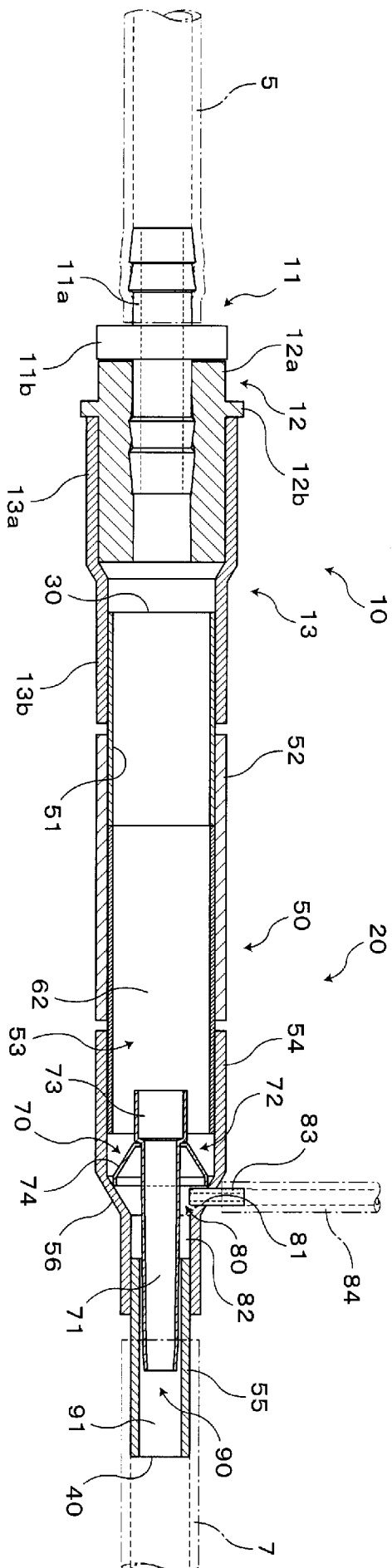
[図2]



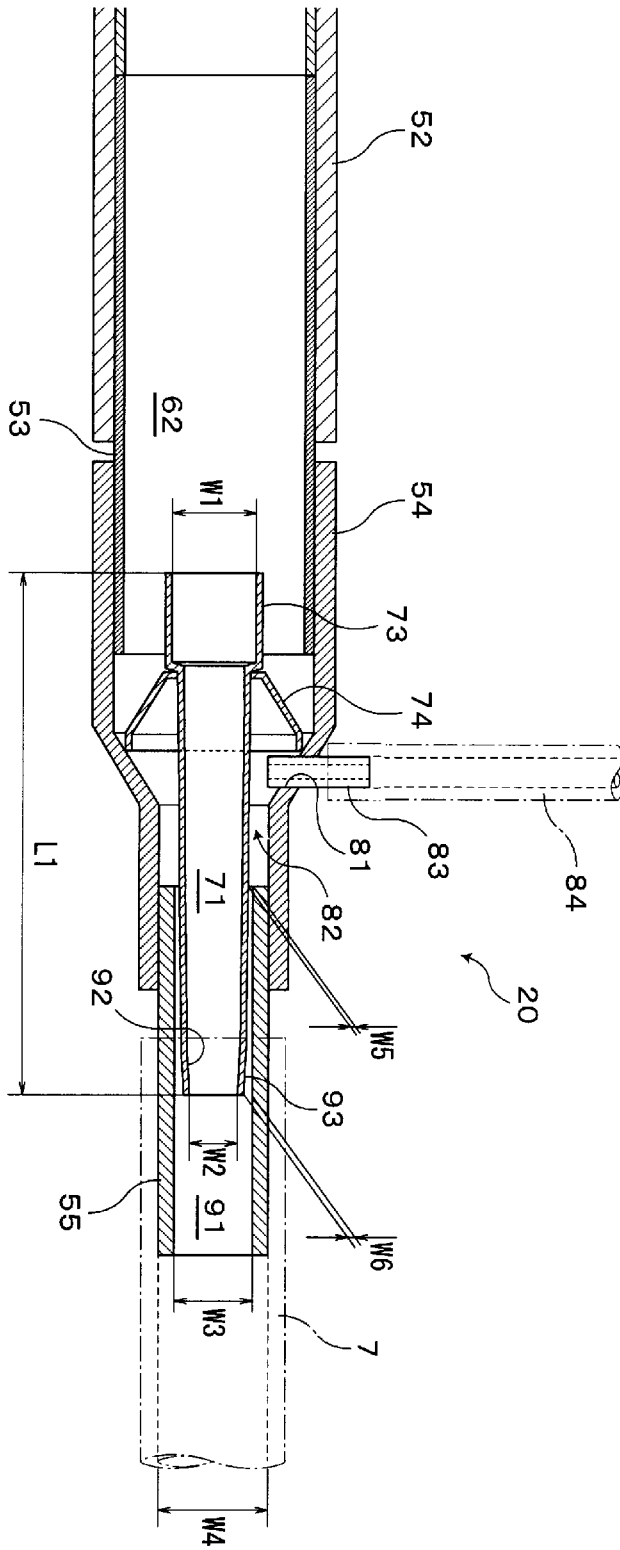
[図3]



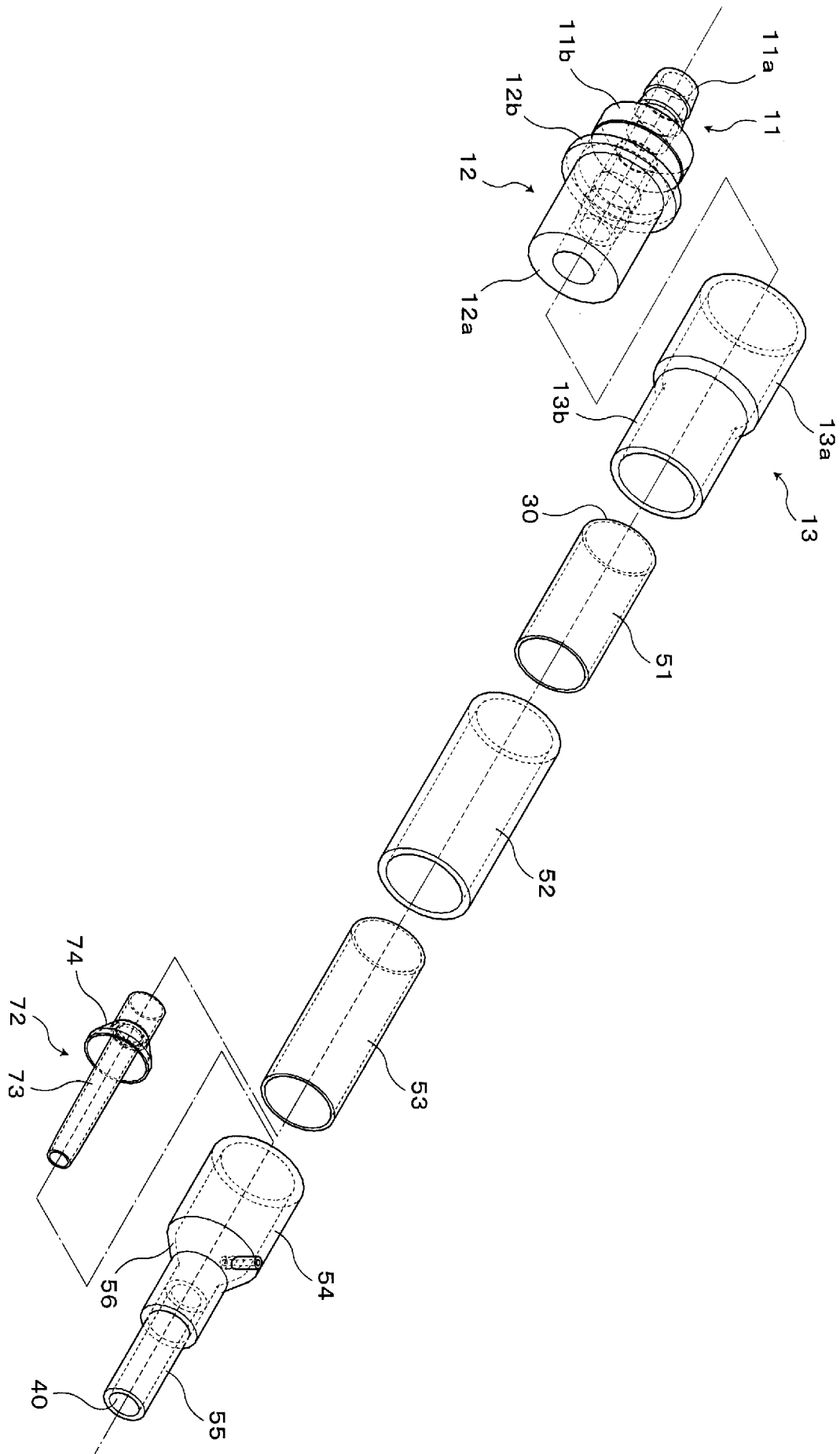
[図4]



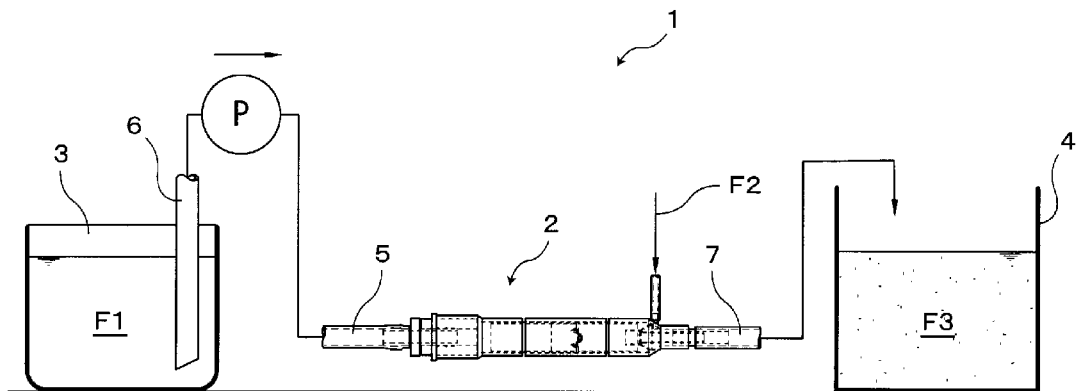
[図5]



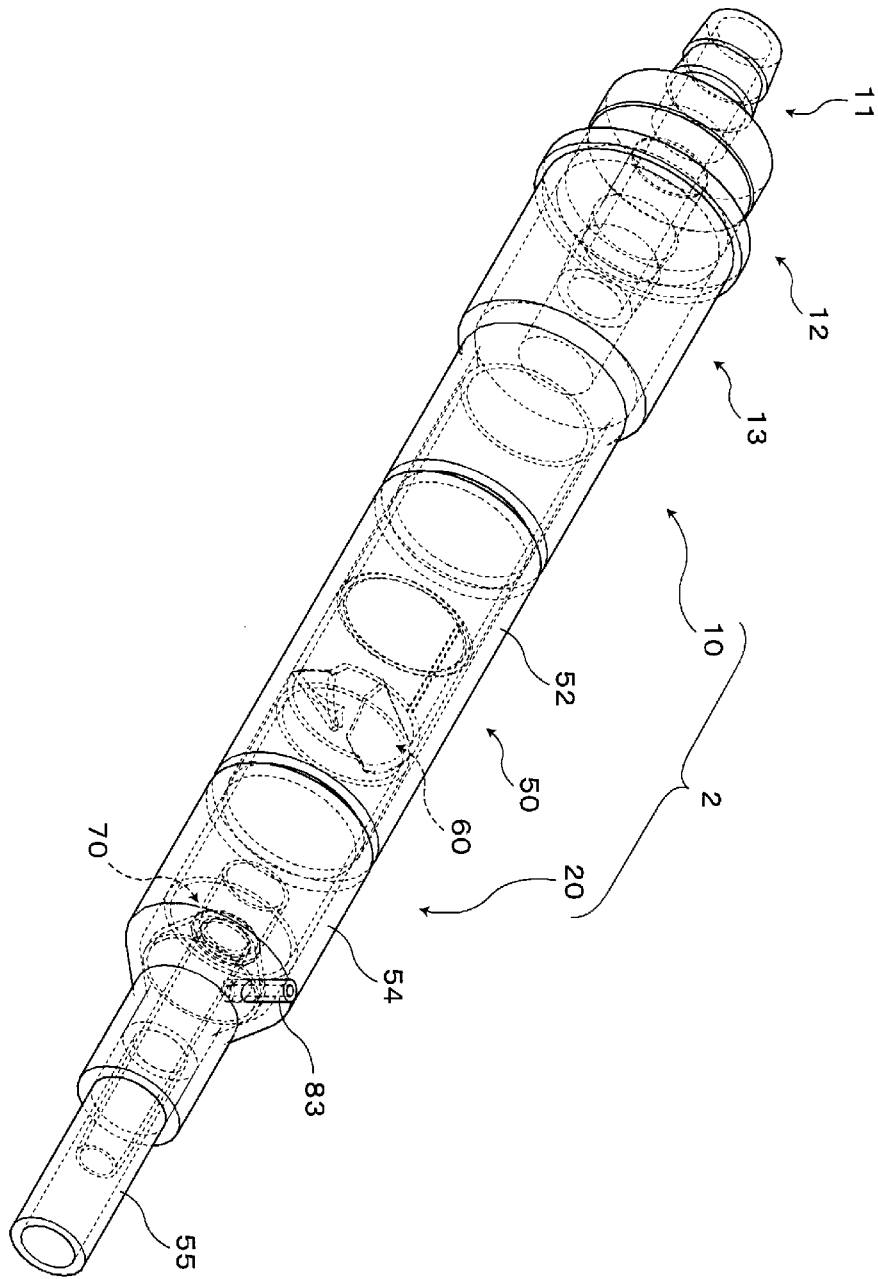
[図7]



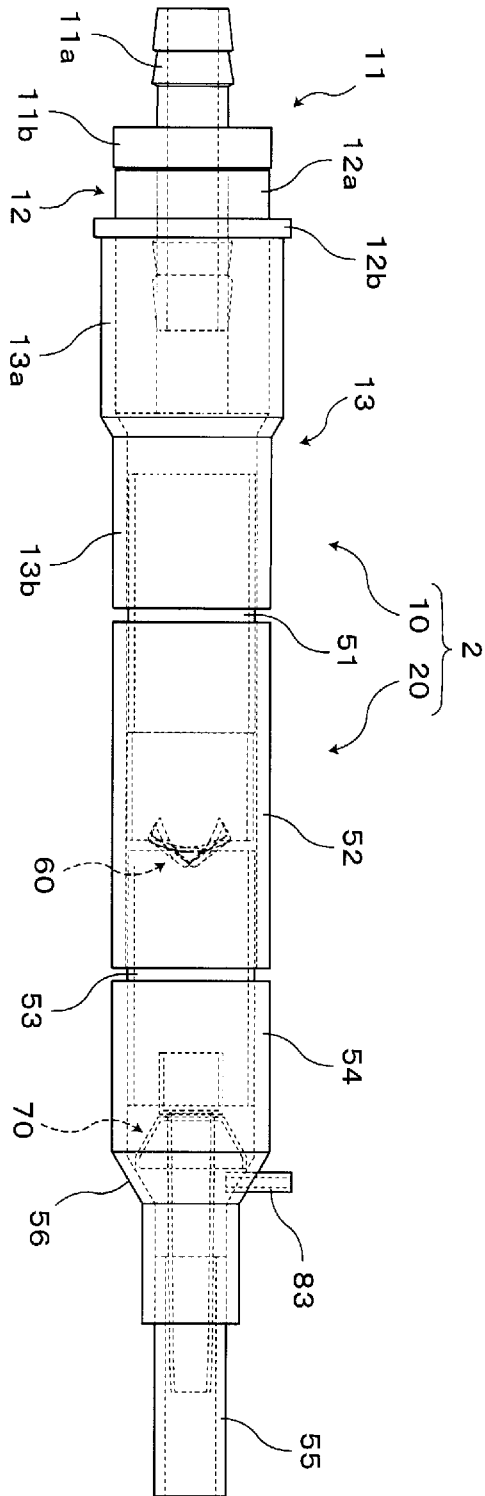
[図8]



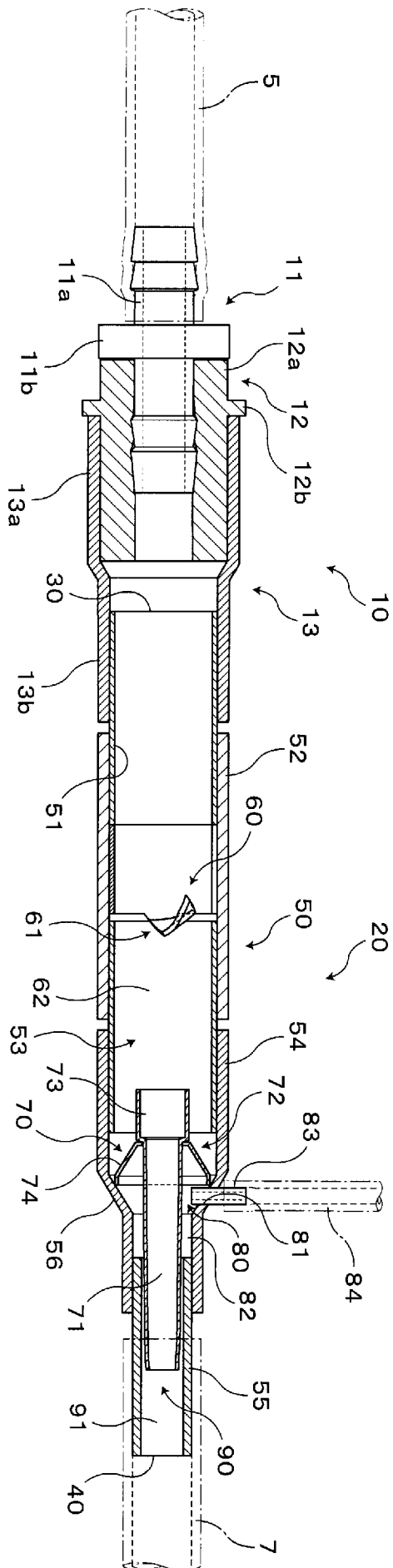
[9]



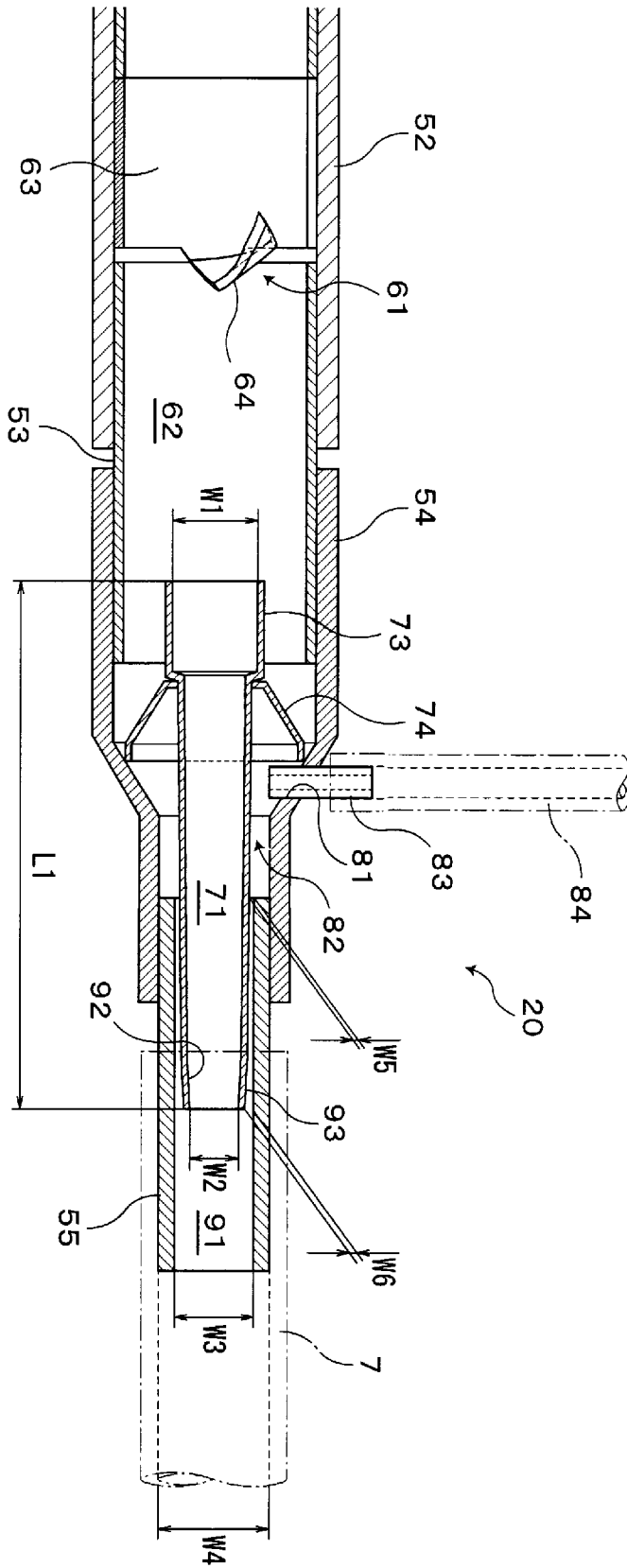
[図10]



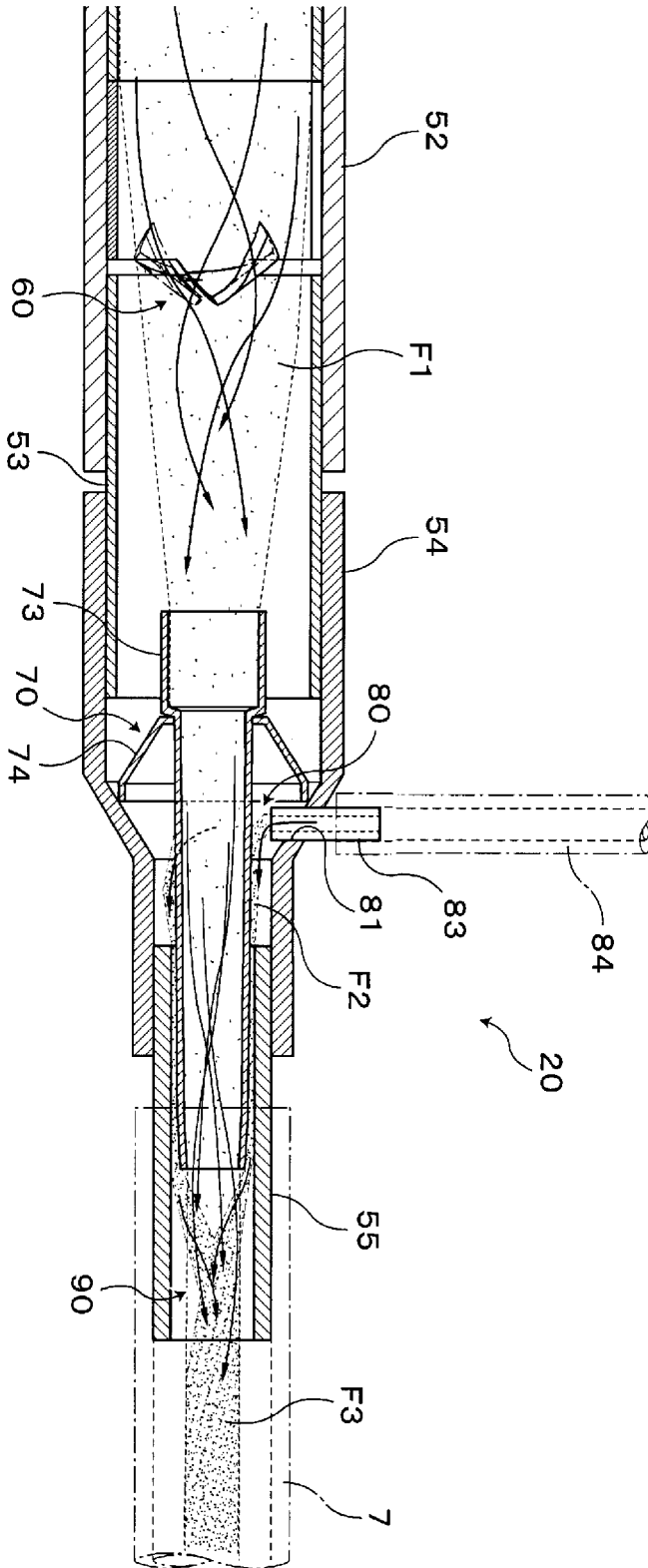
[図11]



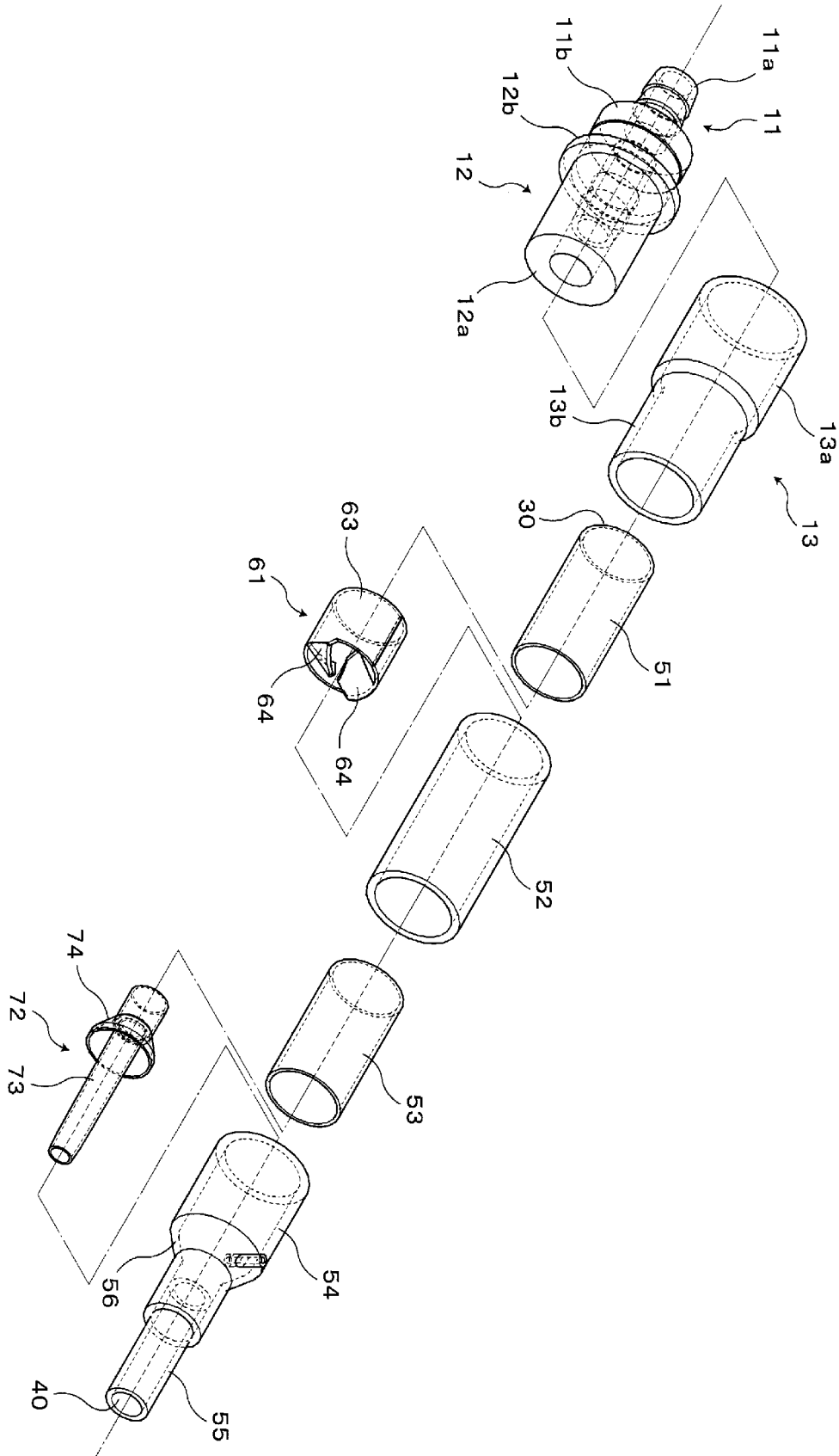
[図12]



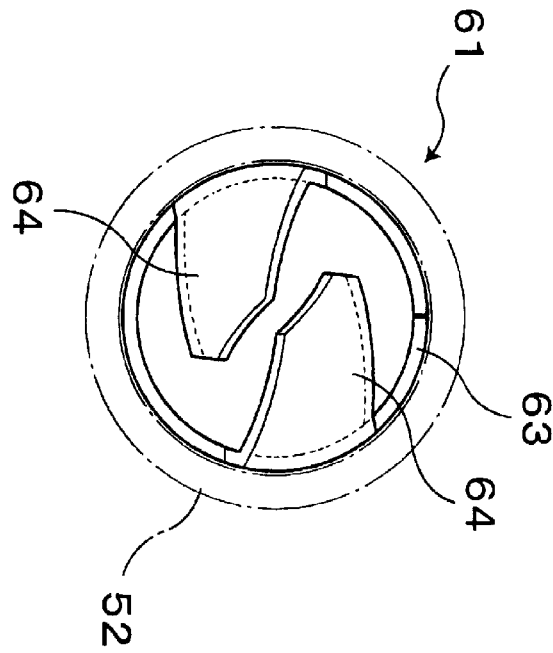
[図13]



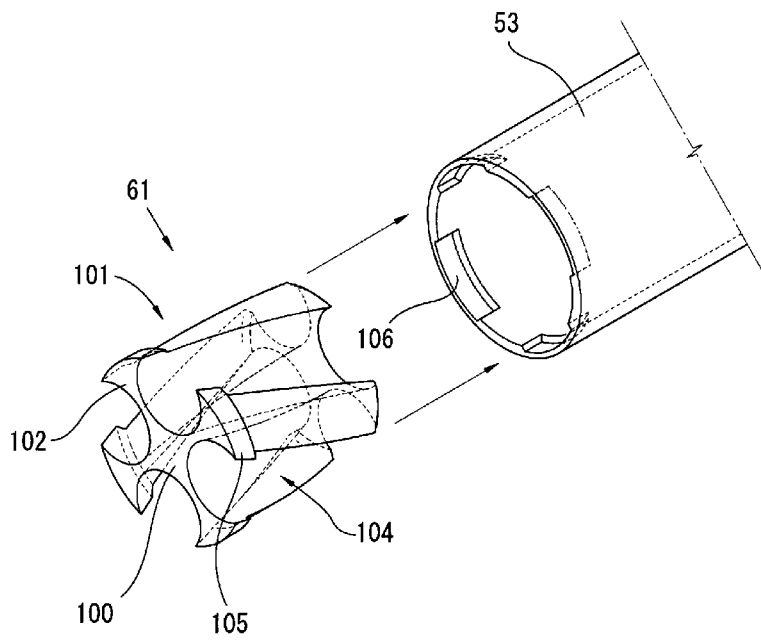
[図14]



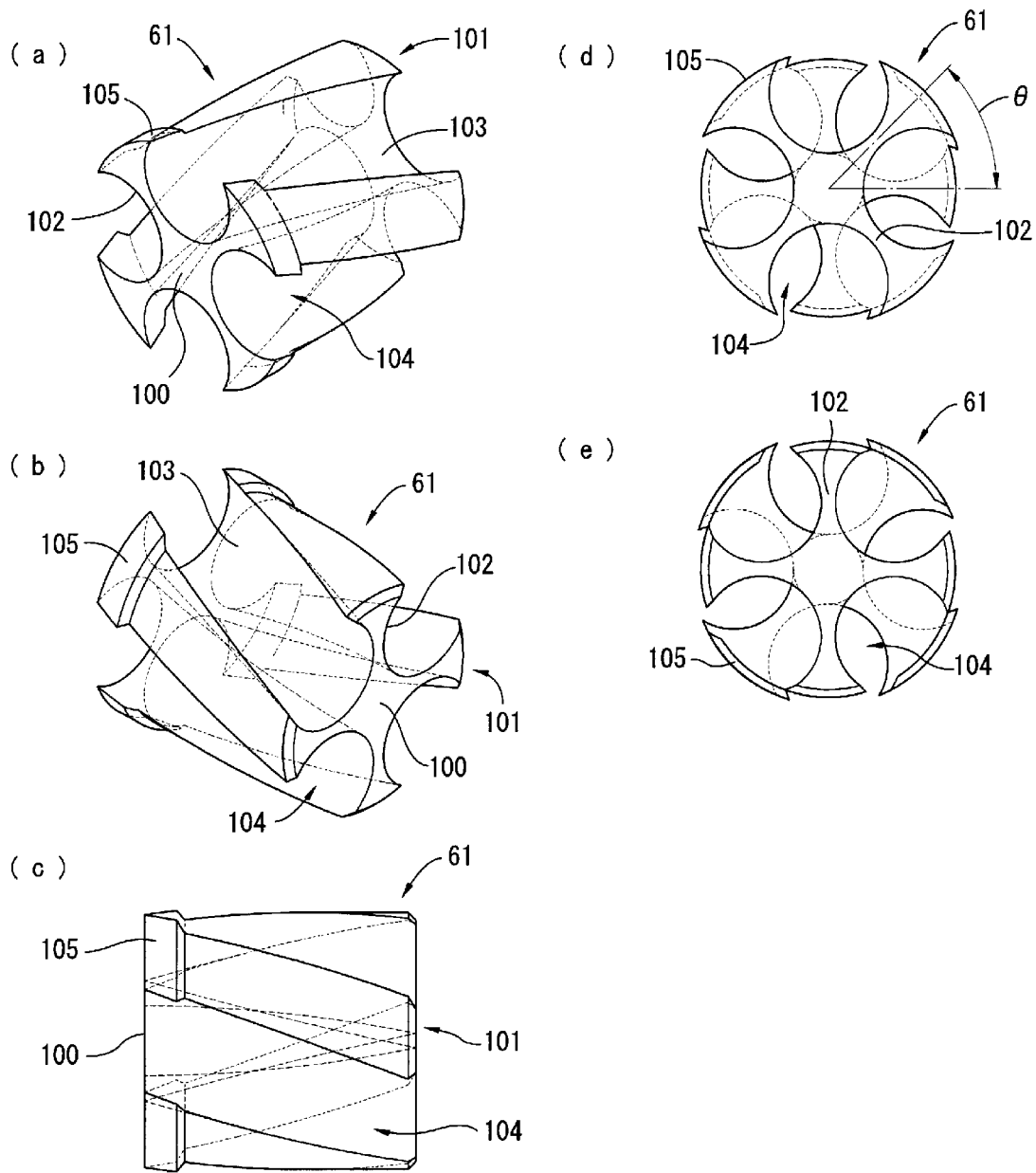
[図15]



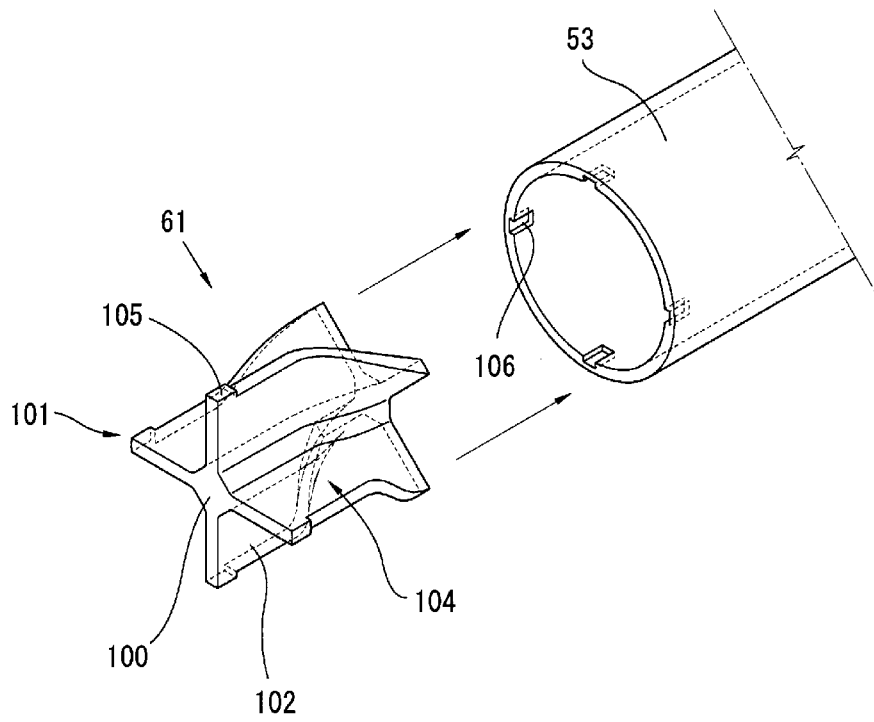
[図16]



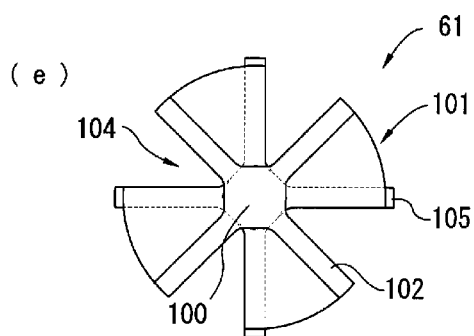
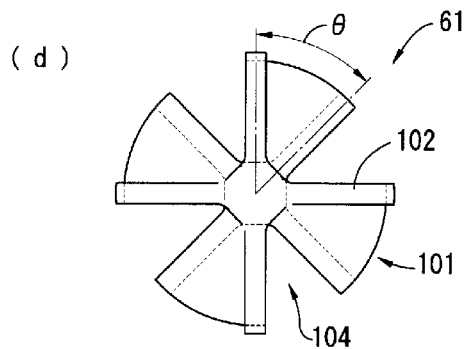
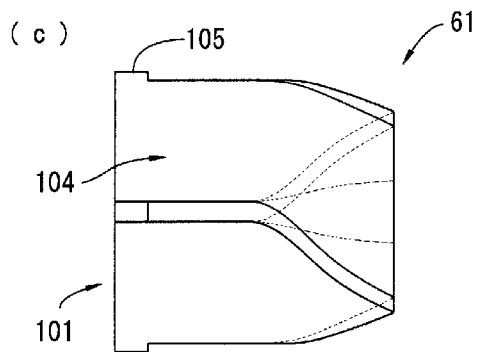
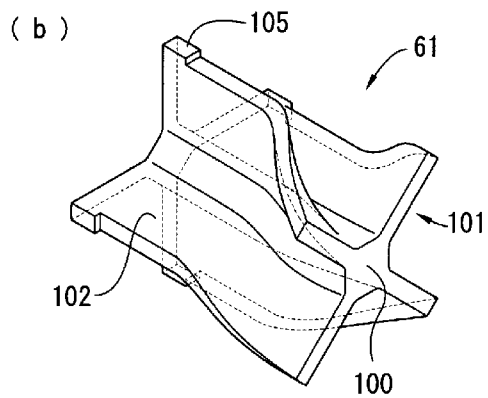
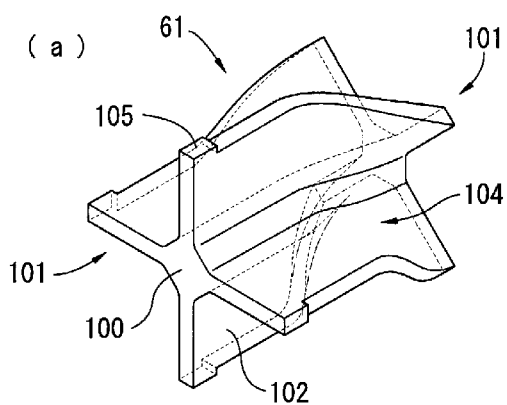
[図17]



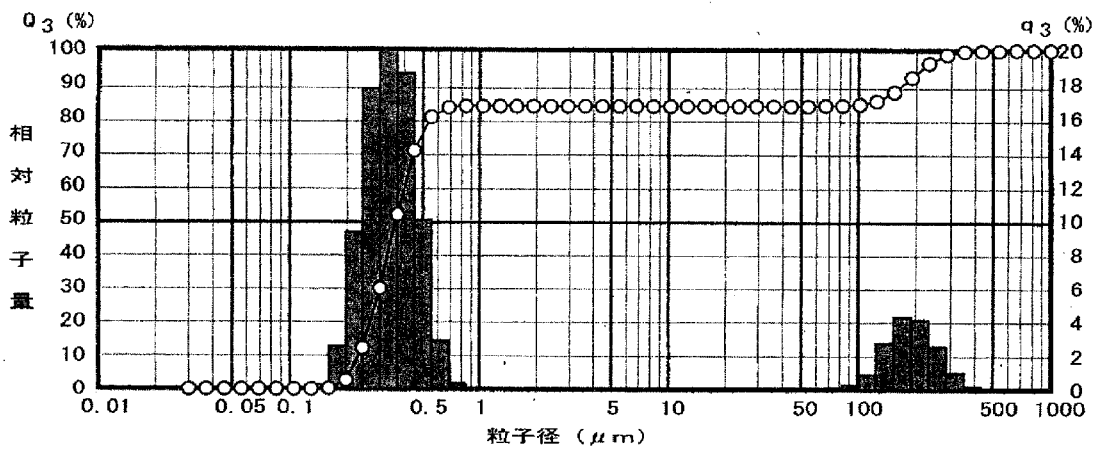
[図18]



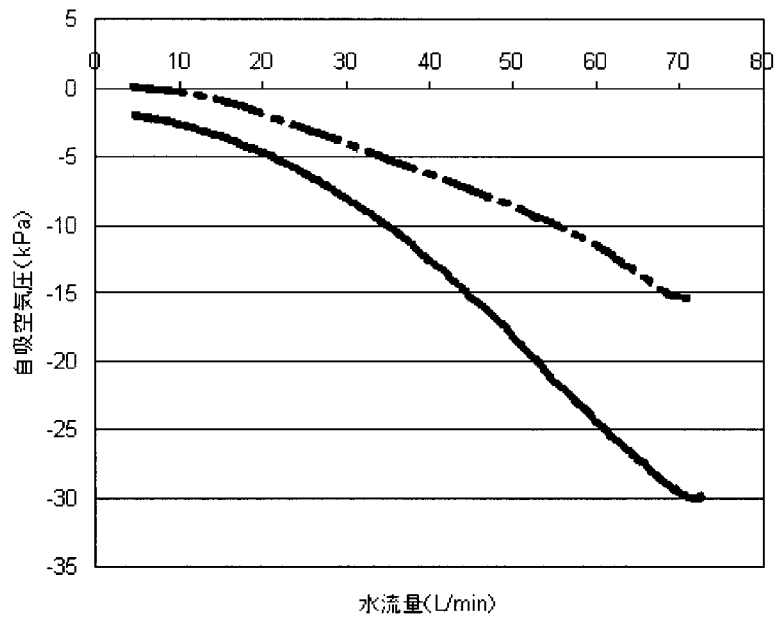
[図19]



[图20]



[图21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01F5/04(2006.01) i, B01F3/04(2006.01) i, B01F5/00(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)

B01F5/04, B01F3/04, B01F5/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 A	JP 2009-28579 A (Nishida Techno Firm Kabushiki Kaisha), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0009] to [0042]; fig. 2 (Family: none)	1, 2 3, 4 5
Y A	JP 6-165806 A (Asahi Industry Co., Ltd.), 14 June 1994 (14.06.1994), paragraphs [0012], [0026], [0027]; fig. 2 (Family: none)	3, 4 5

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
22 March, 2012 (22.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052095

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The common technical feature of the inventions set forth in claims 1 and 3 is "a superfine bubble generator which in a cylindrical casing body having at one end an inlet through which a liquid is drawn in and at the other end an outlet through which the liquid is drawn out, includes the following: a flow speed increasing section for increasing the flow speed of the liquid, which has been drawn in through the inlet, sequentially from the inlet toward the outlet; a gas intake section for drawing in a gas from outside into the casing body in which a pressure drop has been developed due to the liquid flow having been increased in flow speed in the flow speed increasing section; (to be continued to the extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

and a superfine-bubble-laden liquid producing section for allowing the gas drawn into the gas intake section to be shorn by the liquid flow, which has been increased in flow speed in the flow speed increasing section, so as to produce a superfine-bubble-laden liquid”.

However, the above-said technical feature is not considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP2009-28579A (Nishida Techno Firm Kabushiki Kaisha), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0009] to [0042]; fig. 2). Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions. The following two inventions (invention groups) are involved in claims.

Meanwhile, the inventions of claims 1 and 2 having no special technical feature are classified into invention 1.

(Invention 1) the inventions set forth in claims 1 and 2
Claims 1 and 2 have no special technical features.

(Invention 2) the inventions set forth in claims 3 to 5
A superfine bubble generator which has “a swirling flow forming section which turns the liquid drawn in through the inlet into a swirling flow.”

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

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 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 Y A	JP 2009-28579 A (ニシダテクノファーム株式会社) 2009.02.12, 段落【0009】～【0042】, 【図2】 (ファミリーなし)	1, 2 3, 4 5
Y A	JP 6-165806 A (朝日興業株式会社) 1994.06.14, 段落【0012】, 【0026】, 【0027】, 【図2】 (ファミリーなし)	3, 4 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。

<p>* 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</p>	<p>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 「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</p>
---	---

国際調査を完了した日
 22.03.2012

国際調査報告の発送日
 03.04.2012

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)	3M	5075
関口 哲生		
電話番号 03-3581-1101	内線	3377

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1、3に係る発明は、「一端に液体を導入する導入口を有するとともに、他端に液体を導出する導出口を有する筒状のケーシング体内に、導入口から導出口に向けて順次、導入口から導入した液体の流速を増速させる流速増速部と、流速増速部にて流速が増速された液流により圧力降下したケーシング体内に外部から気体を吸引する気体吸引部と、気体吸引部にて吸引された気体が流速増速部にて流速を増速された液流によりせん断されて超微細な気泡混じりの液体が生成される超微細気泡含有液体生成部とを備える超微細気泡発生器」という共通の技術的特徴を有している。

(以下、特別ページに続く。)

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 2009-28579 A（ニシダテクノファーム株式会社）2009.02.12, 段落【0009】～【0042】、【図2】）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一のまたは対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲には、以下に示す2つの発明（群）が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1、2に係る発明は、発明1に区分する。

（発明1）請求項1、2に係る発明

請求項1、2は特別な技術的特徴を有しない。

（発明2）請求項3～5に係る発明

「導入口から導入した液体を旋回流となす旋回流形成部」を有する超微細気泡発生器。