

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6476150号
(P6476150)

(45) 発行日 平成31年2月27日(2019.2.27)

(24) 登録日 平成31年2月8日(2019.2.8)

(51) Int. Cl.		F I			
BO1F 5/06	(2006.01)	BO1F	5/06		
BO1F 3/04	(2006.01)	BO1F	3/04		A
BO1F 15/00	(2006.01)	BO1F	15/00		Z

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-55834 (P2016-55834)	(73) 特許権者	000004293
(22) 出願日	平成28年3月18日 (2016.3.18)		株式会社ノリタケカンパニーリミテド
(65) 公開番号	特開2017-170276 (P2017-170276A)		愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号
(43) 公開日	平成29年9月28日 (2017.9.28)	(74) 代理人	110000291
審査請求日	平成29年11月20日 (2017.11.20)		特許業務法人コスモス国際特許商標事務所
		(72) 発明者	清水 友佑
			愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド内
		(72) 発明者	藤井 照久
			愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微小気泡発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジング内に、少なくとも一方端部及び他方端部の間の中央部が多孔質体からなるパイプ状の多孔質パイプを有し、上記ハウジング内で上記多孔質パイプの外部から気体を供給して、上記多孔質パイプ内を流れる液体中に上記気体の微小気泡を発生させる微小気泡発生装置であって、

上記多孔質パイプと上記ハウジングとの間に溜まった貯留液体を、上記ハウジング外に排出する排出部を備え、

上記排出部は、

上記貯留液体の排出を開閉する排出バルブを有し、

前記多孔質パイプよりも下方における、前記貯留液体の量を検知する液体センサを有する

微小気泡発生装置。

【請求項2】

請求項1に記載の微小気泡発生装置であって、

前記排出部は、

前記ハウジングの底部から下方に延びる形態を有する

微小気泡発生装置。

【請求項3】

請求項2に記載の微小気泡発生装置であって、

前記ハウジングは、
前記貯留液体が、前記排出部に集まる形態にされてなる
微小気泡発生装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の微小気泡発生装置であって、

前記液体センサを、前記排出部に設けてなる
微小気泡発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体中に微小気泡を発生させる微小気泡発生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、マイクロバブル、ナノバブルと呼ばれる微小気泡を用いた技術の有用性が注目されている。例えば、微小気泡を含む液体を用いた洗浄技術、水の除菌及び脱臭、オゾン水の生成、健康・医療機器分野や、湖沼や養殖場の水質浄化、工場・畜産等の各種排水処理、及び、水素水などの機能水製造などへの利用が検討されている。

【0003】

このようなマイクロバブル、ナノバブルを発生させる装置として、種々の構造を有する装置が提案されている（例えば、特許文献 1 ~ 3 等参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 - 224461 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 34976 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 101299 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このような装置として、ハウジング内に多孔質パイプを保持し、この多孔質パイプ内に液体を流すと共に、多孔質パイプ外に気体を供給して、液体内に微小気泡を発生させる微小気泡発生装置も考えられる。この形態の微小気泡発生装置では、多孔質パイプ内の液体の液圧に対し、多孔質パイプ外の気体の気圧を大きくして、液体中に気体の微小気泡を生成する。

【0006】

しかし、液圧と気圧との差圧（= 圧力差 = 気圧 - 液圧）が小さくなった場合や、差圧が逆転した場合、即ち、気圧が低下するなどにより液圧が気圧よりも高くなった場合には、多孔質パイプ内から液体がパイプ外に漏れ出し、ハウジング内に溜まることがある。なお、多孔質パイプからの液体の漏れは、気圧を回復させるなど、液圧と気圧との差圧を所定の状態に戻せば止まり、再び液中に微小気泡を発生させることができる。ハウジングのうち、保持する多孔質パイプをシールするシール部から、液体がハウジング内に漏れる場合もある。

そして、多孔質パイプとハウジングとの間に溜まった貯留液体の液量が多い場合には、多孔質パイプが液中に没して、微小気泡の発生量が低下したり発生不能となる場合がある。このような場合には、微小気泡発生装置を取り外して分解し、ハウジング内に溜まった液体を除去した上で、再び組み立てる必要があり、手間が掛かる上、微小気泡発生装置の稼働を停止させる時間が長く掛かっていた。

【0007】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、ハウジングと多孔質パイプの間に溜まった貯留液体を容易に排出できる微小気泡発生装置を提供するものである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するための本発明の一態様は、ハウジング内に、少なくとも一方端部及び他方端部の間の中央部が多孔質体からなるパイプ状の多孔質パイプを有し、上記ハウジング内で上記多孔質パイプの外部から気体を供給して、上記多孔質パイプ内を流れる液体中に上記気体の微小気泡を発生させる微小気泡発生装置であって、上記多孔質パイプと上記ハウジングとの間に溜まった貯留液体を、上記ハウジング外に排出する排出部を備え、上記排出部は、上記貯留液体の排出を開閉する排出バルブを有し、前記多孔質パイプよりも下方における、前記貯留液体の量を検知する液体センサを有する微小気泡発生装置である。

10

【0009】

この微小気泡発生装置は、排出バルブを有し貯留液体を排出する排出部を備える。このため、排出バルブを閉じた状態で、ハウジング内を気密にして気体を供給し、多孔質パイプ内に液体を流すことで、通常通り多孔質パイプを介して、液体中に気体の微小気泡を発生させることができる。一方、液体が、多孔質パイプからパイプ外に染み出したり、多孔質パイプとハウジングとのシール部から漏れ出したりして、ハウジング内に貯留液体として溜まったときには、排出バルブを開放することで、排出部から貯留液体を容易に外部に排出することができる。

また、微小気泡発生装置において、多孔質パイプの一部あるいは全部が貯留液体に没すると、多孔質パイプを流れる液体に発生する微小気泡が減少する、あるいは発生不能となる。

20

これに対し、上述の微小気泡発生装置では上述の液体センサを有するので、貯留液体が増加しても、液体センサで多孔質パイプが貯留液体に没する前の段階で、貯留液体の量を検知できる。

これにより、多孔質パイプの一部あるいは全部が貯留液体に没して、多孔質パイプを流れる液体に発生する微小気泡が減少する前に、貯留液体を排出することができる。

【0010】

多孔質パイプは、この多孔質パイプのうち、少なくとも一方端部と他方端部の間の中央部（長手方向の中央部）が、多孔質体、具体的には、互いに三次元網目状に連結した多数の通気路を構成する多孔質体からなる。例えば、多孔質パイプ全体が多孔質セラミックスなどの多孔質体からなる多孔質パイプが挙げられる。

30

また、中央部（長手方向の中央部）が多孔質体からなる一方、一方端部及び他方端部は緻密質の材質からなる多孔質パイプや、管状の多孔質パイプ全体が多孔質体からなるが、一方端部及び他方端部については、ガラス、樹脂、熔融金属などを含浸させることより、気孔を塞いで通気性を無くした多孔質パイプも挙げられる。

【0011】

また、多孔質体としては、例えば、アルミナ、チタニア、シリカ、ムライト、ジルコニアなどの酸化物セラミックスや、窒化ケイ素などの窒化物セラミックス、炭化ケイ素などの炭化物セラミックスなどからなる多孔質セラミックスが挙げられる。また、ステンレス、アルミニウム、銅合金、ニッケル合金、チタン合金等の金属からなる多孔質金属も用い

40

うる。
多孔質体の細孔径 D が、 $D(10) = 2 \mu\text{m}$ の多孔質体を用いると、効率よく、直径 $1 \mu\text{m}$ 以下の微小気泡を効率よく生成して、液中にこの微小気泡を吹き込むことができるので特に好ましい。なお、細孔径分布の測定手法としては、例えば、水銀圧入法を用いる。 $D(10)$ は、得られた累積細孔径分布曲線において、細孔容積全体のうち大径側の上位 10% を占める細孔径である。

【0012】

多孔質パイプの形状としては、円管状、角管状など、軸線方向に亘り横断面の形状が変化しない形態のほか、円錐台状、角錐台状など、軸線方向の一方側ほどテーパ状に窄まる形態や、軸線方向に進むに連れて径が周期的に変化する形状であっても良い。また、軸線

50

が直線状に延びる直管状の形態のほか、軸線がU字状や蛇行状やらせん状に曲がった形態であっても良い。さらに、多孔質パイプは、内部に貫通穴を1本設けた単管状のほか、多数の貫通孔を設けた多穴管状でも良い。また、多孔質パイプは、1本でも複数本でも良い。

また、排出バルブとしては、バタフライ弁、ボール弁、ダイヤフラム弁など液体操作に使用する各種の弁を使用することができる。また、手動で開閉する手動バルブのほか、電氣的に開閉を行わせる電磁弁も用いることができる。

【0013】

また、微小気泡を含ませる液体としては、純水、飲料水、海水、各種の培養液、各種の水溶液、各種の汚水などの水系の液体や、有機溶媒、食用油や鉱物油などの油類、その他各種の液体が挙げられる。また、液体に微小気泡として含ませる気体としては、空気、酸素、オゾン、塩素ガス、水素、窒素、二酸化炭素など各種の気体が挙げられる。

10

また、液体センサとしては、多孔質パイプとハウジングとの間に溜まった貯留液体の量を検知できるように設置された液体センサであれば良く、例えば、フロート式、光学式、超音波式、静電容量式、電導率式、ピエゾ共振式、音叉式など、貯留液体の液面が所定位置に達したか否かを検知する各種の液面センサ(液面スイッチ)を用いることができる。

【0014】

さらに、上述の微小気泡発生装置であって、前記排出部は、前記ハウジングの底部から下方に延びる形態を有する微小気泡発生装置とすると良い。

【0015】

この微小気泡発生装置では、排出部がハウジングの底部から下方に延びているので、貯留液体を効果的に排出することができる。

20

【0016】

さらに上述の微小気泡発生装置であって、前記ハウジングは、前記貯留液体が、前記排出部に集まる形態にされてなる微小気泡発生装置とすると良い。

【0017】

この微小気泡発生装置では、ハウジングが、貯留液体が排出部に集まる形態とされているので、排出バルブを開けることにより、多孔質パイプとハウジングとの間に溜まった貯留液体の全部を、容易に排出できる。

【0021】

さらに上述の微小気泡発生装置であって、前記液体センサを、前記排出部に設けてなる微小気泡発生装置とすると良い。

30

【0022】

この微小気泡発生装置では、排出部に液体センサを設けたので、ハウジングに液体センサを設ける場合に比して、液体センサの設置が容易である。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】実施形態に係る微小気泡発生装置を使用して微小気泡含有液体を製造する製造装置の概略構成を示す説明図である。

【図2】実施形態に係る微小気泡発生装置のうち、装置本体部の縦断面図を含む説明図である。

40

【図3】実施形態に係る微小気泡発生装置のうち、装置本体部の横断面図である。

【図4】変形形態に係る微小気泡発生装置の構造を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

(実施形態)

第1の実施形態を、図1～図3を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る微小気泡含有液体の製造装置(以下、単に製造装置ともいう)1の概略構成を示す説明図である。また、図2は、実施形態に係る微小気泡発生装置10のうち、装置本体部100の断面構造を模式的に示す縦断面図を含む説明図であり、図3は装置本体部100の横断面図で

50

ある。

【0025】

本実施形態に係る製造装置1は、図1に示すように、タンクTK1に貯留した液体LQ（例えば、水）をポンプPUにより圧送し、微小気泡発生装置（以下、単に発生装置ともいう）10を通過させて、微小気泡BBを含む微小気泡含有液体BLQを製造し、別のタンクTK2に貯留する。この製造装置1では、ガスポンプGBから送出され、レギュレータRGによりゲージ圧で2気圧に調圧された気体GA（例えば、空気、水素）を、ガス配管GSを通じて、これに接続した気体流入口10Jから発生装置10（装置本体部100）内に流入させる。すると、この気体GAは、発生装置10（装置本体部100）内に保持された複数の気泡発生管110の内側に流れている液体LQ中に、微小気泡BBとして

10

【0026】

製造装置1のうち発生装置10は、大きく分けて、微小気泡含有液体BLQを製造する装置本体部100と、この装置本体部100内に溜まった貯留液体TLQを発生装置10外に排出するための排出部200とからなる。

【0027】

まず、発生装置10のうち、装置本体部100について説明する（図2，図3参照）。装置本体部100は、複数（本実施形態では13本）の気泡発生管110と、これを保持し包囲するハウジング120とからなる。

20

このうち、気泡発生管110は、断面円形の直円管形状で、その全体が多孔質アルミナからなる。この気泡発生管110のうち、図2において左端部を一方端部112とし、右端部を他方端部113とし、一方端部112と他方端部113との間の部位を中央部114とする。気泡発生管110は、水銀圧入法（JIS R1655）を用いて細孔径分布を測定し、この細孔径分布において、大径側の上位10%となる細孔径をD(10)とすると、 $D(10) = 2 \mu\text{m}$ 以下の多孔質アルミナからなる。具体的には、本実施形態1では、 $D(10) = 1.4 \mu\text{m}$ である。このため、この気泡発生管110を用いて、その管外にゲージ圧で2気圧程度の気体GAを送り込むと、管内の液体LQ中に、 $1 \mu\text{m}$ 以下の気泡を含む微小気泡BBを吹き込むことができる。

【0028】

30

一方、ハウジング120は、複数の気泡発生管110の一方端部112（図2において左端部）をそれぞれ支持する一方側支持部130と、気泡発生管110の他方端部113（図2において右端部）をそれぞれ支持する他方側支持部150と、一方側支持部130と他方側支持部150との間隔を保って複数の気泡発生管110の周囲を包囲する筒状の胴部170と、を備える。

【0029】

このうち一方側支持部130は、概略円板状の一方側保持具131と、第1パッキン139と、一方側保持具131を気泡発生管110の長手方向NXの一方側NX1から覆う一方側カバー具140とからなる。

【0030】

40

ステンレス材からなる一方側保持具131のうち、液分配部136には、気泡発生管110の一方端部112を挿通する13ヶの発生管挿通孔132が、軸線AXを中心とした所定の配置にそれぞれ穿孔されている（図3参照）。各々の発生管挿通孔132には、環状に拡径するパッキン溝133が設けられており、EPDMからなる第1パッキン139（リング）が、このパッキン溝133内に配置されている。このため、発生管挿通孔132に気泡発生管110の一方端部112を挿通することにより、この気泡発生管110の一方端部112が、第1パッキン139を介して、それぞれ一方側保持具131に気密及び液密に保持され、一方側保持具131の一方側NX1から、液体LQを各気泡発生管110内に送り込むことができる。

【0031】

50

また、一方側保持具 1 3 1 のうち周囲部分は、段状に切り欠かれており、後述する管包囲部材 1 7 1 (胴部 1 7 0) のうち一方側 N X 1 の第 1 フランジ部 1 7 3 を嵌め込んで係止する係止段部 1 3 4 とされている。また、後述するように、一方側カバー具 1 4 0、一方側保持具 1 3 1 及び管包囲部材 1 7 1 の第 1 フランジ部 1 7 3 を締結するボルト 1 4 6 の軸部 1 4 7 を挿通するボルト挿通孔 1 3 5 が、6 箇所穿孔されている。

【 0 0 3 2 】

また液分配部 1 3 6 には、各発生管挿通孔 1 3 2 が存在する範囲に亘って、凹状の液分配凹部 1 3 7 が設けられており、後述する液流入部 1 4 3 から流入した液体 L Q が、図 2 において黒矢印で示すように、液分配凹部 1 3 7 を介して、各々の気泡発生管 1 1 0 (一方端部 1 1 2) の管内に分配される。

10

【 0 0 3 3 】

ステンレス材からなる一方側カバー具 1 4 0 は、円板状の一方端部カバー部 1 4 1 と、この中央から長手方向一方側 N X 1 に突出する液流入部 1 4 3 とを有する。この液流入部 1 4 3 がなす液流入口 1 4 4 は、液配管 L S (図 1 参照) が接続され、液体 L Q が流入する液体流入口 1 0 I となっている。また、一方端部カバー部 1 4 1 は、液分配凹部 1 3 7 を覆い、一方側保持具 1 3 1 の液分配部 1 3 6 との間に、流入した液体 L Q を各気泡発生管 1 1 0 に分配する空間を形成する。

また、一方側カバー具 1 4 0 のうち周囲部分にも、ボルト 1 4 6 の軸部 1 4 7 を挿通するボルト挿通孔 1 4 2 が、一方側保持具 1 3 1 のボルト挿通孔 1 3 5 に重なる配置で、6 箇所穿孔されている。

20

【 0 0 3 4 】

一方、他方側支持部 1 5 0 は、概略円板状の他方側保持具 1 5 1 と、第 2 パッキン 1 5 9 と、他方側保持具 1 5 1 を長手方向 N X の他方側 N X 2 から覆う他方側カバー具 1 6 0 とからなる。

【 0 0 3 5 】

ステンレス材からなる他方側保持具 1 5 1 のうち、集合経路部 1 5 6 には、気泡発生管 1 1 0 の他方端部 1 1 3 を挿通する 1 3 ケの発生管挿通孔 1 5 2 が、軸線 A X を中心とした所定の配置にそれぞれ穿孔されている (図 3 参照)。各々の発生管挿通孔 1 5 2 には、環状に拡径するパッキン溝 1 5 3 が設けられており、E P D M からなる第 2 パッキン 1 5 9 (リング) が、このパッキン溝 1 5 3 内に配置されている。このため、発生管挿通孔 1 5 2 に気泡発生管 1 1 0 の他方端部 1 1 3 を挿通することにより、この気泡発生管 1 1 0 の他方端部 1 1 3 が、第 2 パッキン 1 5 9 を介して、それぞれ他方側保持具 1 5 1 に気密及び液密に保持されている。

30

【 0 0 3 6 】

また、他方側保持具 1 5 1 のうち周囲部分は、段状に切り欠かれており、後述する管包囲部材 1 7 1 の他方側 N X 2 の第 2 フランジ部 1 7 4 を嵌め込んで係止する係止段部 1 5 4 とされている。また、後述するように、他方側カバー具 1 6 0、他方側保持具 1 5 1 及び管包囲部材 1 7 1 の第 2 フランジ部 1 7 4 を締結するボルト 1 6 6 の軸部 1 6 7 を挿通するボルト挿通孔 1 5 5 が、6 箇所穿孔されている。

【 0 0 3 7 】

また集合経路部 1 5 6 には、各発生管挿通孔 1 5 2 が存在する範囲に亘って、凹状の集合経路凹部 1 5 7 が設けられており、各気泡発生管 1 1 0 の他方端部 1 1 3 から流出した微小気泡含有液体 B L Q が、図 2 において縞状黒矢印で示すように、集合経路凹部 1 5 7 を介して集められ、次述する液流出部 1 6 3 に導かれる。

40

【 0 0 3 8 】

ステンレス材からなる他方側カバー具 1 6 0 は、円板状の他方端部カバー部 1 6 1 と、この中央から長手方向他方側 N X 2 に突出する液流出部 1 6 3 を有する。この液流出部 1 6 3 がなす液流出口 1 6 4 には、液配管 L S (図 1 参照) が接続され、微小気泡含有液体 B L Q が流出する。また、他方端部カバー部 1 6 1 は、集合経路凹部 1 5 7 を覆い、他方側保持具 1 5 1 の集合経路部 1 5 6 との間に、各気泡発生管 1 1 0 の他方端部 1 1 3 から

50

流出した微小気泡含有液体 B L Q を液流出部 1 6 3 に導く空間を形成する。

また、他方側カバー具 1 6 0 のうち周囲部分にも、ボルト 1 6 6 の軸部 1 6 7 を挿通するボルト挿通孔 1 6 2 が、他方側保持具 1 5 1 のボルト挿通孔 1 5 5 に重なる配置で、6 箇所穿孔されている。

【 0 0 3 9 】

本実施形態において、胴部 1 7 0 は、一方側支持部 1 3 0 と他方側支持部 1 5 0 との間隔を保つと共に、気泡発生管 1 1 0 を包囲する管包囲部材 1 7 1、及びボルト 1 4 6、1 6 6 を含む。ステンレスからなる筒状の管包囲部材 1 7 1 は、1 3 本の気泡発生管 1 1 0 の周囲を囲む、概略円筒状の管包囲部 1 7 2 のほか、この管包囲部 1 7 2 の長手方向一方側 N X 1 の端部から径方向外側に向けて広がる第 1 フランジ部 1 7 3、管包囲部 1 7 2 の長手方向他方側 N X 2 の端部から径方向外側に向けて広がる第 2 フランジ部 1 7 4 を有する。

10

【 0 0 4 0 】

さらに、円筒状の管包囲部 1 7 2 の長手方向 N X 中央部分のうち上方には、気体流入口 1 7 7 をなす気体流入部 1 7 6 が、外側に突出する形態に設けられている。気体流入口 1 7 7 は、発生装置 1 0 における気体流入口 1 0 J である（図 1 参照）。

【 0 0 4 1 】

一方、円筒状の管包囲部 1 7 2 の底部 1 7 2 T、即ち、ハウジング 1 2 0 の底部 1 2 0 T のうち、長手方向 N X 中央部分には、排出口 1 7 9 をなして下方に突出する排出突部 1 7 8 が、外側に突出する形態に設けられている。この排出突部 1 7 8 の下方には、後述するように排出部 2 0 0 が接続されている（図 1 参照）。

20

【 0 0 4 2 】

この管包囲部材 1 7 1 の第 1 フランジ部 1 7 3 を、一方側保持具 1 3 1 の係止段部 1 3 4 に嵌め込み、一方側カバー具 1 4 0 のボルト挿通孔 1 4 2 と一方側保持具 1 3 1 のボルト挿通孔 1 3 5 とを挿通したボルト 1 4 6 の雄ネジ部 1 4 8 を、第 1 フランジ部 1 7 3 に設けた雌ネジ孔 1 7 3 H にねじ込むことにより、一方側カバー具 1 4 0、一方側保持具 1 3 1 及び管包囲部材 1 7 1（第 1 フランジ部 1 7 3）が互いに締結されている。

また、管包囲部材 1 7 1 の第 2 フランジ部 1 7 4 を、他方側保持具 1 5 1 の係止段部 1 5 4 に嵌め込み、他方側カバー具 1 6 0 のボルト挿通孔 1 6 2 と他方側保持具 1 5 1 のボルト挿通孔 1 5 5 とを挿通したボルト 1 6 6 の雄ネジ部 1 6 8 を、第 2 フランジ部 1 7 4 に設けた雌ネジ孔 1 7 4 H にねじ込むことにより、他方側カバー具 1 6 0、他方側保持具 1 5 1 及び管包囲部材 1 7 1（第 2 フランジ部 1 7 4）が互いに締結されている。

30

また、この管包囲部材 1 7 1 により、一方側支持部 1 3 0（一方側保持具 1 3 1）と他方側支持部 1 5 0（他方側保持具 1 5 1）との間の間隔 M が、所定の寸法に規制されている。

【 0 0 4 3 】

装置本体部 1 0 0 において、1 3 本の気泡発生管 1 1 0 は、図 3 に示すように配置されている。この図 3 は、図 2 おける発生装置 1 0 の C - C 断面のうち、1 3 本の気泡発生管 1 1 0 及び管包囲部材 1 7 1（管包囲部 1 7 2）の端面のみを示したものである。1 3 本の気泡発生管 1 1 0 は、軸線 A X の周りに 6 0 度毎の回転対称に配置され、且つ、各々の気泡発生管 1 1 0 の中心が、互いに合同な仮想正三角形の頂点に位置する形態に配置されている。

40

複数の気泡発生管 1 1 0 を、このような形態に配置すると、複数の気泡発生管 1 1 0 を、中央の気泡発生管 1 1 0 を中心として、偏りなく配置することができ、複数の気泡発生管 1 1 0 を、一方側支持部 1 3 0（一方側保持具 1 3 1）及び他方側支持部 1 5 0（他方側保持具 1 5 1）で確実に支持した発生装置 1 0 とすることができる。

【 0 0 4 4 】

またこの発生装置 1 0 では、複数（本実施形態 1 では 1 3 本）の気泡発生管 1 1 0 を用いており、液体 L Q を各々の気泡発生管 1 1 0 に分配しているため、各々の気泡発生管 1 1 0 内で微小気泡 B B を発生させることができる。つまり、液体 L Q に接する気泡発生管

50

110(多孔質セラミックス)の面積を増やすことができ、液体LQ中により多くの微小気泡BBを吹き込むことができる。しかも、一本の長い気泡発生管を用いる場合に比して、各々の気泡発生管110の長さを短くできるので、各々の気泡発生管110の強度が高く信頼性のある微小気泡含有液体BLQの発生装置10となる。

【0045】

しかも、本実施形態の発生装置10では、液体LQに気体GAの微小気泡BBを吹き込むに当たり、液体LQが外気に触れることがないので、清浄な状態で、液体LQを微小気泡含有液体BLQにすることができる。

【0046】

次いで、排出部200について説明する。排出部200は、管包囲部材171の排出突部178に接続されており、ハウジング120の底部120Tから下方に延びている。

排出部200は、排出突部178に接続された排出管210と、この排出管210を開閉する排出バルブ220と、排出管210のうち、排出バルブ220よりも上方に配置され、排出管210内に溜まった貯留液体TLQの量を検知する液体センサ230とからなる。なお、排出突部178と排出管210との接続は、公知の手法で行えば良く、例えば両者にフランジ部を設けて締結するなどの管継手の手法を採用できる。

【0047】

排出バルブ220は、気泡発生管110から漏れて、ハウジング120と気泡発生管110との間、特に、排出管210内に溜まった液体LQ(貯留液体TLQ)を、排出管210を通じて外部に排出するバタフライバルブである。外気圧に対してハウジング120内を高い気圧に保った状態で、排出バルブ220を開放することで、排出管210内に溜まった貯留液体TLQを、容易に外部に排出できる。この排出管210の下端部分が、発生装置10の液排出口10Hに相当する。

【0048】

液体センサ230は、検知部を排出管210内に配置した状態に設置されており、貯留液体TLQの液面TLQLが検知部に達していない場合と、液面TLQLが検知部に達した場合とで、出力が変化する音叉型の液体スイッチである。本実施形態では、液体センサ230の出力は、警告表示器WLBに入力されており、この警告表示器WLBは、気泡発生管110から漏れた貯留液体TLQが増加し、その液面TLQLが排出管210内において上昇して、液面TLQLが検知部に達すると、警告ランプWLを点滅させる。これを知った作業者は、ポンプPUを停止し、排出バルブ220を開放して貯留液体TLQを排出した後、排出バルブ220を閉じ、その後、ポンプPUを再起動させる。このようにすることで、貯留液体TLQが、気泡発生管110にまで達し、その一部あるいは全部が貯留液体TLQに没したために、気泡発生管110内を流れる液体LQに微小気泡BBを吹き込むことができなくなるのを、防止することができる。

【0049】

このように、本実施形態では、液体センサ230を有するので、貯留液体TLQが増加しても、液体センサ230で気泡発生管110が貯留液体TLQに没する前の段階で、貯留液体TLQの量を検知できる。これにより、気泡発生管110の一部あるいは全部が貯留液体TLQに没して、気泡発生管110を流れる液体LQに発生する微小気泡BBが減少する前に、貯留液体TLQを排出することができる。

しかも、本実施形態の発生装置10では、排出部200の排出管210に液体センサ230を設けたので、ハウジング120に液体センサを設ける場合に比して、液体センサの設置が容易である。

【0050】

また本実施形態の発生装置10は、排出バルブ220を有し貯留液体TLQを排出する排出部200を備えている。このため、排出バルブ220を閉じた状態で、ハウジング120内を気密にして気体GAを供給し、気泡発生管110内に液体LQを流すことで、通常通り気泡発生管110を介して、液体LQ中に気体GAの微小気泡BBを発生させることができる。一方、液体LQが、気泡発生管110から染み出したり、気泡発生管110

10

20

30

40

50

とハウジング120とのシール部(第1パッキン139、第2パッキン159)から漏れ出したりして、ハウジング120内に貯留液体TLQとして溜まったときには、排出バルブ220を開放することで、排出部200から貯留液体TLQを容易に外部に排出することができる。

特に、この発生装置10では、排出部200がハウジング120の底部120Tから下方に延びているので、貯留液体TLQを効果的に排出することができる。

【0051】

(変形形態)

上述の実施形態の製造装置1では、発生装置10において、管包囲部材171(胴部170)の円筒形状の管包囲部172を水平に配置して用いた例を示した。また、液体センサ230を、排出管210のうち、排出バルブ220の上方に設けた例を示した。

10

【0052】

これに対し、本変形形態の製造装置1Aでは、発生装置10A(図4参照)において、筒形状の管包囲部172Aを有する管包囲部材171A(胴部170A)を用いる点では同じであるが、管包囲部172Aの底部172ATの形態を異ならせた。加えて、液体センサ230Aを、この管包囲部172Aの底部172ATに設けた点でのみ異なる。

そこで、実施形態とは異なる点を中心に説明し、同様な部分は省略あるいは簡略化して説明する。

【0053】

本変形形態の製造装置1Aでは、管包囲部172Aの底部172ATを、その中央に開けた排出口179Aに向けて貯留液体TLQが集まるテーパ状の形態とした(図4参照)。

20

このようにすることで、排出バルブ220を開けることにより、気泡発生管110とハウジング120Aとの間に溜まった貯留液体TLQの全部を、容易に排出できる。

【0054】

また、本変形形態の製造装置1Aでは、液体センサ230Aを、この管包囲部172Aの底部172AT(ハウジング120Aの底部120AT)に設け、底部172AT(120AT)に溜まった貯留液体TLQの液面TLQLの高さ(貯留液体TLQの量)を検知する。

【0055】

30

液体センサ230Aは、検知部を管包囲部172Aの底部172ATより上方に配置した状態に設置されており、貯留液体TLQの液面TLQLが検知部に達していない場合と、液面TLQLが検知部に達した場合とで、出力が変化する液体スイッチである。

本変形形態でも、液体センサ230Aの出力は、警告表示器WLBに入力されており、液面TLQLが検知部に達すると、警告ランプWLを点滅させる。これにより、作業者が排出バルブ220を開放して貯留液体TLQを排出するのを促す。かくして、貯留液体TLQが、気泡発生管110にまで達し、その一部あるいは全部が貯留液体TLQに没したために、気泡発生管110内を流れる液体LQに微小気泡BBを吹き込むことができなくなるのを、防止することができる。

【0056】

40

以上において、本発明を実施形態及び変形形態に即して説明したが、本発明は実施形態等に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

実施形態等では、気泡発生管110の数を13本としたが、他の本数としても良い。また、気泡発生管110として多孔質アルミナからなるものを例示したが、他の多孔質セラミックス(チタニア、ジルコニア、シリカ、窒化ケイ素、炭化ケイ素など)で構成することもできる。

【0057】

また、実施形態等においては、一方側支持部130、他方側支持部150、胴部170の各部材をステンレスなどの金属材で形成した例を示したが、液体LQに接する部位(部

50

材)を、フッ素樹脂などの樹脂やアルミナなどのセラミックスその他の非金属の材料で構成することができる。また、金属材のうち液体に接する部位を、フッ素樹脂等でライニングした部材を用いることもできる。

【0058】

実施形態等では、貯留液体TLQの液面TLQLが検知部に達すると、液体センサ230, 230Aの出力が変化するので、警告表示器WLBが警告ランプWLを点滅させるように構成した例を示した。しかし、貯留液体TLQの液面TLQLが検知部に達したことによる液体センサの出力変化を利用して、警告ランプWLを点滅させるのと並行して、ポンプPUの駆動を止め、作業者が排出バルブ220を開いて、貯留液体TLQを排出した後、ポンプPUを再起動させるようにしても良い。

10

【符号の説明】

【0059】

1, 1A 微小気泡含有液体の製造装置

10, 10A 微小気泡発生装置

100, 100A 装置本体部

200, 200A 排出部

210 排出管

220 排出バルブ

230, 230A 液体センサ

LQ 液体

BLQ 微小気泡含有液体

TLQ 貯留液体

TLQL (貯留液体の)液面

GA 気体

BB 微小気泡

NX (気泡発生管の)長手方向

NX1 (長手方向の)一方側

NX2 (長手方向の)他方側

110 気泡発生管(多孔質パイプ)

112 (気泡発生管の)一方端部

113 (気泡発生管の)他方端部

114 (気泡発生管の)中央部

120, 120A ハウジング

120T, 120AT (ハウジングの)底部

130 一方側支持部

150 他方側支持部

170 胴部

131 一方側保持具(一方側支持部)

139 第1パッキン(一方側支持部)

140 一方側カバー具(一方側支持部)

151 他方側保持具(他方側支持部)

159 第2パッキン(他方側支持部)

160 他方側カバー具(他方側支持部)

171 管包囲部材(胴部)

172, 172A (管包囲部材の)管包囲部

172T, 172AT (管包囲部の)底部

178, 178A 排出突部

179, 179A 排出口

20

30

40

フロントページの続き

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特開2012-106189(JP,A)
特開平07-178322(JP,A)
特開平10-298470(JP,A)
特開2000-189742(JP,A)
国際公開第03/020405(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M 1/00 - 1/38
B01D 53/22, 61/00 - 71/82
B01F 1/00 - 5/26
B01F 15/00 - 15/06
C02F 1/44, 1/68