

(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2013-107060

(P2013-107060A)

(43) 公開日 平成25年6月6日(2013.6.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B01F 5/02</b> (2006.01)	B01F 5/02	Z 4G035
<b>B01F 1/00</b> (2006.01)	B01F 1/00	A 4G078
<b>B01F 3/04</b> (2006.01)	B01F 3/04	Z
<b>B01F 5/06</b> (2006.01)	B01F 5/06	
<b>B01F 7/16</b> (2006.01)	B01F 7/16	F

審査請求 未請求 請求項の数 1 O.L. (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2011-255838 (P2011-255838)	(71) 出願人	502390290 湯川 淳司 大阪府堺市堺区南田出井町1-3-19
(22) 出願日	平成23年11月24日 (2011.11.24)	(74) 代理人	10009922 弁理士 甲田 一幸
		(72) 発明者	湯川 淳司 大阪府堺市堺区南田出井町1-3-19
			F ターム (参考) 4G035 AA01 AB04 AB15 AC14 AC26 AE13 4G078 AB20 BA05 CA01 DA08 EA01 EA10

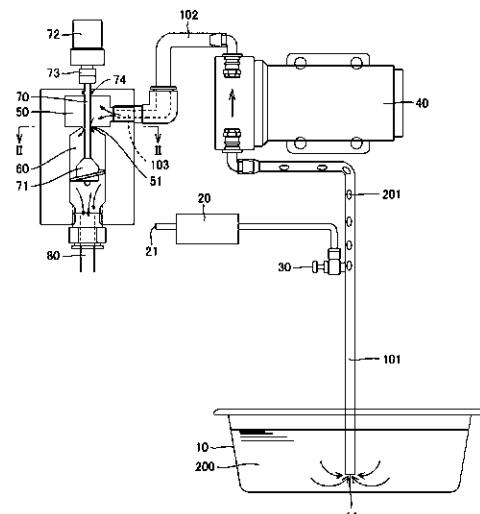
## (54) 【発明の名称】ナノバブル発生装置

## (57) 【要約】

【課題】ナノバブルの発生条件やナノバブルの径を容易に制御することが可能なナノバブル発生装置を提供する。

【解決手段】ナノバブル発生装置1では、加圧ポンプ40は、流路内に供給された水と気体とを第1の圧力に加圧して、水と気体とが混合された加圧混合水を流路内に送り出す。加圧溶解水保持室50は、加圧混合水を第1の圧力に維持して、気体が水に溶解した加圧溶解水を保持する。減圧室60は、加圧溶解水を第1の圧力よりも低い第2の圧力に減圧する。回転軸体70は、加圧溶解水保持室50と開口51とを貫通し、減圧室60内に達するように配置されている。回転羽根体71は、回転軸体70の先端に取り付けられ、かつ、減圧室60内に配置され、一条のウォーム形状を有する。モータ72は、回転軸体70を回転させる。吐出管路80は、減圧室60から水と気体とを吐出する。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水と気体とが流通する流路と、

前記流路に配置され、前記流路内に供給された水と気体とを第1の圧力に加圧して水と気体とが混合された加圧混合水を前記流路内に送り出す加圧混合水供給部と、

前記流路に配置され、前記加圧混合水を前記第1の圧力に維持して気体が水に溶解した加圧溶解水を保持する加圧溶解水保持室と、

前記加圧溶解水を前記第1の圧力よりも低い第2の圧力に減圧する減圧室とを備え、

前記加圧溶解水保持室と前記減圧室との間は前記加圧溶解水を通過し得るだけの径を有する開口で接続されており、さらに、

前記加圧溶解水保持室と前記開口とを貫通し前記減圧室内に達するように配置された回転軸体と、

前記回転軸体の先端に取り付けられ、かつ、前記減圧室内に配置された一条のウォーム形状の回転羽根体と、

前記回転軸体を回転させるモータと、

前記減圧室から水と気体とを吐出する吐出管路とを備え、

前記回転軸体を回転させることにより、前記開口を通じて前記加圧溶解水保持室内から前記減圧室内に向かって加圧溶解水が減圧されて噴出するように構成され、前記モータの回転数が可変である、ナノバブル発生装置。

10

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、微細気泡としてナノバブルを発生させるナノバブル発生装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、ナノバブル、すなわち、 $1 \mu m$  ( $1000 nm$ ) 以下の径の気泡を大量に含む水は、ナノバブルを含まない水と比較して、殺菌や脱臭の効果や、生物の生理活性を促進したり新陳代謝機能を高めたりする効果がより高いことが知られている。ナノバブルを含む水は、例えば、うがい水として用いられれば、口内を殺菌することができる。また、たとえば、ナノバブルがオゾンによって形成されれば、殺菌や脱臭の効果をよりいっそう高めることができる。一方、ナノバブルが酸素によって形成されれば、ナノバブルを含む水を水耕栽培に用いて、植物の成長を促進することができる。これは、ナノバブルの状態の酸素は、水中に溶解している酸素と比較して、水耕栽培される植物に吸収されやすいためであると考えられる。

30

**【0003】**

このような特性を有するナノバブルは、数  $\mu m$  ~ 数十  $\mu m$  のマイクロバブルが水中で自然に収縮し続けて圧壊することによって生成される場合がある。しかし、このように自然に生成されるナノバブルは、短時間で消滅してしまい、生成量も少なく、実用的でない。

**【0004】**

一方、ナノバブルは、電解質イオンを含む水中の微細気泡を強制的に圧壊させて発生させることによって、長期間に亘って消滅せずに保持されることが知られている。電解質イオンを含む水中でマイクロバブルを強制的に圧壊させてナノバブルを発生させると、ナノバブルの気泡界面がマイナスに帯電する。水中においてマイナスに帯電したナノバブルのひとつひとつは、互いに反発し合う。また、ナノバブルの気泡界面の電解質イオンが殻の役割を果たす。そのため、電解質イオンを含む水中に生成されたナノバブルは消滅しにくい。

40

**【0005】**

たとえば、特許第4144669号公報（以下、特許文献1という）には、容器内の水溶液に微細気泡を混合させてから、電解質イオンを水溶液に混入させ、その後、容器内の

50

水溶液に水中放電に伴う衝撃波や超音波を物理的刺激として加えることによってナノバブルを製造する方法が記載されている。また、容器内の水溶液に微細気泡を混合させてから、容器内に取り付けられた回転体を500～10000 rpmで回転させることによって水溶液を流動させ、流動時に生じる圧縮、膨張及び渦流を物理的刺激として加えることにより、ナノバブルを製造する方法が記載されている。

#### 【0006】

また、たとえば、特許第4430609号公報（以下、特許文献2という）には、マイクロバブルを圧壊させてナノバブルを生成するバブル圧壊手段として、羽根付き回転体を用いたナノバブル発生装置が記載されている。

#### 【0007】

さらに、たとえば、特開2002-85949号公報（以下、特許文献3という）には、螺旋羽根を有するスクリューパーによって旋回力と遠心力を気液混合体に付与して旋回流を作り出し、この旋回流がカッタ部の突起に衝突することによって、0.5～3.0 μm程度の超微細気泡を連続して発生させる超微細気泡発生装置が記載されている。

#### 【0008】

さらにまた、たとえば、特開平8-103778号公報（以下、特許文献4という）には、渦流と羽根のせん断力とによって、極微細な気泡を発生させることが記載されている。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0009】

【特許文献1】特許第4144669号公報

【特許文献2】特許第4430609号公報

【特許文献3】特開2002-85949号公報

【特許文献4】特開平8-103778号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

特許文献1～4に記載の方法または装置では、微細気泡混合液に渦流、圧壊、遠心力、せん断力等を物理的刺激として加えることによって、ナノバブルを生成している。しかしながら、これらの方法または装置では、ナノバブルを発生させることができたとしても、ナノバブルの発生条件やナノバブルの径を制御することが困難であるという問題がある。

#### 【0011】

そこで、本発明の目的は、ナノバブルの発生条件やナノバブルの径を容易に制御することが可能なナノバブル発生装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

本発明のナノバブル発生装置は、流路と、加圧混合水供給部と、加圧溶解水保持室と、減圧室と、回転軸体と、回転羽根体と、モータと、吐出管路とを備える。流路には水と気体とが流通する。加圧混合水供給部は、流路に配置され、流路内に供給された水と気体とを第1の圧力に加圧して水と気体とが混合された加圧混合水を流路内に送り出す。加圧溶解水保持室は、流路に配置され、加圧混合水を第1の圧力に維持して気体が水に溶解した加圧溶解水を保持する。減圧室は、加圧溶解水を第1の圧力よりも低い第2の圧力に減圧する。加圧溶解水保持室と減圧室との間は加圧溶解水を通過し得るだけの径を有する開口で接続されている。回転軸体は、加圧溶解水保持室と開口とを貫通し減圧室内に達するように配置されている。回転羽根体は、回転軸体の先端に取り付けられ、かつ、減圧室内に配置され、一条のウォーム形状を有する。モータは回転軸体を回転させる。吐出管路は、減圧室から水と気体とを吐出する。

#### 【0013】

回転軸体を回転させることにより、開口を通じて加圧溶解水保持室から減圧室内に向

10

20

30

40

50

かって加圧溶解水が減圧されて噴出する。モータの回転数が可変である。

**【0014】**

このように構成された本発明のナノバブル発生装置では、加圧溶解水保持室に保持された加圧溶解水が、回転羽根体の回転により、開口を通じて減圧室内に送り込まれる。このとき、急激な減圧のためにキャビテーションが発生し、微細気泡としてマイクロバブルが生成され、減圧室内に噴出する。

**【0015】**

さらに回転羽根体の回転速度を高めることにより、加圧溶解水保持室から減圧室内の噴出速度を高めることができる。このとき、減圧室内の圧力がさらに低下し、負圧になる。このため、より急激な減圧のために、より微細な気泡として 1 μm 以下の径のナノバブルが生成され、減圧室内に噴出する。10

**【0016】**

したがって、本発明のナノバブル発生装置では、回転羽根体の回転速度、すなわちモータの回転数を変化させることにより、減圧室内の負圧を制御することができる。生成されるバブルの径を制御することが可能となる。いいかえれば、モータの回転数を変化させるだけで、ナノバブルの発生条件やナノバブルの径を容易に制御することができる。

**【発明の効果】**

**【0017】**

以上のように、本発明によれば、ナノバブルの発生条件やナノバブルの径を容易に制御することが可能なナノバブル発生装置を提供することができる。20

**【図面の簡単な説明】**

**【0018】**

**【図1】** 本発明の一つの実施形態として、ナノバブル発生装置の全体を模式的に示す図である。

**【図2】** 図1のI—I—I—I線の断面を示す断面図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0019】**

以下、本発明の一つの実施の形態を図面に基づいて説明する。

**【0020】**

図1に示すように、ナノバブル発生装置1は、電解質イオンを含む水200を貯める貯水部として貯水槽10と、オゾン発生器20と、気体供給部として気体取込量調節弁30と、加圧混合水供給部として加圧ポンプ40と、加圧溶解水保持室50と、減圧室60と、吐出管路80とを備える。加圧ポンプ40と、加圧溶解水保持室50と、減圧室60とは、水と気体とが流通する流路に配置され、直列に接続されている。30

**【0021】**

加圧ポンプ40としては、たとえば、ダイアフラム式液体ポンプが用いられる。ダイアフラム式のポンプは容積伸縮圧送によって水200と気体とを送出するので、流路内に回転摩擦部がない。そのため、他のポンプを用いる場合と比較して、稼働部のゴミ詰まりを少なくすることができる。また、加圧ポンプ40は、ダイアフラム内の容積圧で水200と気体の溶解を促進させる。他のペーンやギアーポンプなどでは、吐出ポート以後に押し出し圧が発生するので、溶解タンクが別に必要になる。40

**【0022】**

加圧ポンプ40には、流路として、取水口11を有する取水管101が接続されている。取水管101の取水口11は、貯水槽10に貯められる水200中に配置されている。水200には、電解質として、ナトリウム、塩化ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、その他のミネラル類が溶解されている。これらの電解質は水に溶解されることによって、電解質イオンとなる。なお、本発明のナノバブル発生装置1において用いられる水200に必ずしも電解質イオンを含ませなくてもよい。

**【0023】**

気体取込量調節弁30は、取水口11と加圧ポンプ40との間ににおいて、取水管101

10

20

30

40

50

に配置されている。気体取込量調節弁30は、空気吸入口21を有するオゾン発生器20に接続されている。気体取込量調節弁30が開閉されることによって、空気吸入口21からオゾン発生器20を通って取水管101内に取り込まれる気体の量が調節される。オゾン発生器20は、空気吸入口21から吸入された空気を原料として、プラズマ無声放電によってオゾンを発生する。気体取込量調節弁30は、オゾンを流路内に自然吸入し、水200に溶解させる吸入ポートの役割を果たす。なお、本発明のナノバブル発生装置1において用いられる気体に必ずしもオゾンを含ませなくてもよい。

#### 【0024】

加圧ポンプ40は、送水管102を介して加圧溶解水保持室50に接続されている。加圧ポンプ40は、流路としての取水管101に供給された水と気体とを、第1の圧力、たとえば、0.3 MPa程度（3気圧程度）の圧力に加圧して、水と気体とが混合された加圧混合水を、流路としての送水管102に送り出す。加圧溶解水保持室50は、ほぼ円筒形状の空間を有し、送水管102から送り出された加圧混合水を第1の圧力に維持することにより、気体が水に溶解した加圧溶解水を保持する。

#### 【0025】

加圧溶解水保持室50は、開口51を介して減圧室60に接続されている。減圧室60は、ほぼ円筒形状の空間を有し、加圧溶解水保持室50から開口51を通じて供給された加圧溶解水を、第1の圧力よりも低い第2の圧力、たとえば、通常は1気圧程度に減圧する。開口51は、加圧溶解水保持室50と減圧室60との間に配置され、加圧溶解水を通過し得るだけの径を有する。

#### 【0026】

回転軸体70は、加圧溶解水保持室50と開口51とを貫通し、減圧室60内に達するように配置されている。このため、図2に示すように、開口51は、円環状の断面を有する隙間として形成されている。

#### 【0027】

加圧溶解水保持室50側の回転軸体70の端部には、軸継手73を介在させて、モータ72が接続されている。モータ72により、回転軸体70が回転する。モータ72の回転数は可変である。たとえば、モータ72の回転数は、0～2500 r.p.m. の範囲内で可変である。軸継手73と加圧溶解水保持室50との間には、回転軸体70を支持する軸受74が設けられている。

#### 【0028】

減圧室60側の回転軸体70の端部（先端部）には、一条のウォーム形状の回転羽根体71が取り付けられている。回転羽根体71は、減圧室60内に配置され、モータ72により、回転する。

#### 【0029】

減圧室60には、流路として吐出管路80が接続されている。水と気体は、減圧室60から、吐出管路80を通じて吐出される。

#### 【0030】

以上のように構成されているので、回転軸体70を回転させることにより、開口51を通じて加圧溶解水保持室50内から減圧室60内に向かって加圧溶解水が減圧されて噴出する。

#### 【0031】

なお、取水管101と、送水管102と、吐出管路80は、流路の一例である。

#### 【0032】

次に、ナノバブル発生装置1によるナノバブルの発生について説明する。

#### 【0033】

ナノバブル発生装置1の加圧ポンプ40が駆動されると、貯水槽10内に貯められている水200が取水口11から取水管101内に流入する。取水管101内を流通する水200には、気体取込量調節弁30を通じて、取水管101の外部から気体が供給される。気体取込量調節弁30は、吸水負圧で、オゾン発生器20の空気吸入口21から気体を取

10

20

30

40

50

り込む。オゾン発生器 20 を通過する空気には、たとえば、無声放電によってオゾンが含まれる。この実施形態においては、たとえば、プラズマ無声放電によって、毎時 50 ~ 150 mg のオゾンを発生させて、空気中のオゾンの発生濃度を 30 ~ 80 ppm (15 L / 分) にする。気体取込量調節弁 30 は、加圧ポンプ 40 の揚水量と気体取り込み量とのバランスをとるように、開閉を微調整される。取水管 101 内に取り込まれた気体は、比較的大きな大気泡 201 となって、取水管 101 内を水 200とともに加圧ポンプ 40 に向かって流通する。

#### 【0034】

10 気体取込量調節弁 30 で取水管 101 内に取り込まれた大気泡 201 と水 200 は、加圧ポンプ 40 で加圧され、混合される。このとき、大気泡 201 が水 200 中にある程度溶け込む。加圧ポンプ 40 で加圧された水 200 と気体は、送水管 102 内に流入する。加圧ポンプ 40 内では、水 200 は、第 1 の圧力まで加圧される。この実施の形態においては、第 1 の圧力は、0.3 MPa 程度であるとする。

#### 【0035】

送水管 102 内では、大気泡 201 が水 200 中に分散している。大気泡 201 を含む水 200 は、送水管 103 を通じて加圧溶解水保持室 50 内に流入する。加圧溶解水保持室 50 内では、加圧混合水を第 1 の圧力に維持することにより、大気泡 201 が水 200 に溶解した加圧溶解水が保持される。加圧溶解水保持室 50 に接続される箇所での送水管 103 の内径は、たとえば、8 mm 程度である。加圧溶解水保持室 50 の円筒形状の内径は、たとえば、15 mm 程度である。

#### 【0036】

20 加圧溶解水保持室 50 の下部には、開口 51 を介して減圧室 60 が接続されている。加圧溶解水保持室 50 内の水 200 は、加圧溶解水保持室 50 の下部から、開口 51 を通じて、減圧室 60 内に吐出される。減圧室 60 には、大気泡 201 が溶解した水 200 が、第 1 の圧力として 0.3 MPa 程度の気圧から、第 2 の圧力として一気に大気圧まで減圧されて、吐出される。このように急激に減圧されることにより、キャビテーションが発生し、水 200 中に 3 ~ 30 μm 径のマイクロバブルが開口 51 を通じて、減圧室 60 内に吐出される。図 2 に示される開口 51 の断面積は、たとえば、16 mm<sup>2</sup> 程度である。減圧室 60 の円筒形状の内径は、たとえば、15 mm 程度である。

#### 【0037】

30 ところで、減圧室 60 内には回転羽根体 71 が配置されている。モータ 72 が駆動されると、回転軸体 70 の先端に取り付けられた一条のウォーム形状の回転羽根体 71 が回転する。この回転羽根体 71 の回転速度を高めていくと、すなわち、モータ 72 の回転数を高めていくと、減圧室 60 内の圧力は大気圧から負圧になり、開口 51 を通じたバブルの噴出速度が速くなる。バブルの噴出速度が速くなればなるほど、バブルの径が小さくなる。回転羽根体 71 の回転速度（回転数）がある臨界値を超えると、ナノバブルが生成される。たとえば、回転羽根体 71 の回転数が 500 r. p. m. を超えると、ナノバブルが生成される。

#### 【0038】

40 このように、本発明のナノバブル発生装置 1 では、加圧溶解水保持室 50 に保持された加圧溶解水が、回転羽根体 71 の回転により、開口 51 を通じて減圧室 60 内に送り込まれる。このとき、急激な減圧のためにキャビテーションが発生し、微細気泡としてマイクロバブルが生成され、減圧室 60 内に噴出する。

#### 【0039】

さらに回転羽根体 71 の回転速度を高めることにより、加圧溶解水保持室 50 から減圧室 60 内の噴出速度を高めることができる。このとき、減圧室 60 内の圧力がさらに低下し、第 2 の圧力が負圧になる。このため、より急激な減圧のために、より微細な気泡として 1 μm 以下の径のナノバブルが生成され、減圧室 60 内に噴出する。減圧室 60 内に噴出したナノバブルを含む水は、吐出管路 80 を通じて外部に放出される。このとき、吐出管路 80 の内径は、ナノバブルを含む水に圧力が加えられない程度の径であり、たとえば

、10mm程度である。

#### 【0040】

したがって、本発明のナノバブル発生装置1では、回転羽根体71の回転速度、すなわちモータ72の回転数を変化させることにより、減圧室60内の負圧を制御することができる、生成されるバブルの径を制御することが可能となる。いいかえれば、モータ72の回転数を変化させるだけで、ナノバブルの発生条件やナノバブルの径を容易に制御することができる。

#### 【0041】

すなわち、本発明のナノバブル発送装置1は、微細気泡混合液に渦流、圧壊、遠心力、せん断力等の物理的刺激を加えるのではなく、回転羽根体71の回転速度、すなわちモータ72の回転数を変化させることによって、減圧されてバブルが吐出する時点のキャビテーションの衝撃強度とバブルの噴出速度とを変化させているので、ナノバブルの生成メカニズムそのものの条件を変化させるものである。

10

#### 【0042】

なお、本発明のナノバブル発生装置1においても、回転羽根体71によるバブルの分断、衝撃によるバブルの圧壊、等の物理的刺激によっても、バブルの微細化が多少は行われている。

#### 【0043】

従来のバブル発生装置では、水と気体の混合水をポンプで加圧し、その後、減圧させて吐出させることにより、バブルを発生させている。この場合、ポンプの加圧力と減圧吐出弁の開き度合いとによって、マイクロバブルの発生度合いを制御することになる。

20

#### 【0044】

本発明のナノバブル発生装置1では、加圧ポンプ40の加圧力や開口51の隙間の大きさを変化させる必要がなく、いいかえれば、加圧ポンプ40の加圧力や開口51の隙間の大きさに依存しないで、回転羽根体71の回転速度、すなわちモータ72の回転数を変化させることにより、減圧室60内の減圧度合いを制御することができる。これにより、キャビテーションの発生衝撃強度とバブルの噴出速度を変化させることができる。その結果、モータ72の駆動を電子制御することにより、発生するナノバブルの径を自在に制御することができる。

30

#### 【0045】

この場合、回転羽根体71のウォーム形状の条数を2以上にすると、発生したバブルが回転羽根体71の周囲を通過する際に再加圧されて圧壊されて消滅する可能性がある。これを防止するため、回転羽根体71のウォーム形状の条数を1にする。

#### 【0046】

なお、電解質イオンを含む水200中で生成されたナノバブルの界面は、マイナスに帯電している。それぞれのナノバブルは、静電気的反発力で互いに反発し合っている。また、水200中に濃縮されたイオン類がナノバブルを包み込む殻のような役割を果たしていると考えられる。そのため、ナノバブルどうしが互いに衝突して消滅しにくく、ナノバブルは長期間消滅しない。

40

#### 【0047】

以上に開示された実施の形態と実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考慮されるべきである。本発明の範囲は、以上の実施の形態と実施例ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての修正と変形を含むものである。

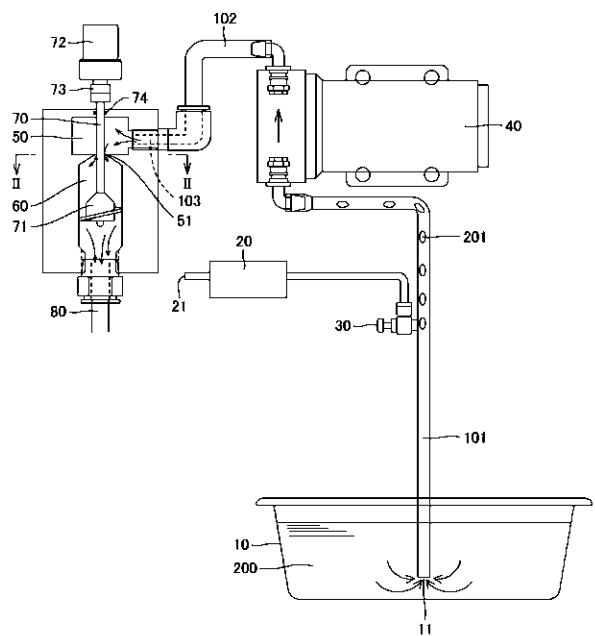
#### 【符号の説明】

#### 【0048】

1：ナノバブル発生装置、40：加圧ポンプ、50：加圧溶解水保持室、51：開口、60：減圧室、70：回転軸体、71：回転羽根体、72：モータ、80：吐出管路、101：取水管、102、103：送水管。

50

【図 1】



【図 2】

