

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-119623

(P2008-119623A)

(43) 公開日 平成20年5月29日(2008.5.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B01F 5/00 (2006.01)	B01F 5/00 G	4F033
B01F 3/04 (2006.01)	B01F 3/04 C	4G035
B01F 5/06 (2006.01)	B01F 5/06	
B01F 5/02 (2006.01)	B01F 5/02 A	
B05B 1/02 (2006.01)	B05B 1/02 101	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-307520 (P2006-307520)
 (22) 出願日 平成18年11月14日(2006.11.14)

(71) 出願人 392016960
 有限会社オーケー・エンジニアリング
 大阪府大阪市天王寺区寺田町1-3-3-603
 (71) 出願人 506381669
 池田 浩次
 大阪府大阪市城東区東中浜2-5-14
 (74) 代理人 100089196
 弁理士 梶 良之
 (72) 発明者 松永 大
 大阪府大阪市天王寺区寺田町1-3-3-603
 (72) 発明者 穂波 信雄
 大阪府河内長野市緑ヶ丘北町10-10

最終頁に続く

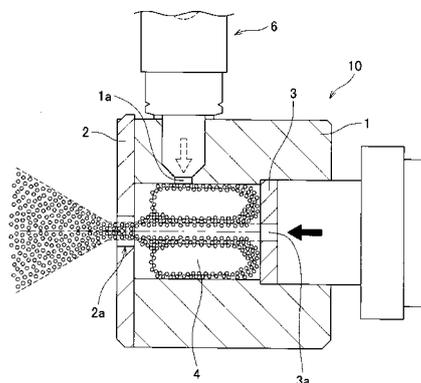
(54) 【発明の名称】 ループ流式バブル発生ノズル

(57) 【要約】

【課題】 マイクロバブルを発生させるためのもので、従来品より簡易な構成で且つ小型化も可能なループ流式バブル発生ノズルを得る。

【解決手段】 ループ流式バブル発生ノズル10は、外部と内部とを連通させて、気体を流入させるための気体流入孔1aを側部に有する筒状部材1と、筒状部材1の一端を塞ぐように設けられ、中央に噴出孔2aを有する円盤部材2と、筒状部材1の内部途中を塞ぐように設けられ、中央に加圧液体を供給するための液体供給孔3aを有する円盤部材3とを備えている。そして、気液ループ流式攪拌混合室4は、筒状部材1、円盤部材2及び円盤部材3で囲まれてなる略円柱型の空間である。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加圧された液体が供給される液体供給孔と、気体が流入する 1 つ以上の気体流入孔と、前記液体供給孔及び前記気体流入孔から流入した液体及び気体を、ループ状の流れによって攪拌混合する気液ループ流式攪拌混合室と、前記気液ループ流式攪拌混合室において混合された液体と気体との混合流体が噴出する噴出孔とを備え、

前記気液ループ流式攪拌混合室が、前記液体供給孔、前記気体流入孔、及び、前記噴出孔のみと連通しており、

前記噴出孔の径が前記液体供給孔の径よりも大きく形成されており、

前記液体供給孔の中心軸と前記噴出孔の中心軸とが略一致していることを特徴とするループ流式バブル発生ノズル。 10

【請求項 2】

前記気液ループ流式攪拌混合室が、略円柱型空間であることを特徴とする請求項 1 記載のループ流式バブル発生ノズル。

【請求項 3】

前記気液ループ流式攪拌混合室が、前記噴出孔側から前記液体供給孔側にかけて拡径している略三角錐型空間であることを特徴とする請求項 1 記載のループ流式バブル発生ノズル。

【請求項 4】

前記気液ループ流式攪拌混合室の内壁の少なくとも一部に凹凸形状が形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のループ流式バブル発生ノズル。 20

【請求項 5】

前記噴出孔の外側に設けられ、前記噴出孔から外側の方向へ拡径している略三角錐型の空間を内部に有する部材を備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のループ流式バブル発生ノズル。

【請求項 6】

前記噴出孔の径と前記液体供給孔の径との比が、 $2 : 1 \sim 3 : 1$ の範囲内にあることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のループ流式バブル発生ノズル。

【請求項 7】

前記液体供給孔から供給される液体の供給方向に対する、前記気液ループ流式攪拌混合室における断面が略円形であり、 30

前記気液ループ流式攪拌混合室の周面に外部と連通する孔を有しており、

前記孔が、前記周面の接線と平行な方向に開口されていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のループ流式バブル発生ノズル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バブル（マイクロバブルを含む）を発生させることが可能なループ流式バブル発生ノズルに関するものである。

【背景技術】 40

【0002】

従来から、下記特許文献 1、2 で開示されているように、バブルを発生させることができるノズルとしてエジェクターノズルがある。なお、下記特許文献 1 のエジェクターノズルにおいては、気泡群の 80% 以上が直径 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ で、全気泡群の平均直径が $100 \sim 150 \mu\text{m}$ 程度の気泡を供給できるものである（下記特許文献 1 の段落 0053 参照）。

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 292822 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 166789 号公報

【発明の開示】 50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1に記載のエジェクターノズルにおいては、全気泡群の平均直径を100 μ m未満とすることができるものではない。また、上記特許文献2に記載のエジェクターノズルにおいても同様であると考えられる。

【0005】

そこで、本発明の目的は、平均直径が100 μ m未満のバブル、特に、平均直径が20 μ m以下のマイクロバブルをも発生させることができるとともに、従来品より簡易な構成で且つ小型化も可能なループ流式バブル発生ノズルを提供することである。

【課題を解決するための手段及び効果】

【0006】

(1) 本発明のループ流式バブル発生ノズルは、加圧された液体が供給される液体供給孔と、気体が流入する1つ以上の気体流入孔と、前記液体供給孔及び前記気体流入孔から流入した液体及び気体を、ループ状の流れによって攪拌混合する気液ループ流式攪拌混合室と、前記気液ループ流式攪拌混合室において混合された液体と気体との混合流体が噴出する噴出孔とを備え、前記気液ループ流式攪拌混合室が、前記液体供給孔、前記気体流入孔、及び、前記噴出孔のみと連通しており、前記噴出孔の径が前記液体供給孔の径よりも大きく形成されており、前記液体供給孔の中心軸と前記噴出孔の中心軸とが略一致している。

【0007】

上記(1)の構成によれば、液体供給孔を介して液体を気液ループ流式攪拌混合室に供給し、噴出孔から混合流体を噴出させている際、気液ループ流式攪拌混合室内において、気体を含んだ液体のループ状の流れ(「ループ流れ」又は「ループ流」と表現することがある)を発生させることができる。ここで、ループ流れとは、液体供給孔から噴出孔へ向う液体の周囲に沿って流れた後、噴出孔付近で反転して気液ループ流式攪拌混合室の内壁に沿って流れ、再び、液体供給孔から供給された液体の周囲に沿って流れるという一連の流れのことをいう。なお、発生するループ流れの速度は、液体や気体の供給量によって、低速から高速まで、ある程度コントロールできる。したがって、液体や気体の供給量を調整し、さらにループ流れの速度を増加させることで、高速ループ流れを形成することもできる。また、気液ループ流式攪拌混合室内は負圧となっているので、気体流入孔から気体が流入してくるとともに、噴出孔の径が液体供給孔の径よりも大きく形成されていることから、噴出孔において、噴出孔の内壁と混合流体の周囲との間から、外部気体又は/及び外部液体が気液ループ流式攪拌混合室に流入してくる(外部環境によって、外部気体又は/及び外部液体が流入してくる。)。ここで、(a)気体流入孔から流入してきた気体は、気体流入孔の気液混合ループ流式攪拌室側端部で剪断されることによって細分化され、(b)ループ流れにおいて攪拌、剪断されながら、(c)一部が液体供給孔から供給された液体と衝突した際の乱流の発生によりさらに細分化され、噴出孔から噴出される。(d)なお、噴出孔から気液混合ループ流式攪拌室内に流入してくる外部気体又は外部液体によって、ループ流れ中の気体は、さらに細分化されることになる。これらの(a)~(d)の工程で微細化される気泡発生メカニズムが、ループ流式バブル発生ノズルの特徴であり、他のノズルにない優れた点である。したがって、上記(1)の構成によれば、簡易な構成でありながら、平均直径が100 μ m未満のバブル、特に、平均直径が20 μ m以下のマイクロバブルをも発生させることができるループ流式バブル発生ノズルを提供できる。また、簡易な構成であるので、小型化が可能なループ流式バブル発生ノズルを提供できる。

【0008】

(2) 上記(1)のループ流式バブル発生ノズルにおいては、前記気液ループ流式攪拌混合室が、略円柱型空間であることが好ましい。

【0009】

(3) 別の観点として、上記(1)のループ流式バブル発生ノズルにおいては、前記気

10

20

30

40

50

液ループ流式攪拌混合室が、前記噴出孔側から前記液体供給孔側にかけて拡径している略三角錐型空間であることが好ましい。

【0010】

上記(2)又は(3)の構成によれば、ループ流れを容易に形成することができ、確実に上記(1)の効果を奏することができる。特に、上記(3)の構成によれば、高速ループ流れをより速くすることができ、より気液ループ流式攪拌混合室内の気体を細分化できる。

【0011】

(4) 上記(1)～(3)のループ流式バブル発生ノズルにおいては、前記気液ループ流式攪拌混合室内壁の少なくとも一部に凹凸形状が形成されていることが好ましい。

10

【0012】

上記(4)の構成によれば、ループ流れをしている液体と気体との混合流体が凹凸形状に衝突し、局部的、部分的に多くの渦流や乱流が発生するので、さらに気液ループ流式攪拌混合室内の気体を剪断でき、微細化できる。

【0013】

(5) 上記(1)～(4)のループ流式バブル発生ノズルにおいては、前記噴出孔の外側に設けられ、前記噴出孔から外側の方向へ拡径している略三角錐型の空間を内部に有する部材を備えていることが好ましい。

【0014】

上記(5)の構成によれば、さらに高速のループ流れを形成できるとともに、噴出孔からの噴出の勢いを向上させることができる。

20

【0015】

(6) 上記(1)～(5)のループ流式バブル発生ノズルにおいては、前記噴出孔の径と前記液体供給孔の径との比が、2:1～3:1の範囲内あることが好ましい。

【0016】

上記(6)の構成によれば、噴出孔において、確実に、噴出孔の内壁と混合流体の周囲との間から、外部気体又はノ及び外部液体を気液ループ流式攪拌混合室に流入させることができる。

【0017】

(7) 上記(1)～(6)のループ流式バブル発生ノズルにおいては、前記液体供給孔から供給される液体の供給方向に対する、前記気液ループ流式攪拌混合室における断面が略円形であり、前記気液ループ流式攪拌混合室の周面に外部と連通する孔を有しており、前記孔が、前記周面の接線と平行な方向に開口されていることが好ましい。

30

【0018】

上記(7)の構成によれば、上記ループ流の他に、前記気液ループ流式攪拌混合室における周面に沿って流れる旋回流を発生させることができ、前記液体供給孔から供給される液体の供給方向に対して、ループ流の流れ方向を傾斜させることができる。その結果として、ループ流の一周当りの距離を長くすることができることから、ループ流における気体の剪断の機会が多くなるので、より気液ループ流式攪拌混合室内の気体を細分化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0019】

<第1実施形態>

以下、図面を参照しながら、本発明の第1実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図1は、(a)が本発明の第1実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b)が(a)のI-I矢視断面図である。

【0020】

図1(a)に示すように、ループ流式バブル発生ノズル10は、外部と内部とを連通させて、気体を流入させるための気体流入孔1aを側部に有する筒状部材1と、筒状部材1の一端を塞ぐように設けられ、中央に噴出孔2aを有する円盤部材2と、筒状部材1の内部途中を塞ぐように設けられ、中央に加圧された液体(圧力が少しでも加えられている状

50

態の液体。以下では、「加圧液体」とすることがある。)を供給するための液体供給孔 3 a を有する円盤部材 3 とを備えている。そして、気液ループ流式攪拌混合室 4 は、筒状部材 1、円盤部材 2 及び円盤部材 3 で囲まれてなる略円柱型の空間である。また、筒状部材 1、円盤部材 2 及び円盤部材 3 には、SUS304、SUS316 などの金属、樹脂、木、ガラス、セラミック、陶磁器などを用いることができるが、固体材料であればどのようなものを用いてもかまわない。また、部品毎に、適材適所の素材を選択してもよい。なお、樹脂、ガラス、セラミックスなどを選択すれば、腐食に強いので、ループ流式バブル発生ノズル 60 を長寿命化できる。

【0021】

液体供給孔 3 a の中心軸と噴出孔 2 a の中心軸とが略一致するとともに、気体流入孔 1 a の中心軸と液体供給孔 3 a の中心軸とが略交差するように、各孔は設けられている。なお、一変形例として、噴出孔 2 a には、内周にそって螺旋溝が形成されていてもよい。この螺旋溝は、噴出孔 2 a を穴開けした際の粗い螺旋加工痕でもよい。また、他の変形例として、気体流入孔は 2 つ以上あってもよい。また、気体流入孔 1 a の中心軸と液体供給孔 3 a の中心軸とは、必ずしも略交差していなくともよい。

10

【0022】

また、液体供給孔 3 a は、噴出孔 2 a より径が小さくなるように形成されている。具体的には、噴出孔 2 a の径と液体供給孔 3 a の径との比が 2 : 1 ~ 3 : 1 の範囲内となるように、液体供給孔 3 a 及び噴出孔 2 a は形成されている。なお、噴出孔 2 a の径と液体供給孔 3 a の径との比は、液体の圧力、粘度、液体供給孔から噴出孔までの距離（攪拌部の容積）、または、噴出孔から噴出する液体の運動状態（直線運動と旋回運動）などを考慮して決定される。例えば、液体供給孔 3 a と水道管とを接続し、水道水（0.15 MPa ~ 0.25 MPa 程度）を加圧された液体として用いる場合には、噴出孔 2 a の径と液体供給孔 3 a の径との比は、2.5 : 1 程度とすればよい。

20

【0023】

気液ループ流式攪拌混合室 4 は、液体供給孔 3 a 及び気体流入孔 1 a から流入した液体及び気体を混合するための空間である。そして、気液ループ流式攪拌混合室 4 の内壁には、凹凸形状（例えば、いわゆる鮫肌又はセラミックの溶射肌と同様のものや、単なる突起形状など）が形成されているが、内壁全体に施されている必要はなく、一部に形成されているだけでもかまわない。

30

【0024】

次に、図 2 及び図 3 を用いて、ループ流式バブル発生ノズル 10 の作用について説明する。図 2 は、図 1 のループ流式バブル発生ノズル 10 と、ループ流式バブル発生ノズル 10 の液体供給孔 3 a に接続された液体用供給管 5 と、ループ流式バブル発生ノズル 10 の気体流入孔 1 a に接続された気体用供給管 6 と、外部気体の流入量を調整するための絞り弁 7 とを示した図である。なお、簡便のため、ループ流式バブル発生ノズル 10 のみ、概略断面図で示している。また、気体用供給管 6 の一端は外気を取り込めるようになっており、気体用供給管 6 のループ流式バブル発生ノズル 10 側端部における内部には、バブルを安定して発生させることができるように、逆止弁 6 a が設けられている。図 3 は、図 2 において、液体用供給管から液体が供給された際のループ流式バブル発生ノズルにおけるバブルの発生模式図である。

40

【0025】

まず、液体用供給管 5 から液体供給孔 3 a を介して、加圧液体を気液ループ流式攪拌混合室 4 に供給する。このとき、図 2 の液体供給孔 3 a と噴出孔 2 a とを結ぶ線上に沿って流れた後、加圧液体の一部が噴出孔 2 a からが拡がりながら噴出するとともに、加圧液体の残りが高速ループ流れ（図 2 の気液ループ流式攪拌混合室 4 内の略楕円状部分）を形成する。このとき、加圧液体の一部によりさらに高速ループ流れの速度が増加する。また、気液ループ流式攪拌混合室 4 内は負圧となっているので、気体用供給管 6 から気液ループ流式攪拌混合室 4 内に気体が入り込んでくる。気体流入孔 1 a から流入してきた気体は、（1）気体流入孔 1 a の気液ループ流式攪拌混合室 4 側端部で剪断され、（2）高速ループ

50

流れにおいて攪拌、剪断され、(3) 気液ループ流式攪拌混合室4内壁の凹凸形状と衝突し、(4) 途中で一部が液体供給孔3aから供給された加圧液体と衝突した際に発生した乱流によりさらに細分化され、(5) 噴出孔2aにおいて、流入してきた外部気体及び/又は外部液体と衝突し、さらに微細化され、パブル又は/及びマイクロパブルを含む混合流体として噴出孔2aから噴出される。これらのような一連の作用によって、図3の模式図に示すようなパブル又は/及びマイクロパブルが、次から次へと連続的に発生する。

【0026】

また、噴出孔2aの径が液体供給孔3aの径よりも大きく形成されていることから、噴出孔2aにおいて、噴出孔2aの内壁と混合流体の周囲との間から、外部気体又は/及び外部液体が気液ループ流式攪拌混合室4に流入してくる(外部環境によって、外部気体又は/及び外部液体が流入してくる。)。ここで、噴出孔2aから気液ループ流式攪拌混合室4内に流入してくる外部気体又は外部液体と衝突して、高速ループ流れにおける気体は、さらに細分化されることになる。

10

【0027】

このように、気液ループ流式攪拌混合室4内の混合流体における気体を細分化した上で、噴出孔2aからマイクロパブルを含んだ混合流体を噴出する。

【0028】

なお、マイクロパブルの径及び発生量は、液体供給孔3aから供給される液体圧と、気体流入孔1aから流入する気体量で決まるが、20 μ m以下のマイクロパブルが必要な場合は、流入する気体量を極力少なくすればよい。このとき、噴出孔2aから噴出する混合流体の速度は遅くなる。これは、高速ループ流れにおける混合流体がほとんど液体となり、液体供給孔3aから供給される加圧液体の速度が、高速ループ流れにおける混合流体との衝突による抵抗及び乱流が原因で、遅くなってしまふからである。

20

【0029】

上記構成のループ流式パブル発生ノズル10によれば、上述のような作用を有しているので、簡易な構成でありながら、従来と同等以下(20 μ m以下)の径のマイクロパブルを発生させることができる。また、簡易な構成であるので、小型化が可能なループ流式パブル発生ノズルとすることができる。

【0030】

また、気液ループ流式攪拌混合室4が略円柱型空間であるので、高速ループ流れを容易に形成することができ、上述の作用を容易に得ることができる。

30

【0031】

また、気液ループ流式攪拌混合室4の内壁に凹凸形状が形成されているので、高速ループ流れをしている液体と気体との混合流体が凹凸形状に衝突するので、さらに気液ループ流式攪拌混合室4内の気体を細分化できる。

【0032】

なお、上述したループ流式パブル発生ノズル10の作用では、加圧液体を液体供給口3aから気液ループ流式攪拌混合室4に供給した場合について説明したが、これに限られず、水道水を供給しても、マイクロパブルを発生できる。

【0033】

<第1実施形態の変形例>

次に、本発明の第1実施形態の変形例に係るループ流式パブル発生ノズルについて説明する。図4は、本発明の第1実施形態の変形例に係るループ流式パブル発生ノズルを示す概略断面図である。図5は、図4のループ流式パブル発生ノズルと、このループ流式パブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式パブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図である。なお、簡便のため、ループ流式パブル発生ノズルのみ、概略断面図で示している。また、第1実施形態の符号1~7と同様の部分については、11~17の符号をふり、その説明を省略することがある。

40

【0034】

50

本変形例のループ流式バブル発生ノズル 20 は、噴出孔 12 a の外側に、噴出孔 12 a から外側の方向へ拡径している略三角錐型の空間 18 を内部に有する部材 17 を備えている点で、第 1 実施形態と異なっている。

【0035】

ループ流式バブル発生ノズル 20 の作用は、ほぼ第 1 実施形態と同様であるが、部材 17 を設けているので、噴出孔 12 a の外部側周辺の流れ（噴出孔 12 a からの混合流体の噴出、並びに、外部気体又はノ及び外部気体の流入）を安定させることができる。

【0036】

したがって、本変形例によれば、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができると共に、さらに高速のループ流れを形成できる。また、噴出孔 12 a からの噴出の勢いを向上させることができる。

【0037】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。図 7 は、図 6 のループ流式バブル発生ノズルと、このループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図である。なお、簡便のため、ループ流式バブル発生ノズルのみ、概略断面図で示している。また、第 1 実施形態の符号 1 ~ 3、5 ~ 7 と同様の部分については、21 ~ 23、25 ~ 27 の符号をふり、その説明を省略することがある。

【0038】

本実施形態のループ流式バブル発生ノズル 30 は、第 1 実施形態の気液ループ流式攪拌混合室 4 に代えて、噴出孔 22 a 側から液体供給孔 23 a 側にかけて拡径している略三角錐型空間である気液ループ流式攪拌混合室 24 としている点で、第 1 実施形態と異なっている。

【0039】

ループ流式バブル発生ノズル 30 の作用は、ほぼ第 1 実施形態と同様であるが、気液ループ流式攪拌混合室 24 を、噴出孔 22 a 側から液体供給孔 23 a 側にかけて拡径している略三角錐型空間としているので、高速ループ流れの形状が気液ループ流式攪拌混合室 24 の内壁に沿った形状となっており、第 1 実施形態の気液ループ流式攪拌混合室 4 の場合よりも、高速ループ流れをより速くすることができる。その結果として、より気液ループ流式攪拌混合室 24 内の気体を細分化することができる。

【0040】

したがって、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができると共に、より径の小さいマイクロバブルを発生することができるループ流式バブル発生ノズル 30 を提供できる。

【0041】

< 第 2 実施形態の変形例 >

次に、本発明の第 2 実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図 8 は、本発明の第 2 実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。図 9 は、図 8 のループ流式バブル発生ノズルと、このループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図である。なお、簡便のため、ループ流式バブル発生ノズルのみ、概略断面図で示している。また、第 1 実施形態の符号 1 ~ 3、5 ~ 7 と同様の部分については、31 ~ 33、35 ~ 37 の符号をふり、その説明を省略することがある。

【0042】

本実施形態のループ流式バブル発生ノズル 40 は、噴出孔 32 a の外側に、噴出孔 32 a から外側の方向へ拡径している略三角錐型の空間 38 を内部に有する部材 37 を備えて

10

20

30

40

50

いる点で、第2実施形態と異なっている。

【0043】

ループ流式バブル発生ノズル40の作用は、ほぼ第2実施形態と同様であるが、部材37を設けているので、噴出孔32aの外部側周辺の流れ(噴出孔32aからの混合流体の噴出、並びに、外部気体又はノ及び外部気体の流入)を安定させることができる。

【0044】

したがって、本変形例によれば、第1実施形態と同様の効果を得ることができると共に、さらに高速のループ流れを形成できる。また、噴出孔32aからの噴出の勢いを向上させることができる。

【0045】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図10は、(a)が本発明の第3実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b)が(a)のII-II矢視断面図である。図11(a)は、図10のループ流式バブル発生ノズルと、このループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図、図11(b)は図11(a)における外部連通孔における液体供給方向に対する断面図である。なお、簡便のため、ループ流式バブル発生ノズルのみ、概略断面図で示している。また、第1実施形態の符号1~7と同様の部分については、41~47の符号をふり、その説明を省略することがある。

【0046】

本実施形態のループ流式バブル発生ノズル50は、筒状部材41が気液ループ流式攪拌混合室44の周面に外部と連通する外部連通孔41bを有しており、この外部連通孔41bが、気液ループ流式攪拌混合室44の周面の接線と平行な方向に開口されている点で、第1実施形態と異なっている。

【0047】

上記構成によれば、第1実施形態と同様の作用効果の他に、以下の作用効果を奏する。即ち、第1実施形態と同様に、ループ流が発生する条件となっている際には、外部連通孔41bから外部液体及びノ又は外部気体が流入してくるので、ループ流の他に、気液ループ流式攪拌混合室44における周面に沿って流れる旋回流を発生させることができ(図11(a)(b)参照)、液体供給孔43aから供給される液体の供給方向に対して、ループ流の流れ方向を傾斜させることができる。その結果として、ループ流の一周当りの距離を長くすることができることから、ループ流における気体の剪断の機会が多くなるので、より気液ループ流式攪拌混合室44内の気体を細分化できる。

【0048】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図12は、(a)が本発明の第4実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b)が(a)のIII-III矢視断面図である。

【0049】

図12(a)に示すように、ループ流式バブル発生ノズル60は、筒状部材51と、筒状部材51の一端を塞ぐと共に、筒状部材51の一端の側部周囲を覆うように形成された筒状の有底部材52とを備えている。筒状部材51は、外部と内部とを連通させて、気体を流入させるための気体流入孔51aを側部に複数有するとともに、内部途中を塞ぐように形成された円盤部の中央に液体供給孔51bを1つ有している。有底部材52は、底部中央に形成された噴出孔52aと、内周の壁面に沿って周方向に形成された溝部52bと、溝部52bの一部と外部とが連通するように形成され、気体用供給管(図示せず)の装着に使用される孔52cとを有している。また、筒状部材51における有底部材52と反対側の端部は、液体用供給管(図示せず)などを装着できるように大口となっている。そ

10

20

30

40

50

して、気体流路 5 3 は、溝部 5 2 b と筒状部材 5 1 外周壁とで形成される帯状空間であるとともに、気体流入孔 5 1 a の一端と接している。気液ループ流式攪拌混合室 5 4 は、筒状部材 5 1 及び有底部材 5 2 で囲まれてなる略円柱型の空間である。

【0050】

筒状部材 5 1 及び有底部材 5 2 には、SUS304、SUS316 などの金属、樹脂、木、ガラス、セラミックス、陶磁器などを用いることができるが、固体材料であればどのようなものを用いてもかまわない。また、部品毎に、適材適所の素材を選択してもよい。なお、樹脂、ガラス、セラミックスなど選択すれば、腐食に強いので、ループ流式バブル発生ノズル 6 0 を長寿命化できる。

【0051】

液体供給孔 5 1 b の中心軸と噴出孔 5 2 a の中心軸とが略一致するとともに、気体流入孔 1 a の中心軸と液体供給孔 3 a の中心軸とが略交差するように、各孔は設けられている。なお、一変形例として、噴出孔 5 2 a には、内周にそって螺旋溝が形成されていてもよい。この螺旋溝は、噴出孔 5 2 a を穴開けした際の粗い螺旋加工痕でもよい。また、他の変形例として、気体流入孔は 2 つ以上あってもよい。また、気体流入孔 5 1 a の中心軸と液体供給孔 5 1 b の中心軸とは、必ずしも略交差していなくともよい。

【0052】

また、液体供給孔 5 1 b は、噴出孔 5 2 a より径が小さくなるように形成されている。具体的には、噴出孔 5 2 a の径と液体供給孔 5 1 b の径との比が 2 : 1 ~ 3 : 1 の範囲内となるように、液体供給孔 5 1 b 及び噴出孔 5 2 a は形成されている。なお、噴出孔 5 2 a の径と液体供給孔 5 1 b の径との比は、液体の圧力、粘度、液体供給孔から噴出孔までの距離（攪拌部の容積）、または、噴出孔から噴出する液体の運動状態（直線運動と旋回運動）などを考慮して決定される。例えば、液体供給孔 5 1 b と水道管とを接続し、水道水（0.15 MPa ~ 0.25 MPa 程度）を加圧された液体として用いる場合には、噴出孔 5 2 a の径と液体供給孔 5 1 b の径との比は、2.5 : 1 程度とすればよい。

【0053】

気液ループ流式攪拌混合室 5 4 は、液体供給孔 5 1 b 及び気体流入孔 5 1 a から流入した液体及び気体を混合するための空間である。そして、気液ループ流式攪拌混合室 5 4 の内壁には、凹凸形状（例えば、いわゆる鮫肌又はセラミックの溶射肌と同様のものや、単なる突起形状など）が形成されているが、内壁全体に施されている必要はなく、一部に形成されているだけでもかまわない。

【0054】

上記構成によれば、第 1 実施形態と同様の作用効果の他に、以下の作用効果を奏する。即ち、溝部 5 2 b と筒状部材 5 1 とにより気体流路 5 3 が形成されるとともに、この気体流路 5 3 に一端が接している気体流入孔 5 1 a が複数形成されているので、それぞれの気体流入孔 5 1 a に外部の気体を容易に流入させることができる。その結果として、それぞれの気体流入孔 5 1 a 他端（気液ループ流式攪拌混合室 5 4 側の端部）において、ループ流による剪断が行われるので、第 1 実施形態のものに比べ、バブル発生効率を向上できる。

【0055】

< 第 4 実施形態の変形例 >

次に、本発明の第 4 実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図 1 3 は、本発明の第 4 実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。なお、第 4 実施形態における符号 5 1、5 3、5 4 と同様の部分については、6 1、6 3、6 4 の符号をふり、その説明を省略することがある。

【0056】

本実施形態のループ流式バブル発生ノズル 7 0 は、有底部材 6 2 が、噴出孔 6 2 a の外部側に、噴出孔 6 2 a から外側の方向へ拡径している略三角錐型の空間 6 5 を内部に有する部分を有している点で、第 4 実施形態と異なっている。

【0057】

10

20

30

40

50

ループ流式バブル発生ノズル70の作用は、ほぼ第4実施形態と同様であるが、略三角錐型の空間65を有しているため、噴出孔62aの外部側周辺の流れ（噴出孔62aからの混合流体の噴出、並びに、外部気体又はノズル及び外部気体の流入）を安定させることができる。

【0058】

したがって、本変形例によれば、第4実施形態と同様の効果を得ることができると共に、さらに高速のループ流れを形成できる。また、噴出孔62aからの噴出の勢いを向上させることができる。

【0059】

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルについて説明する。図14は、(a)が本発明の第5実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b)が(a)のループ流式バブル発生ノズルと、このループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図である。

【0060】

図14に示すように、ループ流式バブル発生ノズル80は、T字管71と、T字管71の直管部分の一端に固定される筒状部材72と、気液ループ流式攪拌混合室73とを備えている。

【0061】

T字管71は、直管部分と垂直に延設された筒状部71cの内部空間からなる気体流入孔71aと、直管部分における筒状部材72が固定される側と反対側に形成された液体供給孔71bとを有している。筒状部71cの外部側端部の周囲には、気体用供給管76の端部を挟んで、ナット78aを用いて固定するための筒状部71dが形成されている。液体供給孔71bの外部には、液体用供給管75の端部を挟んで、ナット78bを用いて固定するため、筒状部71c及び筒状部71dと同形状の筒状部71e及び筒状部71fが形成されている。また、T字管71における筒状部材72が設けられる端部周囲には、ナット78cを用いて筒状部材72を固定するための筒状部71gが形成されている。なお、図示していないが、筒状部71d、71f、71gの外側周囲には、ネジ山が切られている。

【0062】

筒状部材72は、気液ループ流式攪拌混合室73側端部に形成された噴出孔72aと、噴出孔72aの外部側に、噴出孔72aから外側の方向へ拡張している略三角錐型の空間74を内部に有する部分とを有している。

【0063】

気液ループ流式攪拌混合室73は、気体流入孔71aと噴出孔72aとの間におけるT字管71の内部からなる略円柱型の空間である。

【0064】

気体用供給管76の内部には、バブルを安定して発生させることができるように、逆止弁6aが設けられている。また、気体用供給管76には、外部気体の流入量を調整するための絞り弁77が接続されている。

【0065】

上記構成によれば、第1実施形態の変形例と同様の作用効果を奏することができる。また、T字管71を用いることで、より安価なループ流式バブル発生ノズルを提供できる。

【0066】

なお、ここでは、筒状部材72は、ナット78cを用いてT字管71に固定したが、これに限られず、接着したり、圧入したりして、固定してもよい。

【0067】

なお、本発明は、特許請求の範囲を逸脱しない範囲で設計変更できるものであり、上記実施形態や変形例に限定されるものではない。例えば、上記各実施形態や各変形例におい

10

20

30

40

50

て、ループ流式バブル発生ノズルは、表面が樹脂で被覆された部材からなるもの、若しくは、樹脂だけで成形されたものであってもよい。これにより、海水などの劣悪な環境中においても、部材表面が樹脂で被覆されている、若しくは、ループ流式バブル発生ノズル自体が樹脂で成形されているので、腐食を防止できる。その結果として、使用寿命が長く、安価なループ流式バブル発生ノズルを提供できる。

【0068】

また、第1実施形態において、筒状部材1と円盤部材2とが一体物であってもよいし、筒状部材1と円盤部材3とが一体物であってもよいし、筒状部材1と円盤部材2と円盤部材3とが一体物であってもよい。第2、第3実施形態においても同様である。

【0069】

さらに、第1実施形態の変形例において、筒状部材11と円盤部材12と部材17とが一体物であってもよいし、筒状部材11と円盤部材13とが一体物であってもよいし、筒状部材11と円盤部材12とが一体物であってもよいし、筒状部材11と円盤部材12と円盤部材13と部材17とが一体物であってもよい。第2実施形態の変形例においても同様である。

【0070】

加えて、気液ループ流式攪拌混合室の形状は、上記各実施形態や各変形例において示したものに限られず、略角筒型、略三角錐型、断面が五角形や六角形などの多角形のもの、又は、断面が星形などの複雑な形状（規則的でない形状のものを含む）のものであってもよい。

【0071】

また、上記各実施形態や各変形例において、気体流入孔は、噴出孔寄りに形成されていてもよい。

【0072】

また、第3実施形態における外部連通孔41bを、他の実施形態やその変形例において備えていてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0073】

本発明のループ流式バブル発生ノズルは、大型のものから小型のものまで製作できる。大型のループ流式バブル発生ノズルについては、工業的分野、下水道などの汚水処理、河川及び海水などの浄化、アオコなどの除去、魚介類の蘇生・繁殖・養殖、水田の稲育成用及び除草作用など、小型のループ流式バブル発生ノズルについては、水槽・イケスの浄化、水耕栽培の育成用、マイクロバブル風呂、洗浄機、携帯用超小型マイクロバブル発生器、温度上昇が望ましくない場合の小型の水槽内など、マイクロバブルを利用できるもの全てに適用できる。また、医療関係への利用も検討されている。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】(a)が本発明の第1実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b)が(a)のI-I断面矢視図である。

【図2】図1のループ流式バブル発生ノズルと、図1のループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、図1のループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図である。

【図3】図2において、液体用供給管から液体が供給された際のループ流式バブル発生ノズルにおけるバブルの発生模式図である。

【図4】本発明の第1実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。

【図5】図4のループ流式バブル発生ノズルと、図4のループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、図4のループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに

10

20

30

40

50

用いるための図である。

【図 6】本発明の第 2 実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。

【図 7】図 6 のループ流式バブル発生ノズルと、図 6 のループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、図 6 のループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図である。

【図 8】本発明の第 2 実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。

【図 9】図 8 のループ流式バブル発生ノズルと、図 8 のループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、図 8 のループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図である。

【図 10】本発明の第 3 実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。

【図 11】(a) は、図 10 のループ流式バブル発生ノズルと、このループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図であるとともに、ループ流の流れを説明するのに用いるための図、(b) は (a) における外部連通孔における液体供給方向に対する断面図である。

【図 12】(a) が本発明の第 4 実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b) が (a) の III-III 矢視断面図である。

【図 13】本発明の第 4 実施形態の変形例に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図である。

【図 14】(a) が本発明の第 4 実施形態に係るループ流式バブル発生ノズルを示す概略断面図、(b) が (a) のループ流式バブル発生ノズルと、このループ流式バブル発生ノズルの液体供給孔に接続された液体用供給管と、ループ流式バブル発生ノズルの気体流入孔に接続された気体用供給管とを示した図である。

【符号の説明】

【0075】

- | | | |
|--------------------------------|---------------|--|
| 1、11、21、31、41、51、61、72 | 筒状部材 | |
| 1a、11a、21a、31a、41a、51a、61a、71a | 気体流入孔 | |
| 2、3、12、13、22、23、32、33、42、43 | 円盤部材 | |
| 2a、12a、22a、32a、42a、52a、62a、72a | 噴出孔 | |
| 3a、13a、23a、33a、43a、51b、61b、71b | 液体供給孔 | |
| 4、14、24、34、44、54、64、73 | 気液ループ流式攪拌混合室 | |
| 5、15、25、35、45、75 | 液体用供給管 | |
| 6、16、26、36、46、76 | 気体用供給管 | |
| 6a、16a、26a、36a、46a、76a | 逆止弁 | |
| 7、17、27、37、47 | 絞り弁 | |
| 10、20、30、40、50、60、70、80 | ループ流式バブル発生ノズル | |
| 17、37 | 部材 | |
| 18、38、65、74 | 空間 | |
| 71 | T字管 | |
| 78a、78b、78c | ナット | |

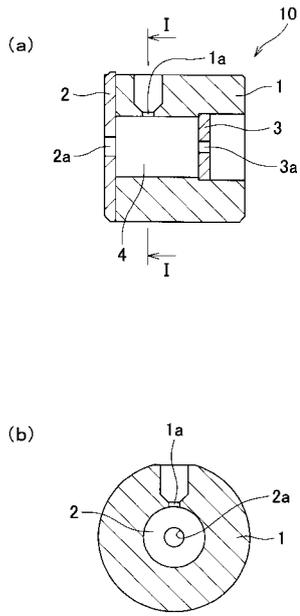
10

20

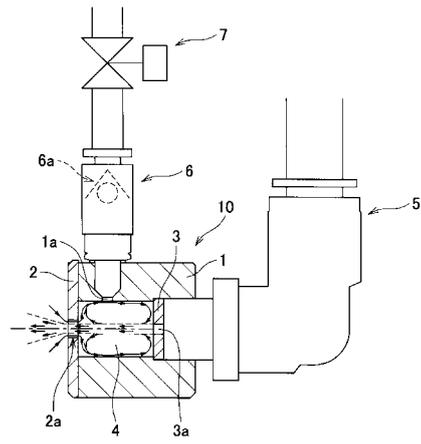
30

40

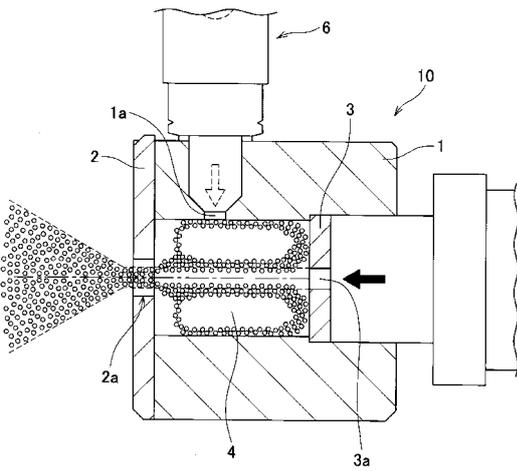
【 図 1 】



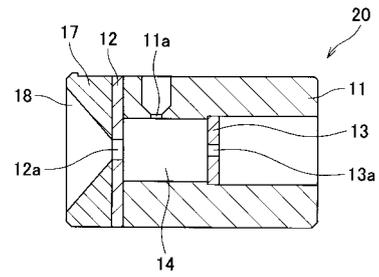
【 図 2 】



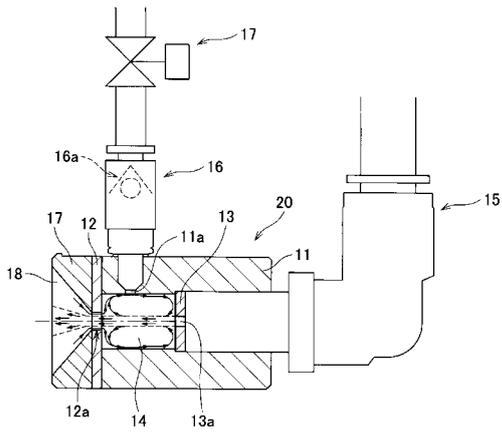
【 図 3 】



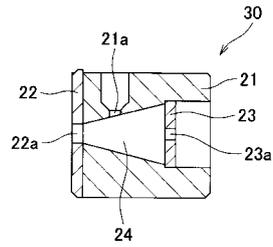
【 図 4 】



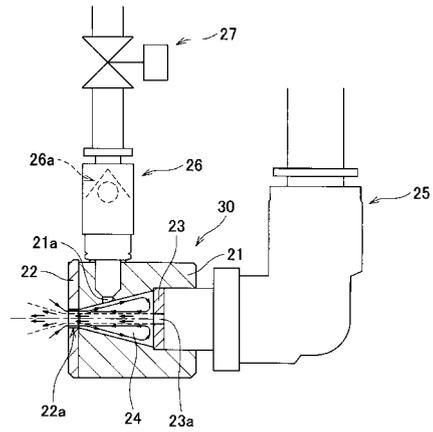
【 図 5 】



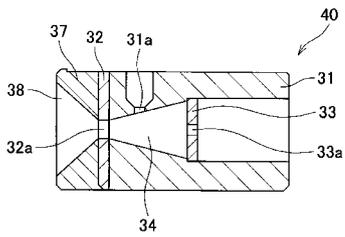
【 図 6 】



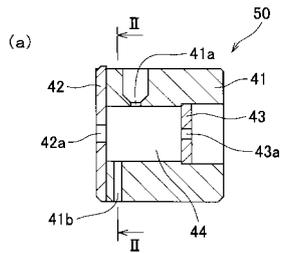
【 図 7 】



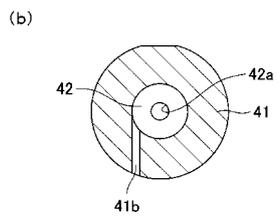
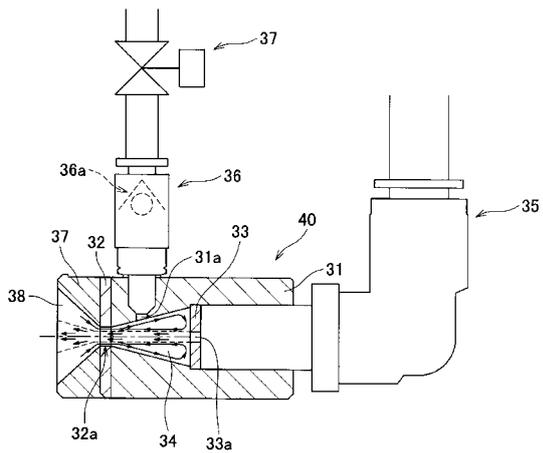
【 図 8 】



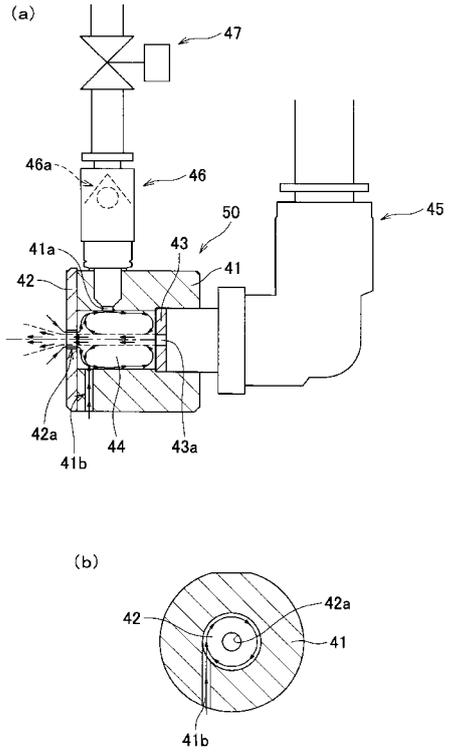
【 図 10 】



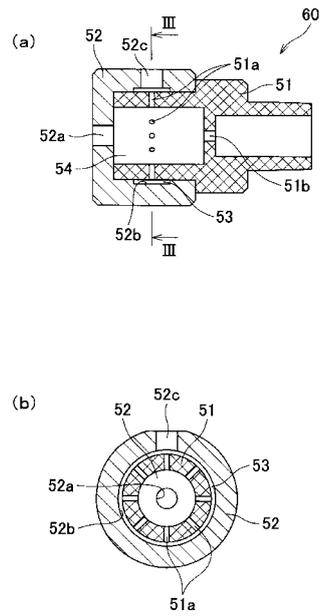
【 図 9 】



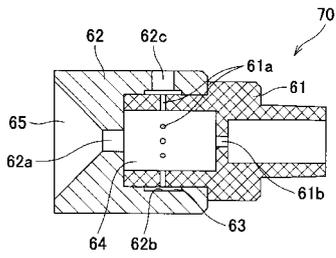
【 図 1 1 】



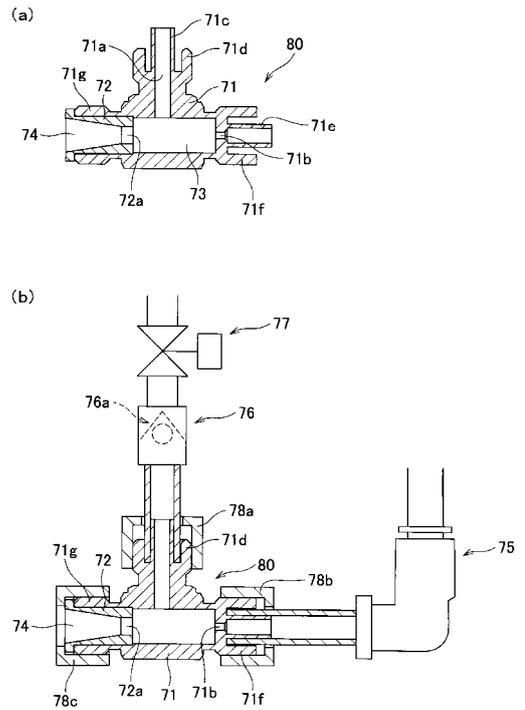
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 0 5 B 7/04 (2006.01) B 0 5 B 7/04

(72)発明者 薦田 俊策
大阪府大阪狭山市大野台3 - 2 2 - 2

(72)発明者 中務 久和
大阪府八尾市青山町5 - 1 - 1 0

(72)発明者 岡井 芳夫
大阪府八尾市山畑1 0 8 - 1 7

Fターム(参考) 4F033 BA02 BA04 DA01 EA01 GA01 KA03 LA09 NA01 QB02Y QB03X
QB12Y QB15X QC05 QD04 QD10 QE05 QE13
4G035 AB16 AC15 AC26 AC44 AE13