

(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
2000年12月14日 (14.12.2000)

PCT

(10)国際公開番号
WO 00/74814 A1

(51)国際特許分類:

B01D 43/00, C02F 1/36

(21)国際出願番号:

PCT/JP99/03023

(22)国際出願日:

1999年6月7日 (07.06.1999)

(25)国際出願の言語:

日本語

(26)国際公開の言語:

日本語

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo (JP).

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 山田益義 (YAMADA, Masuyoshi) [JP/JP]. 川畠健一 (KAWABATA, Kenichi) [JP/JP]. 梅村晋一郎 (UMEMURA, Shinichiro) [JP/JP]. 伊藤嘉敏 (ITO, Yoshitoshi) [JP/JP]. 坂入 実 (SAKAIRI, Minoru) [JP/JP]; 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社 日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).

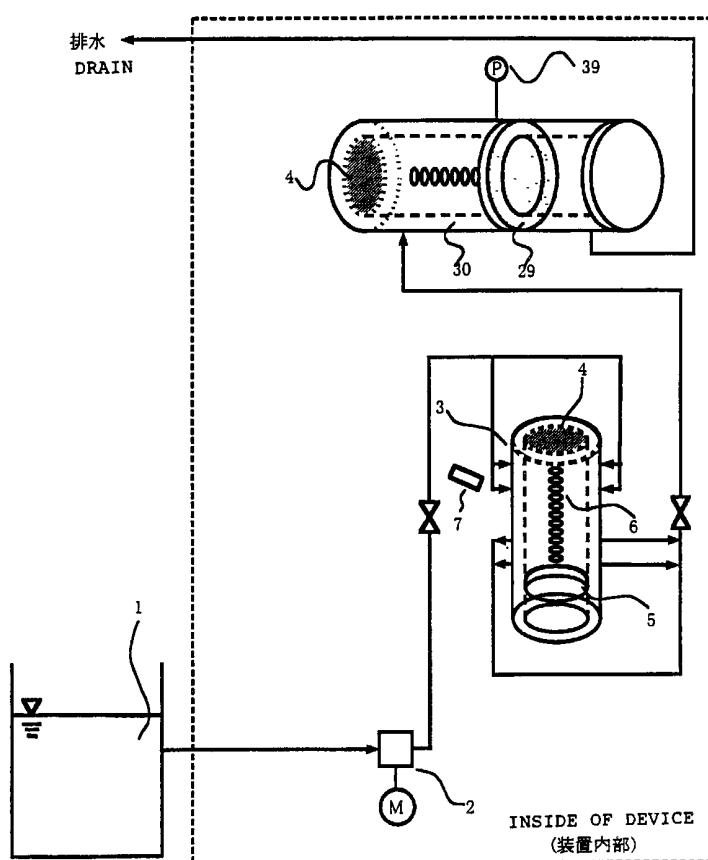
(74)代理人: 弁理士 作田康夫 (SAKUTA, Yasuo); 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).

(81)指定国(国内): CN, JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR TREATING SAMPLE CONTAINING PARTICLES

(54)発明の名称: 粒子を含む試料処理装置



(57) Abstract: A device for concentrating and recovering target particles using a concentration device in which filtering is combined with ultrasonic trapping after impurities in liquid are removed by no-contact trapping using a standing ultrasonic wave, or a water treatment device reduced in filter clogging frequency, which is particularly effective in detecting microorganisms in water. Specifically, a water treatment device for removing particles in water by a filter, wherein a frequency in maintenance including filter replacing and backwashing can be reduced.

WO 00/74814 A1

[続葉有]



(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 國際調査報告書

(57) 要約:

定在超音波による非接触捕獲を用いて、液中の夾雑物を除去した後、フィルタと超音波捕獲を組み合わせた濃縮装置により、対象となる粒子を濃縮・回収するための装置、あるいは、フィルタの目詰まり頻度を減少させた水処理装置であり、特に水中の微生物の検出に有効である。また、水中の粒子をフィルタで取り除く水処理設備においては、フィルタ交換あるいは逆洗等のメインテナンス頻度を少なくすることができます。

明細書

粒子を含む試料処理装置

技術分野

本発明は、試料中の粒子を分離・捕獲・濃縮する装置に関する。

5 背景技術

液体中の粒子を非接触的に捕獲する技術に、超音波として液体を振動させ、その輻射圧を利用したものがある。粒子を捕獲するために用いる超音波の形態として、1) 平面の超音波振動子および反射板を用いて定在波を形成し、血液中の赤血球を濃縮するもの（ワールドコングレス オン ウルトラソニックス、320頁、1997年）、2) 凹面形状を用いた超音波振動子を用いて、凹面の焦点に平板反射板を設置し定在波を形成し、対象となる粒子を中心軸の反射板近傍に捕獲し、移動させるもの（日本国出願特開平9-193055号公報）がある。上記1)については、試料導入口および排出口に関して振動子・反射板に対する相対的な位置関係についての開示がない。上記2)については、静止液体中の粒子の捕獲で、液体の導入口および排出口が無く、流体中の処理する構成についての開示が無い。

また、超音波を用いて、液体と粒子を分離・濃縮する技術として、3) 日本国出願特開平7-47259号公報に公知技術がある。上記20 3)には、超音波振動子と導入口・排出口を記した図があるが、導入口と超音波振動子との相対的な位置関係についての開示が無い。

また、粒子を捕獲する装置としてフィルタを有し、そのフィルタを振動させることによりフィルタの目詰まりを防ぐ公知技術が、4) 日本国出願特開平4-271816号公報および5) 特開平8-281

020公報にある。上記4)には、振動子と反射部材との間に導入口が無く、導入口がある場合の構成については開示が無い。上記5)には、超音波振動子と反射部材の間に導入口が設けられている図の記載があるが、超音波振動子と反射部材の間には排出口がなく、排出口を
5 設けた場合の構成については開示が無い。

発明の開示

上記の従来の技術では、粒子を含んだ液体の流速を速くしていくにつれ、捕獲されずに逃げてしまう粒子が増え、捕獲効率の低下につながる。また、捕獲したい対象となる粒子以外の別の種類の粒子が混じつ
10 ていた場合の分離については、技術の開示がない。

上記従来技術の問題を解決するために、本発明は以下の装置・方法を用いることを特徴とする。

1. 対象とする粒子を捕獲する手段として、超音波を反射させるのに十分な強度・厚さ（0.1mm以上）を持ったフィルタを用いて超音波振動子との間に超音波場を形成する。粒子を含んだ液体は、超音波を発生する振動部材とフィルタの間に設けた導入口から導入され、液体中の粒子は、超音波による輻射圧により液中に非接触的に捕獲・濃縮される。液体は、反射部材として用いるフィルタを通って、装置外へ排出される。捕獲の対象となる粒子は、フィルタに付着せずに捕獲・濃縮され、超音波を発生する振動部材とフィルタの間に設けた排出口から回収される。液中の粒子はフィルタに付着されないので、回収する際も、従来の吸引ろ過法などに比べて回収率が向上する。また、フィルタの目詰まりに関しても、粒子がフィルタ表面に付着するということが無いので、目詰まり頻度が大幅に減少する。
20
- 25 2. 上記1に述べた捕獲装置を複数個並列に設置し、全体としての処

理速度を向上させる。あるいは複数個直列に設置し、それぞれの捕獲装置内で粒径の異なる粒子を捕獲し分離する。

3．捕獲対象となる粒子以外の粒径の大きな夾雑物を分離するための前処理装置として、試料水を流しながら定在超音波を用いて非接触的に捕獲する分離装置を提供する。但し、対象とする粒子・微生物は捕獲されずに下流に流れる。つまり、下流で得られる液は、夾雑物のみが取り除かれたものになる。

4．上記3に述べた分離装置を複数個並列に設置し、全体としての処理速度を向上させる。あるいは複数個直列に設置し、それぞれの捕獲装置内で粒径の異なる夾雑物を捕獲し分離する。

5．上記1に述べた捕獲装置の前処理装置として上記3に述べた分離装置を用いる。

まず、本発明の概要を説明する。基本的な構成として、図1に示すとおり、本出願の粒子を含む液体処理装置は、捕獲対象以外の夾雑物を取り除く分離器3と対象粒子を捕獲する捕獲器30からなる。まず粒子を含んだ試料液1をポンプ2を用いて装置内部に導入する。試料水はまず分離器3に入り、粒径の大きな夾雑物のみが分離器3内に残り、捕獲したい粒子は装置内に留まらず下流に排出され、捕獲器30に入る。捕獲器30の詳細は後述するが、フィルタ29があり、対象粒子は装置30内に非接触に捕獲される。液体は装置30の下流に排出される。但し、分離器3あるいは捕獲器30はぞれぞれ単独の装置としても使用できる。捕獲したい対象の粒子が微生物の場合は、捕獲器30内に溜まった濃縮液を取り出し、顕微鏡で観察することができる。あるいは、水浄化装置として、分離器3や捕獲器30内に溜まった粒子の濃度をセンサで監視し、異常に濃度が上昇した場合に警告ランプをつけたり、取水を停止したりすることができる。

特に本装置は、水中のクリプトスボリジウムの捕獲・濃縮装置としても使用できる。水処理場における従来のクリプトスボリジウム検出方法は、1996年10月に厚生省より出された暫定対策指針に沿って行われており、その手順は以下のようになる。原水の場合 10 リットルの水を 1 検体として孔径 $1 \mu\text{m}$ 程度のろ紙でろ過し、ろ紙上に残った残留物を回収するためフィルタをアセトンで溶解する。溶解した液を遠心分離にかけ、ショ糖液を加えて他のゴミ等と分離する。分離された液をプレパラートに取り、染色し、顕微鏡で観察し、クリプトスボリジウムの有無を確認する。（「水道のクリプトスボリジウム対策 暫定対策指針の解説」金子光美 編 pp61-72）

しかし、上記のクリプトスボリジウム検出法では、試料水中の粒子の濃縮・回収に多大な時間を要する上、フィルタ上に残った残留物を回収するためにフィルタを溶解する際、フィルタに付着した一部のクリプトスボリジウムが回収できないという回収率の低いという点もある。

本発明では、夾雑物を分離器 3 で取り除いた後、捕獲器 30 にて非接触的にクリプトスボリジウムを捕獲できるので、回収率の向上、作業時間の短縮ができる構成を提供する。

即ち、本願は発明は、流れてくる試料に含まれる物質を分離するための第 1 の容器と、第 1 の容器に試料に振動を与える振動部材と、振動部材からの振動を反射する反射部材と、試料を第 1 の容器の振動部材側から導入する導入口と、反射部材側に振動によって分離された試料を排出する排出口を設けた構成の分離器であり、また、第 1 の試料に含まれる物質を捕獲するための容器と、容器に第 1 の試料に振動を与える振動部材と、振動部材からの振動を反射すると共に第 1 の試料からろ過した第 2 の試料を通過させるフィルタとを有する構成の捕獲裝

置にある。更に、これらを組み合わせた、振動部材と反射部材とを有する液体中の物質を分離する分離器と、分離器の下流に振動部材とフィルタとから成り液体中の粒子を捕獲する捕獲器とを有する粒子を含む液体の処理装置。更にまた、粒子を含む液体が複数の分離器に対し並列に供給する第1の供給管と、複数の分離器から排出された粒子を含む液体を複数の捕獲器へ並列的に供給する第2の供給管とを有する粒子を含む液体処理装置。並びに、流れてくる試料に含まれる第1の物質を分離するための第1の容器と、第1の容器に試料に振動を与える振動部材と、振動を反射する反射部材と、第1の容器の振動部材側から導入する第1の導入口と、反射部材側に振動よって分離された第1の粒子を含む液体の第1の排出口と、第1の排出口からの第2の粒子を含む液体を下流に流す通路管と、第2の粒子を含む液体を捕獲する第2の容器と、第2の容器の第2の粒子を含む液体に振動を与える振動部材と、振動部材からの振動を反射すると共に第2の粒子を含む液体からろ過した第3の液体を通過させるフィルタと、第2の粒子を含む液体を第2の容器の振動部材側から導入する第2の導入口と、第2の容器内に捕獲・濃縮された第2の液を回収する回収口と、フィルタを通過した第3の液体を排出する第2の排出口と、第2の液体を回収するために気体を送り込む導入口とを有する粒子を含む液体処理装置で有り、さらにこれらの応用として、水道からの第1の液体に含まれる物質を捕獲するための容器と、容器に第1の液体に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反射すると共に第1の液体からろ過した第2の液体を通過させるフィルタと、水道からの第1の液体を容器の振動部材側から導入する導入口と、飲料水供給管へ戻すためのフィルタを通過した側に設けた排出口とを有する構成の水道水浄化装置に有る。

以下、前半で分離装置 3 の詳細を説明し、後半で分離装置 30 の詳細を説明する。さらに分離装置と捕獲装置を組み合わせた水検査システム・水処理システムにおいての適用についても述べる。

図面の簡単な説明

- 5 図 1 は、本発明による液中粒子の夾雜物分離装置および捕獲装置を備えた粒子を含む液体の処理装置構成図である。図 2 は、分離装置の装置構成図である。図 3 は、分離装置の断面図である。図 4 は、分離装置の断面図である。図 5 は、球面状の反射部材を用いた場合の超音波捕獲の概念図である。図 6 は、球面状の反射部材を用いた場合の超音波捕獲の概念図である。図 7 は、平面状の反射部材を用いた場合の超音波捕獲の概念図である。図 8 は、平面状の反射部材を用いた場合の超音波捕獲の概念図である。図 9 は、粒子分離装置内の流路レイアウト図である。図 10 は、粒子分離装置の濃縮率の結果の一例を示す図である。図 11 は、粒子分離装置の分離性能の結果の一例を示す図 15 である。図 12 は、光センサを用いた本発明による装置構成図である。図 13 は、光学センサとして散乱光を計測する場合の構成図である。図 14 は、光学センサとして散乱光を計測する場合の構成図である。図 15 は、光学センサとして透過光を計測する場合の構成図である。図 16 は、複数個の分離装置を直列に繋いだ場合の構成図である。図 20 20 図 17 は、複数個の分離装置を並列に繋いだ場合の構成図である。図 18 は、本発明による粒子捕獲装置の構成図である。図 19 は、本発明による粒子捕獲装置の構成図である。図 20 は、本発明による粒子捕獲装置の構成図である。図 21 は、捕獲装置の断面図である。図 22 は、捕獲装置の断面図である。図 23 は、複数の捕獲装置を直列に繋いだ場合の装置構成図である。図 24 は、分離装置と捕獲装置の間 25

にバッファータンクを設けた場合の装置構成図である。図 25 は、複数の分離装置と複数の捕獲装置を繋げた場合の装置構成図である。図 26 は、クリプトスピリジウムの検査の従来方法と本発明による装置を用いた場合の比較を示す図である。図 27 は、本発明による水検査システム適用例を示す図である。図 28 は、本発明による水処理システム適用例を示す図である。図 29 は、本発明による水処理システム適用例を示す図である。図 30 は、本発明による飲料水浄化装置適用例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

10 A. 分離装置

・分離装置の基本構成および概念

分離装置の実施例を図 2 に示す。粒子を含んだ試料液 1 をポンプ 2 を用いて装置内部に導入する。液体試料導入流量は毎分数ミリリットルから数リットル程度である。ポンプ 2 は、吐出流量を調節できる仕組みのもの、例えば、チューブポンプあるいはダイアフラムポンプ等が良い。ポンプ 2 を通った試料水は、分離装置内に局所的に流速が速い箇所が出来ないように分岐・分散され、振動部材 4 と反射部材 5 の間の振動部材側に設けられた複数個の導入口より分離装置 3 に導入される。1 個所からの導入であると、分離装置 3 内に局所的流速が速い箇所が生じ、その近辺は粒子が捕獲から逃げてしまい、安定に粒子が捕獲されにくい欠点があるが、流量が少なく安定な捕獲が出来るのであれば 1 個所からの導入でも構わない。

分離装置 3 は、円筒形の壁、振動部材 4（直径は、分離装置の内径にはほぼ等しい）、反射部材 5、振動部材 4 と反射部材 5 の間の振動部材 4 側から試料を導入する導入口、および振動部材 4 と反射部材 5 の

間の反射部材 5 側から試料を排出する排出口より構成され、振動部材 4 と対面の反射部材 5との間に超音波を発生させる。この実施例では、製作・加工のしやすさを考慮し円筒形の装置（振動部材 4 と反射部材 5 が天板、底板に当たる）になっているが、直方体の形状でも良い 5 。振動部材 4 は、振動を発生させるどのようなものでも良いが、圧電セラミクス製の超音波振動子はその一例である。超音波の周波数は数百 k H z から 1 0 M H z 程度である。粒子は、定在超音波の節の位置に集まり捕獲・濃縮される。波長よりも装置の長さが長ければ、装置内に定在超音波の節が複数個存在し、肉眼で分離装置 3 内を観察すると、捕獲された粒子は 6 のような縞模様になっている。ここで使用している超音波の周波数は 4 M H z で水中での波長は約 0. 3 8 m m となり、節の間隔は半分の約 0. 1 9 m m となる。長さ 8 0 m m の装置内部に約 0. 1 9 m m 間隔の縞模様ができる。

試料液中の粒子は、超音波照射下で輻射圧を受けることにより捕獲 15 されるが、その輻射圧は次の式 1 にて記述される。

$$F = - (4\pi / 3) R^3 \cdot \omega^* \cdot P_0^2 \cdot A \cdot \sin(2kx) \quad (\text{式 } 1)$$

ここで、 $\omega^* = \omega / 4 \rho_0 c_0^3$ 、 $A = (5\rho_1 - 2\rho_0) / (2\rho_1 + \rho_0) - (\rho_0 c_0^2) / (\rho_1 c_1^2)$ 、R は粒子半径、 ω は超音波角速度、 ρ は密度、c は音速、 P_0 は超音波による液体中の圧力振幅、k は端数 ($= 2\pi / \lambda$ (λ :波長))、添字の 0、1 はそれぞれ粒子、液体を表す。粒子の半径 R が大きくなるほど、受ける輻射圧（捕獲される力）が大きくなり、超音波の周波数あるいはパワーが大きくなるほど、受ける輻射圧が大きくなる。また、試料液の流速が速いほど、粒子に働く流体からの抵抗力が大きくなり、超音波による輻射圧より抵抗力が優ると捕獲から逃れて、分離装置 3 の外へ排出される。従って 20 25

、分離装置内を通る試料水の流速あるいは超音波の強度や周波数を調節することにより、最終的に捕らえたい対象の粒子以外の夾雑物をこの分離装置 3 内に非接触に捕獲し除去することが出来る。

分離装置 3 内に形成された夾雑物の縞模様 6 の有無や濃度は、レーザー光を縞模様に照射し散乱された光を分離装置 3 の側面に設置される光学的センサ 7 により検知される。あるいは、レーザー光を装置内にできた縞模様の一つ一つを通過させる形で、超音波が進行する方向と平行にレーザー光を照射し、透過光量の変化を測定することにより縞模様の有無や濃度を検知することもできる。濃縮された夾雑物は、適時、排出することができる。具体的な方法については、後述する。

対象となる粒子を含んだ液は、導入口と同様に複数個設けられた排出口より排出され、フィルタ 8 で対象となる粒子が捕獲される。対象となる粒子がクリプトスボリジウム（径が $4 \sim 6 \mu\text{m}$ ）の場合、用いるフィルタ 8 としては、孔径 $1 \mu\text{m}$ から $2 \mu\text{m}$ のメンブレンフィルタが適当である。厚生省の策定した検出方法に沿って、クリプトスボリジウムの検出のためにこのフィルタを染色し、顕微鏡で観察することもできる。この際、夾雑物が分離フィルタで除去されているので、顕微鏡観察時の測定誤差が減り、またフィルタ溶解・遠心分離等の手間のかかる作業も不要になる。

20 • 分離装置の詳細な説明

図 3 に分離装置の断面図を示す。記入してある寸法については、一例で、超音波の減衰がなく、粒子が捕獲できるものであればよい。形状についても同様である。液体の導入口・排出口 9 が複数あるのは、前述の通り局所的に流速が速い部分を作らないためで、導入口あるいは排出口の数をさらに増やしても構わない。

超音波振動子に交流電圧を印加し、液中に超音波を発生させる。超

音波振動子 4 の設置方法については、この実施例では、フランジでパッキン 10 を介して挟み込み試料液が直接振動子に接するようになっているが、これは振動子 4 の交換を容易にするためである。超音波振動子は、共振周波数（数百 kHz ~ 数 MHz）によって厚みが変わるので、粒子に照射する周波数を変えるときは振動子を交換することになるが、組み立てが容易な方が都合が良い。周波数を変える必要が無ければ、図 4 のとおり、振動子 4 を固体壁に接着して固体壁を通して超音波を液中に照射し、相対する反射部材の間に定在波を形成しても良い。この場合も粒子捕獲に関しては、パッキンで振動子を挟んで装置内の液体が直接振動子に接するようにした場合と同様の効果が得られる。振動子が直接装置内部の液体に接するのが好ましくない場合は、図 4 のようにするのが良い。但し、この場合、接着した壁の厚さを半波長の整数倍になるようにして、超音波が液体に効率よく伝わるようにする必要がある。振動子 4 の電極については表・裏にそれぞれ + と - の銀電極があるが、リード線は水に接しない側から出した方が好ましいので、水に接する方の面の電極は反対側の面に一部折り返してある。但し、水に接する側の電極もニッケルでコーティングされているので直接銀電極が水には接しない。

反射部材 5 については、この実施例では反射部材の位置を移動できるようにしてあるが、固定して使用しても問題ない。反射部材の形状について、表面が球面の板（半径は 10 ~ 100 mm 程）を用いると、表面の加工精度あるいは組み立て精度が多少悪くても、図 5 に示す様に、進行波と反射波で超音波を強め合う位置が、円筒形をなす装置の中心軸を中心に集まる。これは、平面の進行波と凹面の反射波が強め合う位置が中心軸を中心とした円錐状の同心円の集合を形成するためで、たとえ精度が多少悪くてもわずかに円錐状の同心円の集合の形

が歪むだけで安定に粒子を捕獲しやすい。従って液中の粒子は図 6 のように装置の中心軸を中心とした円錐の形で捕獲される。これに対し、超音波振動子および反射部材共に形状を平面にし、それぞれを平行に設置し、定在波を形成すると、図 7 に示すように、わずかな表面の歪みあるいは平行度の歪みの影響を受け、進行波と反射波の強め合う位置が分散してしまい、図 8 のように粒子の捕獲される位置も分散されてしまう。振動部材に凹面形状、反射部材に平面形状を用いても良いが、本実施例では、製作の容易さを考え、振動部材を平面状に、反射部材を凹面状にしてある。

10 分離装置 3 内の試料水の流し方であるが、図 9 (A) および図 9 (B) に示す 2 通りの方法で、試料水中でのんぶん粒子（粒径 100 μ m 程度）が超音波により捕獲され濃縮される様子を図 10 に示す。横軸には試料水の流量（= 装置に入る流量 = 装置から出る流量）と縦軸に 1 時間後の濃縮率の関係を示す。図 9 (A) と図 9 (B) とでは、15 (B) の方が約 3 倍ほど (A) より濃縮できることが分かる。図 9 (A) では、装置の下部から試料を導入しているため、装置の下部では局所的に流速が速い部分を生じる。このため、粒子が本来捕獲されて溜まりやすい場所が攪拌されてしまい、粒子が安定に縞を形成しにくい結果となったのが原因であると考えられる。これに対し、図 9 (B) では装置上部に攪拌域が出来るものの、反射部材近傍の装置底部では、流速が均一となり、平均化されゆっくりしているので、縞が安定に存在できるという結果になる。従って、試料の導入は、振動部材 4 と振動部材 5 の間の振動部材側から行い、排出は、振動部材 4 と振動部材 5 の間の反射部材側から行うのが分離の効果が高くなる。

20 25 • 分離結果の例

図 11 に、図 3 に示した装置を用いて、夾雑物と微生物を分離した

例を示す。夾雑物としては、可溶性のでんぶん（粒径は 20 μm 以上）を用い、微生物はクリプトスボリジウムの陽性コントロール（粒径 4 ~ 6 μm）を用いた。でんぶんの濃度は 0.02 g / l i t、クリプトの濃度は 0.56 μg / l で、この 2 種類の粒子を含んだ液を分離装置に通した。グラフの横軸は分離装置を通る試料水流量、縦軸は原液と比較した粒子の濃度の比を示す。つまり、1 より大きくなると原液より濃くなっていることを示している。クリプトスボリジウムの濃度は、装置内液・排出液共に原液と濃度が変わらずに装置を通過していることがわかる。これに対し、粒径の大きなでんぶんは、流量が 40 ml / min 以下で装置内で濃縮される割合が増え、排出液では薄くなっていることがわかる。

・分離された夾雑物の検知

光学的センサ 8 は、分離装置の外部に設けたレーザー発振器 14 および受光器 15 を用い、センサからの透過光量あるいは散乱光量の変化をアナログ信号として、図 12 に示すように、捕獲された夾雑粒子の濃度の時間変化をオンラインで信号出力画面 16 に表示あるいは記録することができる。光学的センサで濃度の時間変化を測定する方法としては、1) 縞模様に照射して散乱された光を計測する、2) 超音波が進行する方向と平行にレーザー光を縞模様に照射し透過光を計測する、の 2 つがある。2) の場合、反射部材に凹面の形状を用いた場合は図 6 のように縞が装置の中心軸を中心に円錐状に形成されるため中心を通るようにレーザー光を照射すると S / N 比が高くなるので好ましい。平面の形状を用いた場合は、図 8 の様に粒子が捕獲される位置が分散されてしまうため、複数個のレーザー光を超音波が進行する方向に平行に照射し、それぞれの光量の総和を測定し、濃度を求めるのが良い。分離装置を透過する光あるいは捕獲された夾雑粒子で散乱

された光がある一定の光量になったとき、つまり、ある濃度以上の編模様ができたときに、アラームを鳴らしたり警告ランプをつけたりできる。また、この装置を水処理装置として用いる場合は、濃度の時間変化を記録や監視し、通常時の濃度上昇と比較して急激な濃度上昇が
5 見られた場合に、原取水に異常があると判断して、取水を停止する、あるいは他の取水に切り替える等の対策が取れる。

具体的な濃度の判断については、下記の様に行う。まず、分離装置内の夾雑粒子の濃度と、装置に超音波をかける時間については、下記の式2の関係がある。

10

$$C \propto N \cdot t \quad (\text{式 } 2)$$

ここで、Cは装置内濃度、Nは原水濃度、tは時間を表す。

濃度Cの測定については、濃度Cと散乱光の強さに単調増加の相関があることから、実際に装置内の液体を取り出さなくとも、光学センサの光量変化を監視していればよい。

15

光学的センサとして散乱光を計測する場合は、図13のように分離装置側面の入射口17から半導体レーザーを入射し、捕獲された夾雑粒子に当たって散乱された光を光ファイバー18を経由してフォトダイオードで電気信号に変換することにより、捕獲された粒子の濃度あるいは粒子の有無を計測できる。感度をあげるために図13に示した通り、分離装置の側面にミラー19を設置し、レーザー光を繰り返し装置内の粒子に当て、散乱光の強度を強めることができる。あるいは、反射型散乱光を用いる場合は、図14のように反射部材5に投光・受光一体型光ファイバーケーブル20およびレンズ21を設置し、投光されたレーザー光が粒子に当たって散乱された光を測定することにより計測できる。投光・受光一体型光ファイバーケーブルは振動部材4に取り付けてもよい。

透過光を測定する場合は、図15に示す通り、反射部材5にレーザー投光用光ファイバーケーブル25およびレンズ26を設置し、装置の反対側に設置された振動部材の中心部に穴をあけ、受光用の光ファイバー27を設ける。投光用光ファイバーケーブル25より投光されたレーザー光28はレンズ26を経由し、装置内に捕獲された粒子の縞6の一つ一つで減衰しながら通過するため、入射光量に比べ光強度が減少する。この減少度合いを予め測定しておくことにより粒子を捕獲した量を相対的に特定することができる。この方法では、装置内の一つ一つの縞を積分する形で計測するので、試料水の濃度が薄い場合10 に有効である。

特に図6のように凹面状の反射部材を用いた場合は、レーザー光が粒子が捕獲された形成された円錐の中心を通るように照射するのがS/N比を上げるのに好ましい。平面状の反射部材を用いた場合は、レーザー光を複数個照射して、中心だけでなく測定の対象にする方が良い。

光による検知方法として、上に述べた散乱光測定・透過光測定を適宜組み合わせて用いることもできる。

光による検知方法以外では、カメラを用いて捕獲された粒子を観察し、色・形等から粒子の種類を特定することも可能である。

20 • 複数の分離装置を用いた例

最終的に捕獲したい粒子・微生物以外に夾雑物の種類・個数が多くて、一段の分離装置だけでは、夾雑物が排除しきれない場合、図16のように、第1の分離器の排出口と第2の分離器の導入口を配管で繋ぎ、分離装置を直列に設置すれば、夾雑物の粒径の違いあるいは密度の違いにより分離することができる。例えば、直列に設置された分離器の内、一段目では、輻射圧の弱い超音波を照射し、比較的粒径の大

きいあるいは密度の高い粒子を捕獲する。一段目の分離器内に捕獲されなかった粒径の小さな粒子は、排出された液体と共に二段目の分離器内に導入される。二段目の分離器には、一段目より強い輻射圧をもつ超音波を照射し、一段目で捕獲されなかった粒子を捕獲する。一段5 目、二段目の分離器を通過した対象の粒子・微生物はフィルタ 8 に捕獲される。一段目、二段目の分離器の輻射圧を調節することにより、適當な径の粒子を分離することができる。

また、図 10 に示すように試料水の流量を増やしていくと一つの分離器で排除できる夾雑物の割合が減ってくるが、排出された液を再び10 装置に通す、あるいは、複数個の装置を直列につないで、排除する割合を高めることも出来る。

あるいは、全体的な試料の処理速度を上げたい場合は、図 17 に示すように第 1 の分離器と第 2 の分離器の導入口を配管で接続して、並列に複数個並べればよい。

15 B. 捕獲装置

・捕獲装置の基本構成および概念

図 18 に示す様に、捕獲装置に、振動部材 4 およびフィルタ 29 を設け、その間に超音波を形成し、粒子を非接触的に捕獲する。粒子を含む試料水は、捕獲装置 30 の振動部材 4 とフィルタの間の振動部材20 側に設けた導入口 31 から導入し、超音波の進行方向と平行に流れる。捕獲されなかったフィルタ孔径より小さな粒子は液とともに、フィルタ 29 を通過し装置外に排出口 32 より排出される。試料水中のフィルタ孔径より大きな粒子は、超音波の輻射圧により、超音波の半波長に相当する距離を間隔とする縞模様 6 を形成し、非接触的に捕獲装置内に捕獲される。上述の縞模様から逃れてフィルタ 29 近傍まで移動した、フィルタ孔径より大きな粒子も超音波の輻射圧により、フィ

ルタに付着することなく、捕獲されるため、フィルタの目詰まりが少なくなる。

捕獲装置内に濃縮された粒子を回収する際は、試料水の捕獲装置への導入を止め、超音波の発生を止めた後、フィルタの下流側に設けた
5 気体導入口 3 3 から、空気などの導入口を入れ振動部材とフィルタの間に設けた回収口 3 4 より試料を取り出せる。この際も、対象の粒子がフィルタ表面あるいは内部に付着していないので、高い回収率で取り出せる。

フィルタと定在超音波による非接触的な捕獲の組み合わせとして、
10 図 1 9 に示す様に、フィルタ 2 9 に振動部材 4 を接着させフィルタを直接振動させ超音波を発生させ、反射部材との間に定在超音波を形成することもできる。振動部材 4 の振動を効率よくフィルタ 2 9 に伝えることが必要になるが、フィルタを直接振動させるため、目詰まりを振動により防ぐ効果が最大限に得られる。

15 数十 k H z (2 0 ~ 1 0 0 k H z) の周波数を用いる場合は、図 2 0 のように円筒形の振動部材の底面にフィルタを固定し、振動部材を円筒面に垂直な方向に振動（呼吸振動）させると良い。低周波の場合は超音波振動子 4 が図 1 9 の場合の様な厚み振動は起こしにくいので、図 2 0 のようにすると、円筒の振動子 4 に固定されたフィルタ 2 9
20 は円板の平面に垂直な方向の横振動を起こす。振動子 4 を駆動する周波数を、フィルタ円板 2 9 の厚さ・半径に応じた共振周波数に合わせると、効率よくフィルタを振動させることができる。この場合も振動子のリード線 3 7 は 2 本とも外側に出ている方が良いので、円筒内面の電極を一部外側に折り返す。円筒内面の電極はコーティングし、水
25 に接しないようにする。

また、フィルタを直に駆動しない図 1 8 の例で振動子 4 に円筒形の

呼吸振動を行う振動子を用いて、低周波の超音波照射を行うこともできる。

・捕獲装置の詳細な説明

図21に図18のように振動部材とフィルタを対向に設置した場合の捕獲装置の断面図を示す。記入してある寸法については、一例で、超音波の減衰がなく、粒子が捕獲できるものであればよい。また、形状についても円筒形でなく、振動部材とフィルタが対向に設置され、フィルタ面に超音波が照射されるようになっていれば良い。液体の導入口31は振動部材35とフィルタ29の間に同心円上に6つ設けてある。導入口31が複数個あるのは、分離装置の場合と同様に局所的に流速が速い部分を作らないためで、導入口あるいは排出口の数をさらに増やしても構わない。捕獲装置30の材質は外側からでも捕獲の様子が分かるようにアクリルで製作してあるが、内部を観察する必要が無ければ金属でも問題無い。超音波振動子は金属の板35に接着しているが、フィルタ29での圧損が小さく、捕獲装置の内圧が小さい場合は振動子が直接接水するように設置しても構わない。超音波振動子4の周波数は4.3MHzを使用したため、厚みが0.5mm程になり、内圧数kg/cm²Gが振動子にかかる場合は破損の恐れがあるので、図20の様に金属板35に接着する方がよい。この場合は、超音波振動子から発生した超音波が効率よく液側に伝わるように、板厚を半波長の整数倍にする必要がある。この実施例では金属板35にアルミを用いた。音速は6420m/sで半波長は約0.75mmとなる。この実施例では、半波長の5倍の2.3mmを用いた。フィルタ29の材質としては、超音波を反射させるだけの充分な厚さと硬さをもつものが良い。通常手に入りやすいのは、金属かセラミクス製のものである。図21では、超音波振動子を接着した金属板およびフィ

ルタ 29 は平面であるが、分離装置で用いた凹面を用いることもできる。但し、この場合中心軸から離れるに従い、超音波強度が弱まることになるので、中心から離れた位置でもフィルタに粒子が付着しないよう十分な強度の超音波を用いる必要がある。

5 濃縮された粒子を回収するときは、まず、試料水の流量を 0 にして、超音波の照射を止める。フィルタ 29 の下流側に空気導入口 33 より空気・窒素などのガスをいれ、液体側よりも圧力を高くすると、フィルタ 29 を通って装置内に入る。図 21 では、回収口を導入口と兼用で用いるため、導入口を分岐させ、濃縮された液を排出するように
10 してあるが、超音波捕獲装置 30 の振動部材 35 とフィルタ 29 の間に別個回収口を設けておいても構わない。フィルタから気体が入り、液体が押出される格好で排出口より取り出される。超音波捕獲装置 30 内の濃縮液はフィルタ 29 から逆に押出されるので、フィルタ 29 付近の粒子も装置内にほとんど残らず排出される。また、捕獲装置 3
15 0 には、内圧測定用のノズル 36 が設けてある。振動部材 35 とフィルタ 29 の間の体積と、フィルタ 29 の下流の排出口 32 が設けてある部分の体積を比べると振動部材 35 とフィルタ 29 の間の体積の方が小さい。これは、フィルタを通過する排液の圧力が上がり、振動部材 35 とフィルタの間の粒子を含む液体の圧力が余計に上昇しないよ
20 うにしたものである。

捕獲装置内に捕獲された粒子の濃度あるいは有無を自動検知するために、分離装置で述べた光学センサを設置することも、もちろん出来る。

25 図 22 に図 20 のように振動部材とフィルタ接着し、直接フィルタを振動させる場合の捕獲装置の断面図を示す。図 21 の場合と構成はほとんど同じだが、フィルタに対向する壁 42 は、強度が十分であれ

ば、材質・厚さは自由に出来る。

・複数の捕獲装置を用いた例

試料液中の粒子に様々な粒径のものが混じっていて、分離したい場合には、図23に示すように、第1の捕獲装置の排出口と第2の捕獲装置の導入口を配管で接続して、捕獲装置を複数個直列に並べ、それぞれに用いるフィルタの孔径および照射する超音波の強度を適当に選んでやれば、粒径の違いに応じて、それぞれの装置に分離される。ただし、フィルタの孔径より小さな粒子は、本来フィルタを全て通過するはずだが、装置内に捕らえられた粒径の大きな粒子が多い場合、それによつて付着してしまって、下流に排出されないものも一部ある。

図1に示したように分離装置3と捕獲装置30を直列に繋ぐと、処理速度が両方の装置で等しくしなければならないが、図24のように2つの装置の間にバッファタンク38を設けておけば、分離装置3で遅い処理速度で十分夾雜物を除いてタンクに溜めた後に、後段の捕獲装置30に送るということや、分離装置3は同じ液を数回循環させ、夾雜物を十分取り除いて、後段に送るということができる。

または、図25のように前段の分離装置3および捕獲装置30を複数個設置し、粒子を含む液体を複数の分離装置に供給する供給管と、複数の分離装置3から排出された粒子を含む液を複数の捕獲装置30に供給する供給管と、を設置すれば、それぞれの処理速度に応じて、バッファタンクを使用せず連続的に夾雜物の除去および濃縮・捕獲ができる。

図24あるいは図25に示した装置で捕獲・回収された粒子の中には、分離装置3でかなりの夾雜物が除かれているものの、対象となる粒子と同じ程度の粒径をもつ夾雜物も混じっている。対象となる粒子がクリプトスボリジウムなどの微生物の場合は、顕微鏡で観察するか

、捕獲装置から排出される粒子に染色液を混ぜ、対象の微生物を選択的に染色し、光センサで蛍光発色した粒子のみを計測することにより、個数・濃度が測定できる。

C. クリプトスポリジウム（病原菌）の検査装置としての適用

5 クリプトスポリジウムの検査装置として適用する形態を纏めると、図26のようになる。従来の検査手順の内、濃縮やフィルタ溶解や遠心分離の操作が、本装置が行う自動操作に置き換わる。さらに、従来の操作ではろ紙にクリプトスポリジウムが付着してしまうと回収出来なくなるが、本装置ではろ紙を使用していないのでその心配がない。

10 1 様体の試料水を検査したあとは、装置内部に純水や洗浄水で数倍から数十倍の流量で洗浄するのが良い。

D. 水検査システムでの適用

以上の説明では、粒子を含む試料水はタンクあるいは容器にいれ、装置に繋ぐ形となっているが、たとえば原水・浄水中の微生物の検知15 に本装置を適用する場合は、図27のように調べたい河川・池・浄水配管等に直接本装置を繋げば、試料水の搬送の手間が省ける。

E. 水の浄水システムでの適用

水道局で行っている水道水用の浄化システムの一例は図28の通りであるが、本装置はこの内、砂ろ過あるいは塩素消毒の代わりに用いることができる。つまり、水中の粒子や微生物を取り除くことができるため、ろ過、消毒の過程を本装置に置き換えることが出来る。さらに捕獲した粒子や微生物を回収して、詳細な検査にかけることが出来る。あるいは、捕獲した粒子や微生物の濃度を監視し、濁度を管理することも出来る。近年、塩素消毒に代わり、膜分離により微生物を含む粒子を除去する浄化システムを導入しつつあるが、膜分離装置では25 膜に粒子付着させて取り除く性質上、膜に付着した粒子が増えてく

ると、フィルタの目詰まりが起き、処理能力が低下してしまうという問題がある。従って、定期的な逆洗等のメインテナンスが必要になる。

本発明の捕獲装置を適用すると、上記に述べたように、フィルタに粒子が付着することが少ないので、水処理装置として、水中の有害な粒子あるいは微生物をフィルタで取り除くことができる上に、フィルタの目詰まり頻度が少なくなり、メインテナンスの頻度が減少するという効果もある。

また、ビルの貯水設備などの中規模の水浄化システムが必要な場合
10 も

図 29 AあるいはBに示すように、本発明の捕獲装置を用いると、フィルタのメインテナンスの頻度が少なく、微生物・粒子を除去できる貯水浄化システムを提供できる。図 29 Aは、循環型の微生物・粒子除去システムで、常時あるいは定期的に、貯水中の液を前記捕獲装置の導入口から導入し粒子を取り除いたあとの排液を排出口から貯水槽に戻し、循環することにより浄化できる。図 29 Bの様に、循環が不要な場合は、水補給配管に本発明の捕獲装置を挿入すれば、水が補給される際に、微生物・粒子を除去できる。

あるいは、図 30 のように、飲料水の浄化装置として、飲料水を捕獲装置に取り込み、飲料水中の粒子を捕獲・濃縮したのち排液を浄化した飲料水として、供給することもできる。

請求の範囲

1. 流れてくる試料に含まれる物質を分離するための第1の容器と、前記第1の容器に試料に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反射する反射部材と、試料を前記第1の容器の前記振動部材と前記反射部材との間の前記振動部材側から導入する導入口と、前記振動部材と前記反射部材との間の前記反射部材側に前記振動部材により振動によって分離された試料を排出する排出口を設けたことを特徴する試料処理装置。
10 2. 前記試料が粒子を含む液体であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の分離装置。
3. 前記振動部材又は前記反射部材のいずれかに投光受光一体型光ファイバを接続したことを特徴する請求の範囲第1項又は第2項記載の分離装置。
4. 前記振動部材と前記反射部材とで形成された試料から分離された物質を検出する検出器を第1の容器の外部に設けたことを特徴とする請求の範囲第1項又は2項に記載の分離装置。
15 5. 前記分離器を複数有し、前記複数の分離器を直列的に接続するため第1の分離器の前記排出口と第2の分離器の導入口とを接続する配管を有することを特徴する請求の範囲第1項記載の分離装置。
20 6. 前記分離器を複数有し、前記複数の分離器を並列的に接続するため第1と第2の分離器の前記導入口を接続する配管を有することを特徴する請求の範囲第1項記載の分離装置。
7. 第1の試料に含まれる物質を捕獲するための容器と、前記容器に第1の試料に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反

射すると共に第1の試料からろ過した第2の試料を通過させるフィルタと、を有することを特徴する捕獲装置。

8. 第1の試料に含まれる物質を捕獲するための容器と、前記容器に第1の試料に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反射すると共に第1の試料からろ過した第2の試料を通過させるフィルタと、を有し、前記振動部材と前記フィルタの間の体積の方が、前記フィルタを通過した前記第2の試料が溜まる部分の体積よりも小さいことを特徴する捕獲装置。

9. 前記第1及び第2の試料が粒子を含む液体であることを特徴する請求の範囲第7項あるいは第8項記載の捕獲装置。

10. 前記第1及び第2の試料が気体であることを特徴する請求の範囲第7項あるいは第8項記載の捕獲装置。

11. 前記捕獲装置は前記第1の粒子を含む液体を前記容器の前記振動部材とフィルタとの間の前記振動部材側から導入する導入口と、前記振動部材とフィルタの間の前記容器内に捕獲・濃縮された前記第1の液を回収する回収口と、前記フィルタを通過した側に前記第2の液体を排出する排出口と、前記フィルタを通過した側に前記第1の液体を回収するために気体を送り込む導入口と、を有することを特徴する請求の範囲第7項あるいは第8項記載の捕獲装置。

20 12. 前記フィルタに振動を与える振動部材を取り付けたことを特徴とする請求の範囲第7項あるいは第8項の捕獲装置。

13. 貯水槽からの第1の液体に含まれる物質を捕獲するための容器と、前記容器に第1の試料に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反射すると共に第1の試料からろ過した第2の液体を通過させるフィルタと、貯水槽からの前記第1の液体を前記容器の前記振動部材とフィルタとの間の前記振動部材側から導入する導入口と、

貯水槽へ戻し循環させるための前記フィルタを通過した側に設けた排出口と、を有することを特徴する循環型捕獲装置。

14. 振動部材と反射部材とを有する液体中の物質を分離する分離器と、前記分離器の下流に振動部材とフィルタとから成り液体中の粒子5を捕獲する捕獲器とを有することを特徴する粒子を含む液体の処理装置。

15. 粒子を含む液体が複数の分離器に対し並列に供給する第1の供給管と、前記複数の分離器から排出された粒子を含む液体を複数の捕獲器へ並列的に供給する第2の供給管と、を有することを特徴する粒子10を含む液体処理装置。

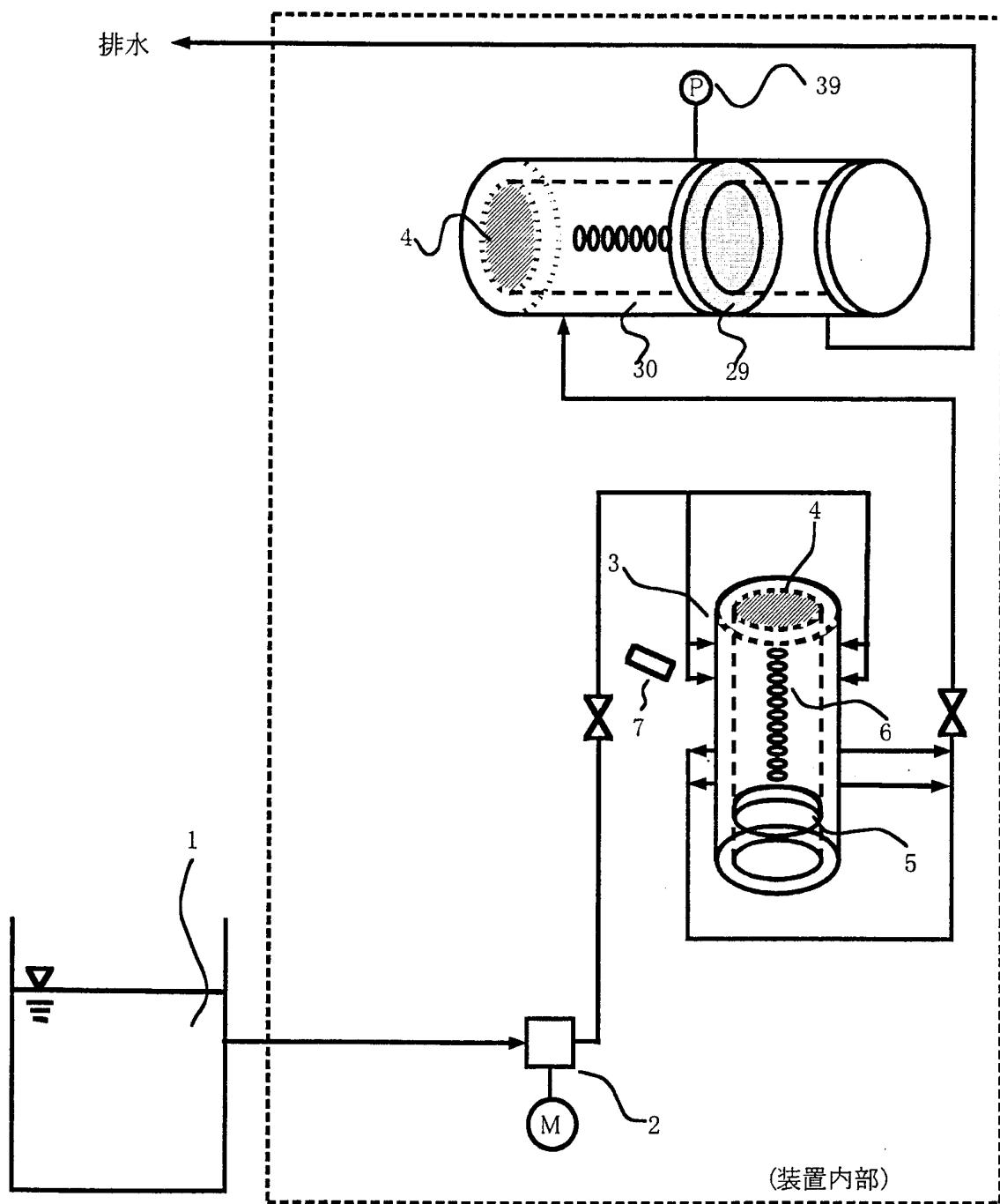
16. 流れてくる試料に含まれる第1の物質を分離するための第1の容器と、前記第1の容器に試料に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反射する反射部材と、試料を前記第1の容器の前記振動部材と前記反射部材との間の前記振動部材側から導入する第1の導入口と、前記振動部材と前記反射部材との間の前記反射部材側に前記振動部材により振動よって分離された第1の粒子を含む液体を排出する第1の排出口と、前記第1の排出口からの第2の粒子を含む液体を下流に流す通路管と、前記通路管の第2の粒子を含む液体から第2の粒子を含む液体を捕獲する第2の容器と、前記第2の容器の第2の粒子を含む液体に振動を与える振動部材と、前記振動部材からの振動を反射すると共に第2の粒子を含む液体からろ過した第3の液体を通過させるフィルタと、前記第2の粒子を含む液体を前記第2の容器の前記振動部材とフィルタとの間の前記振動部材側から導入する第2の導入口と、前記振動部材とフィルタの間の前記第2の容器内に捕獲・濃縮された前記第2の液を回収する回収口と、前記フィルタを通過した前記第3の液体を排出する第2の排出口と、前記第2の液体を回収20

するために気体を送り込む導入口と、を有する粒子を含むことを特徴する液体処理装置。

17. 水道からの第1の液体に含まれる物質を捕獲するための容器と、前記容器に第1の液体に振動を与える振動部材と、前記振動部材か

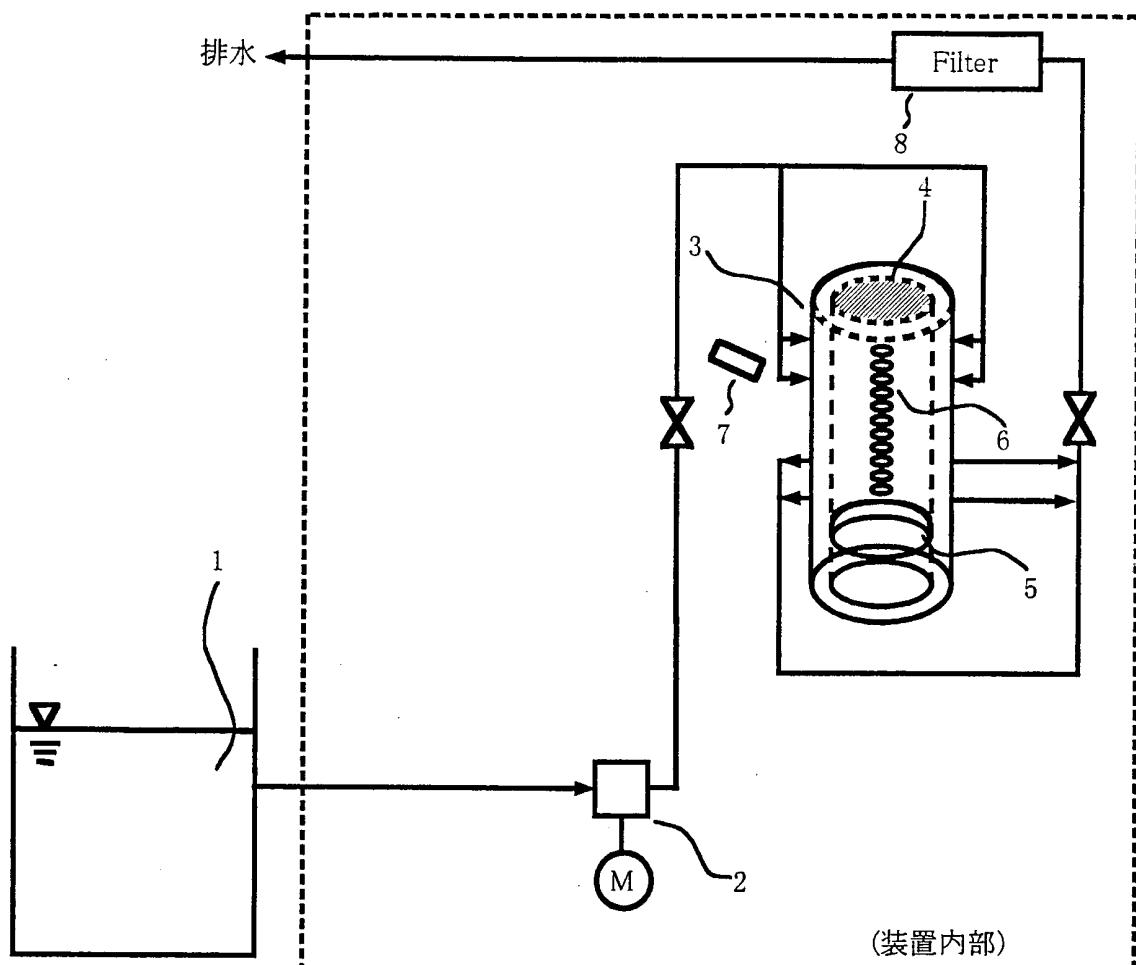
5 らの振動を反射すると共に第1の液体からろ過した第2の液体を通過させるフィルタと、水道からの前記第1の液体を前記容器の前記振動部材とフィルタとの間の前記振動部材側から導入する導入口と、飲料水供給管へ戻すための前記フィルタを通過した側に設けた排出口と、を有することを特徴する水道水浄化装置。

図1



2/27

図2



3/27

図3

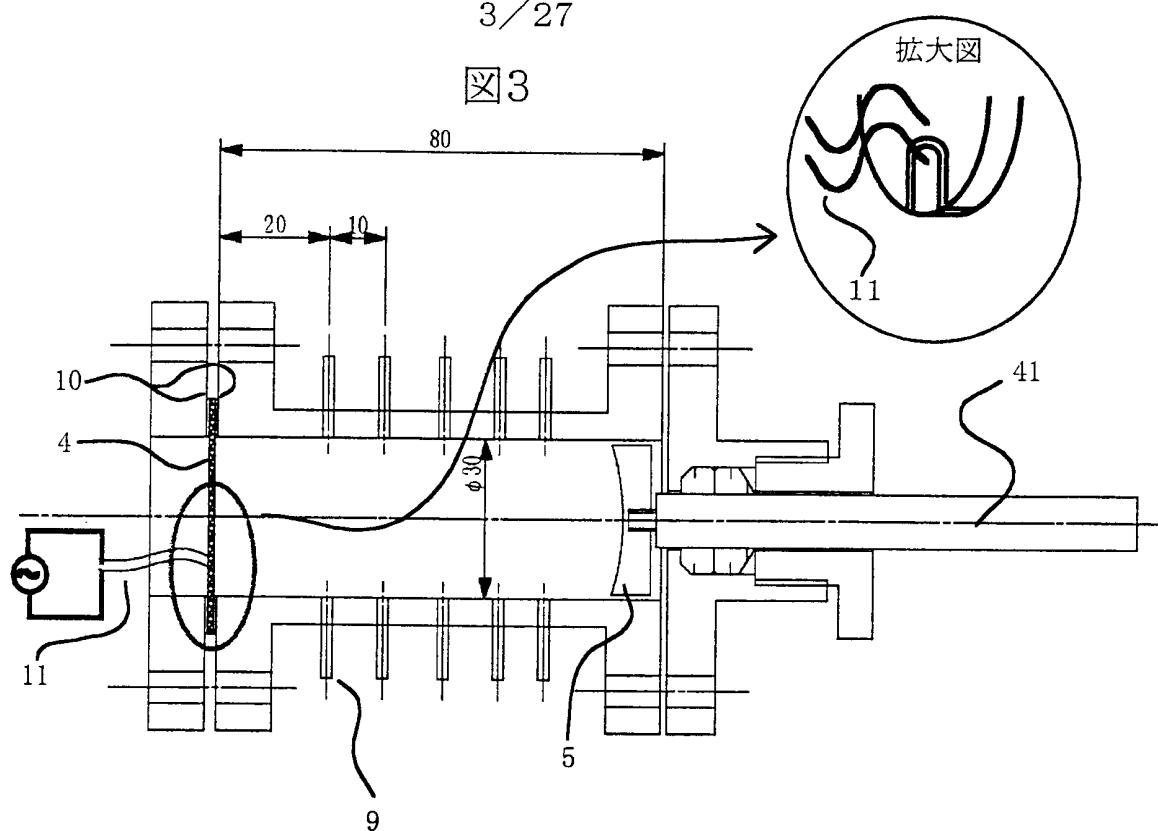
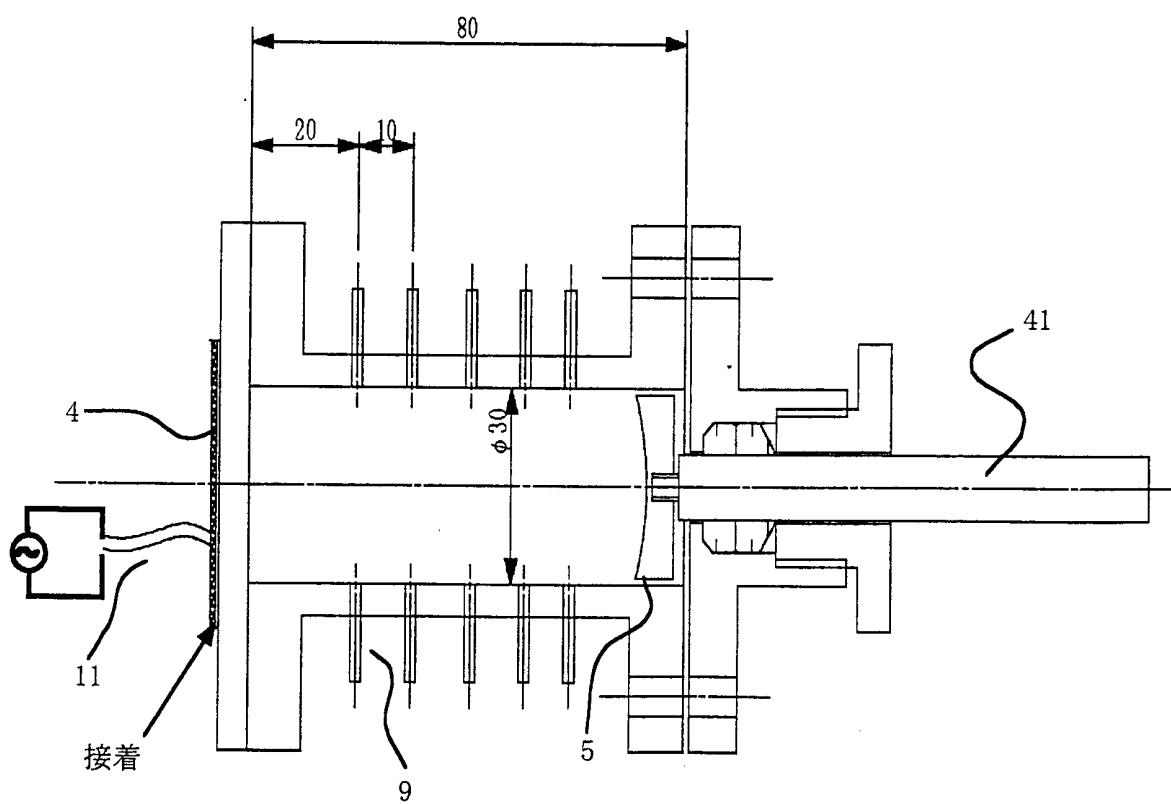


図4



4/27

図5

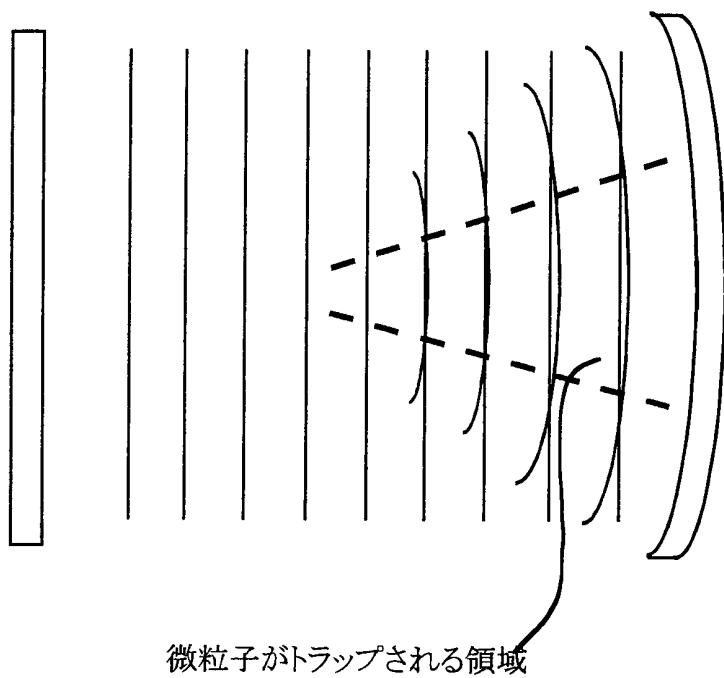
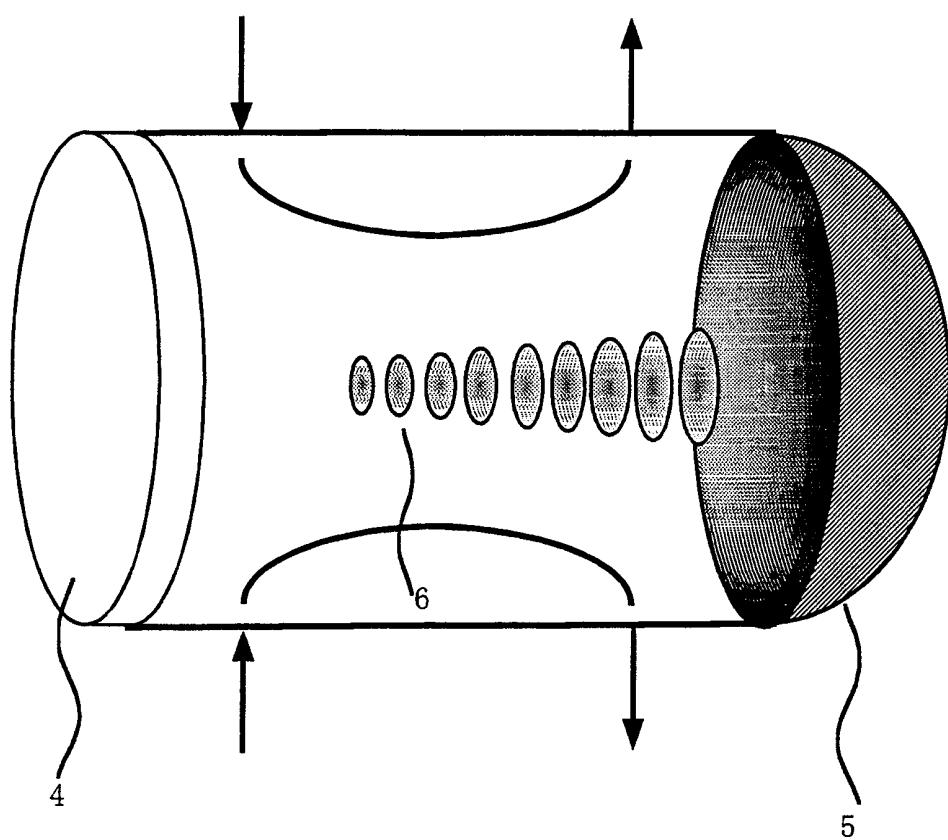


図6



5 / 27

図7

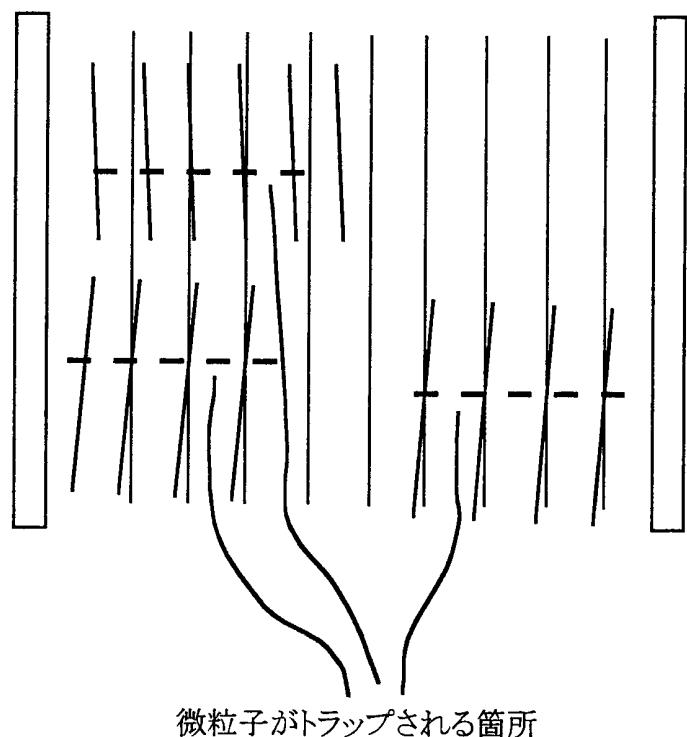


図8

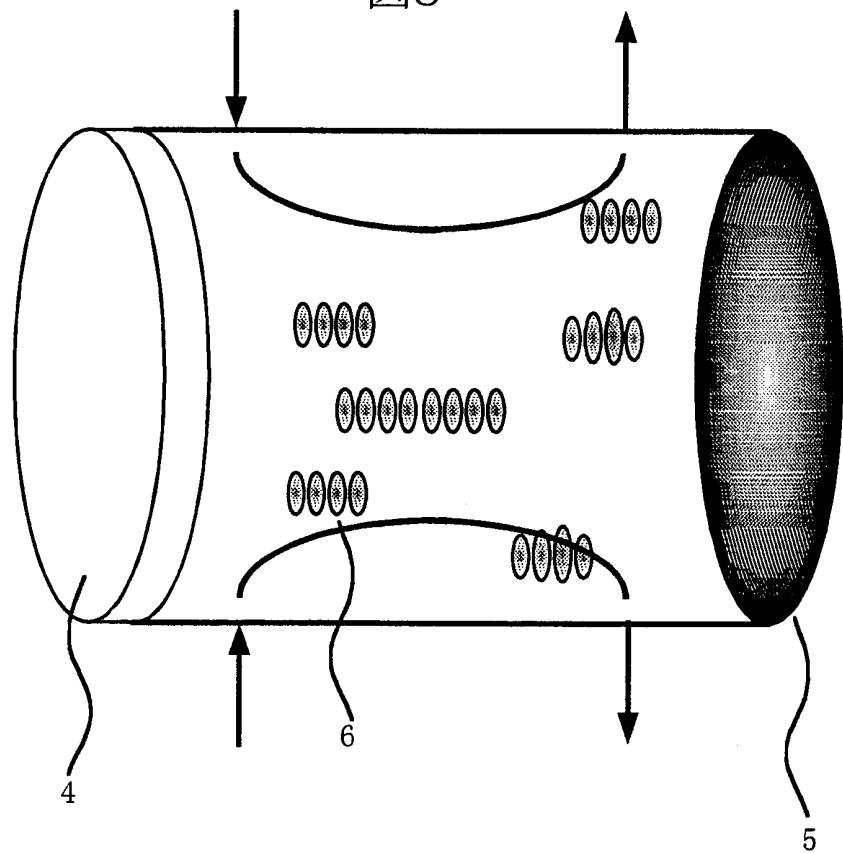


図9 (A)

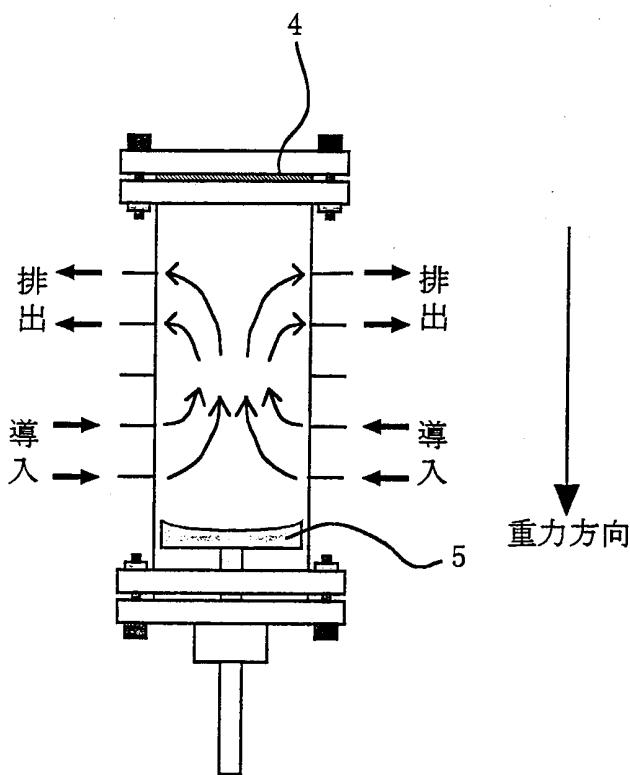
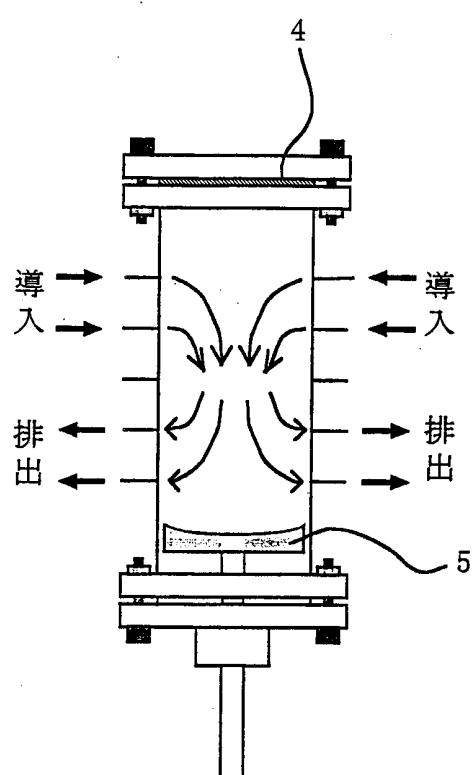
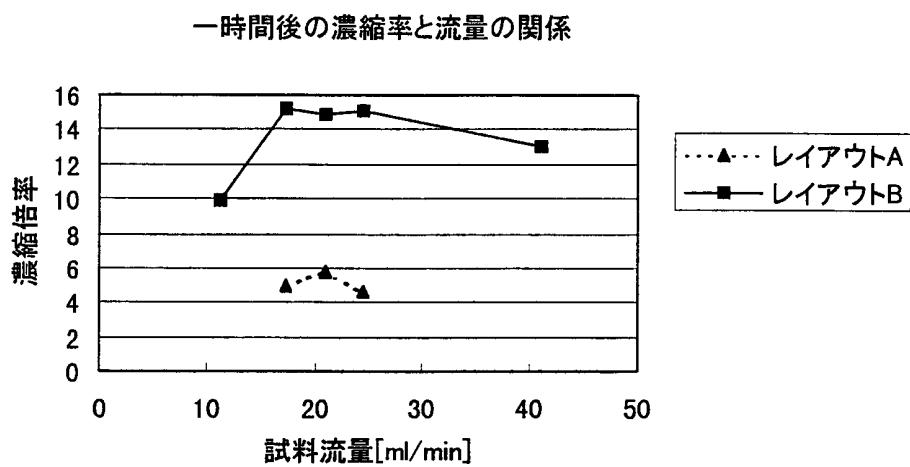


図9 (B)



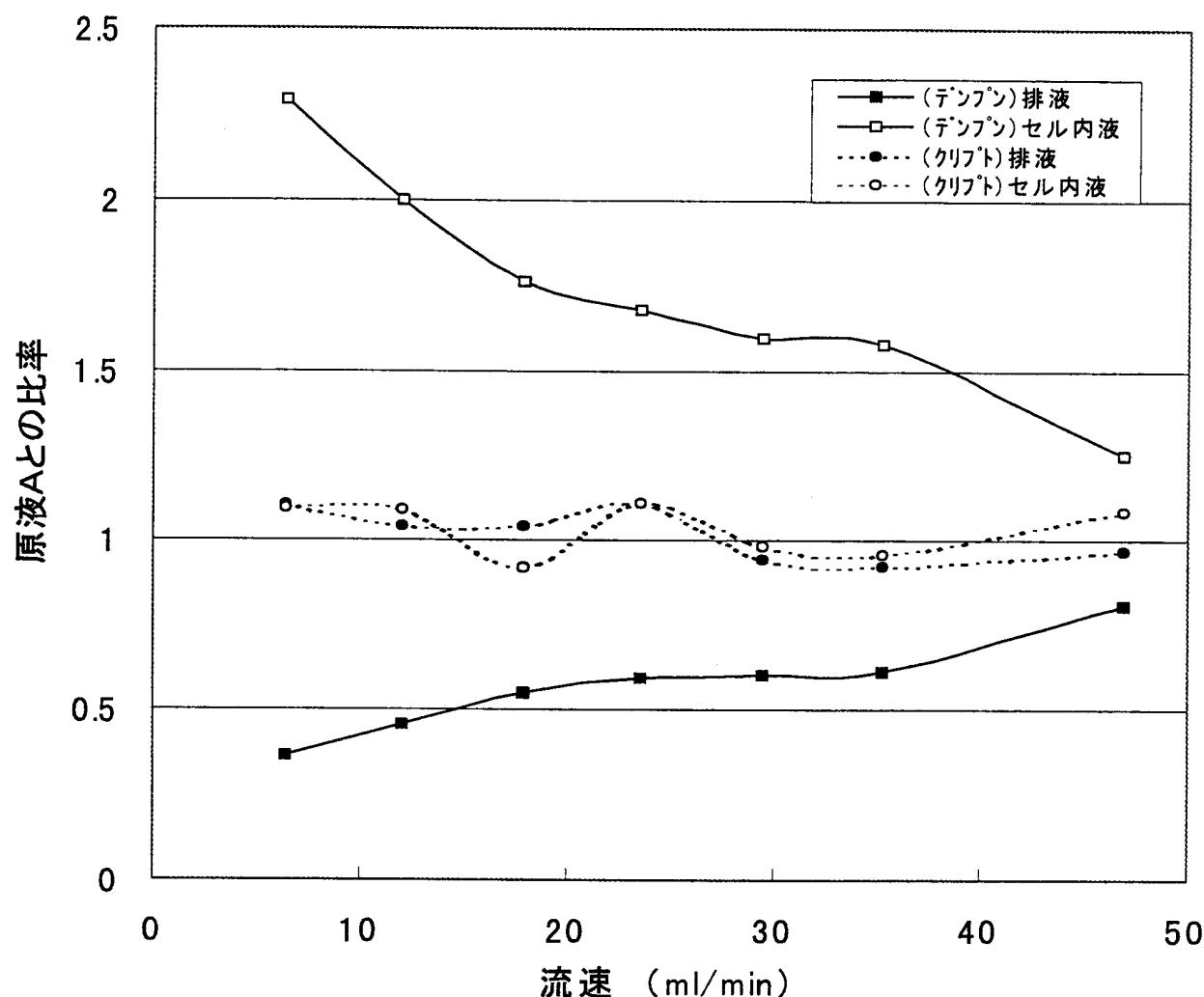
7 / 27

図10



8/27

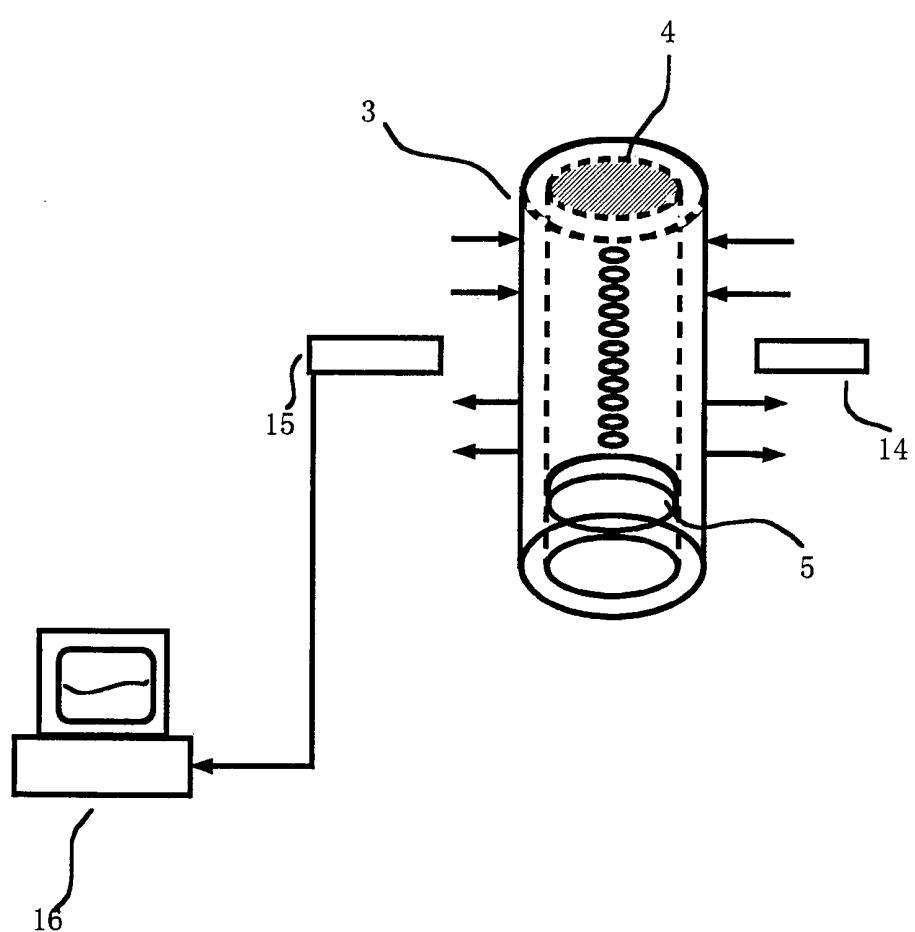
図11



テンpinとクリプトの分離結果

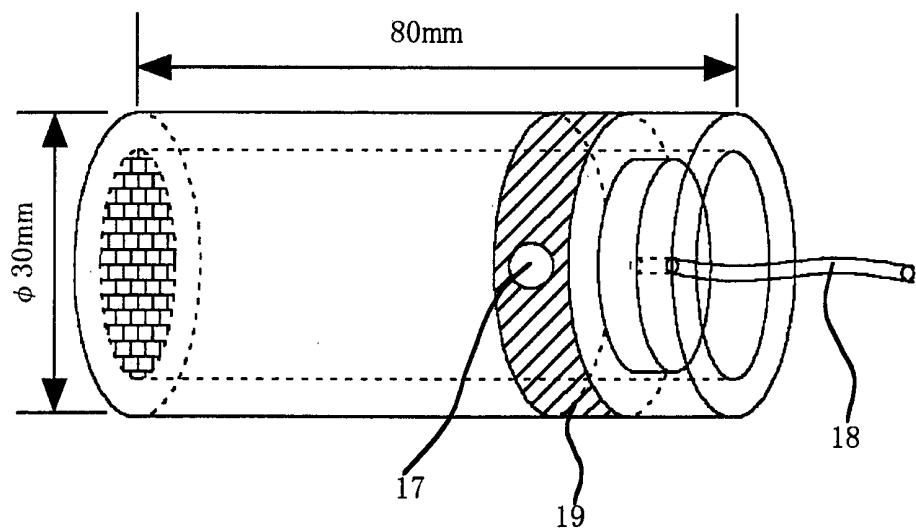
9 / 27

図12



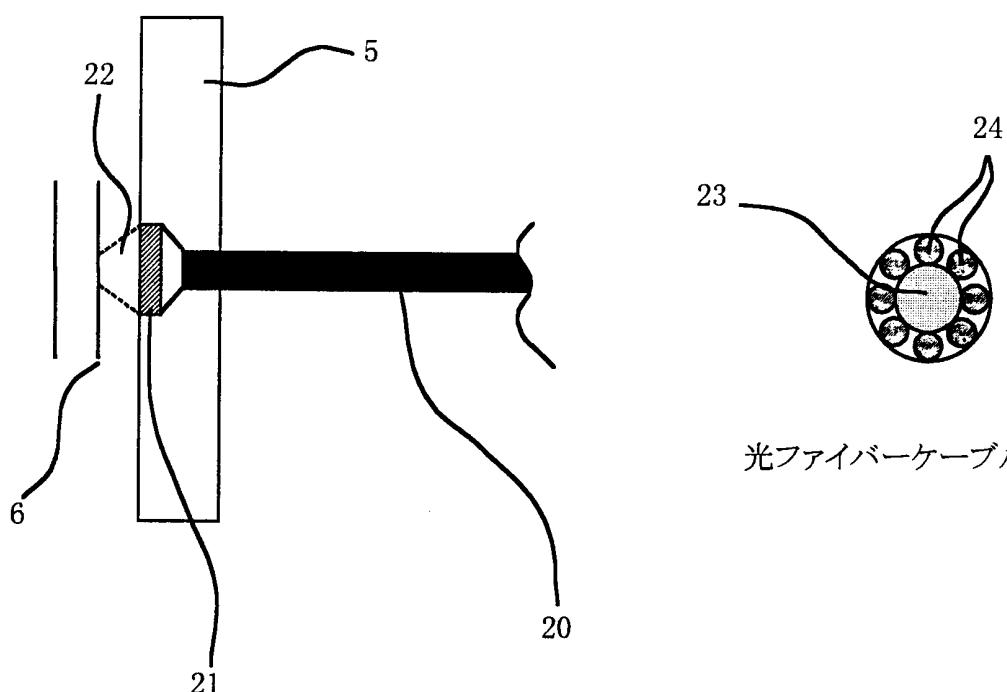
10 / 27

図13



11/27

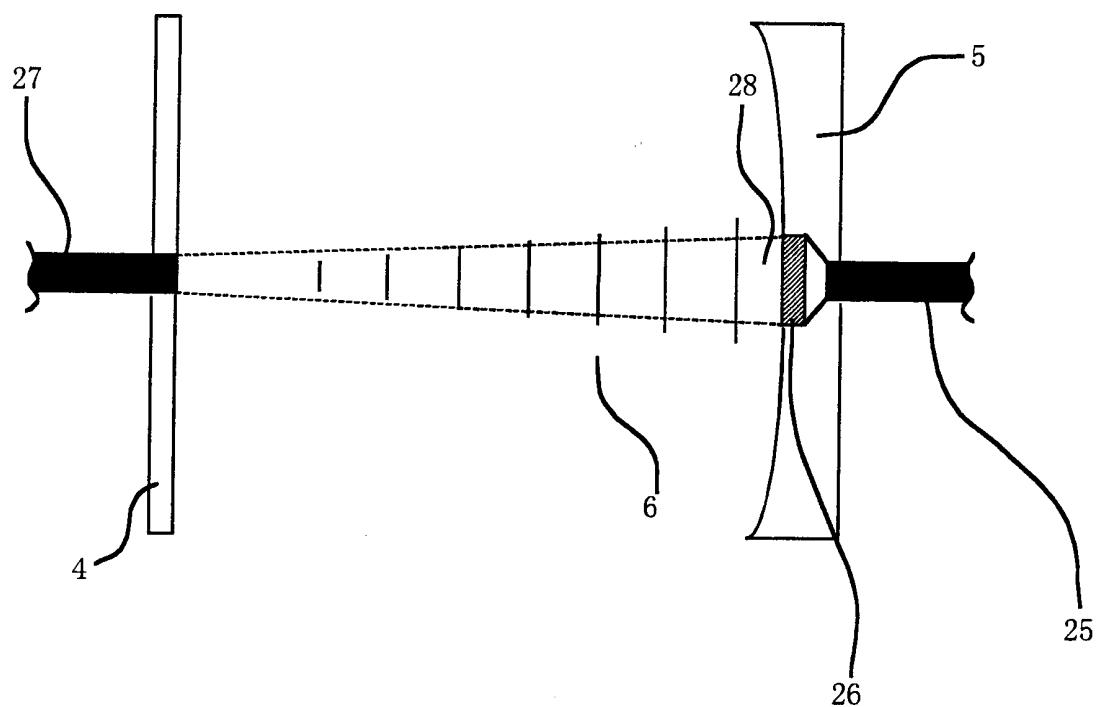
図14



光ファイバーケーブル20断面図

12/27

図15



13/27

図16

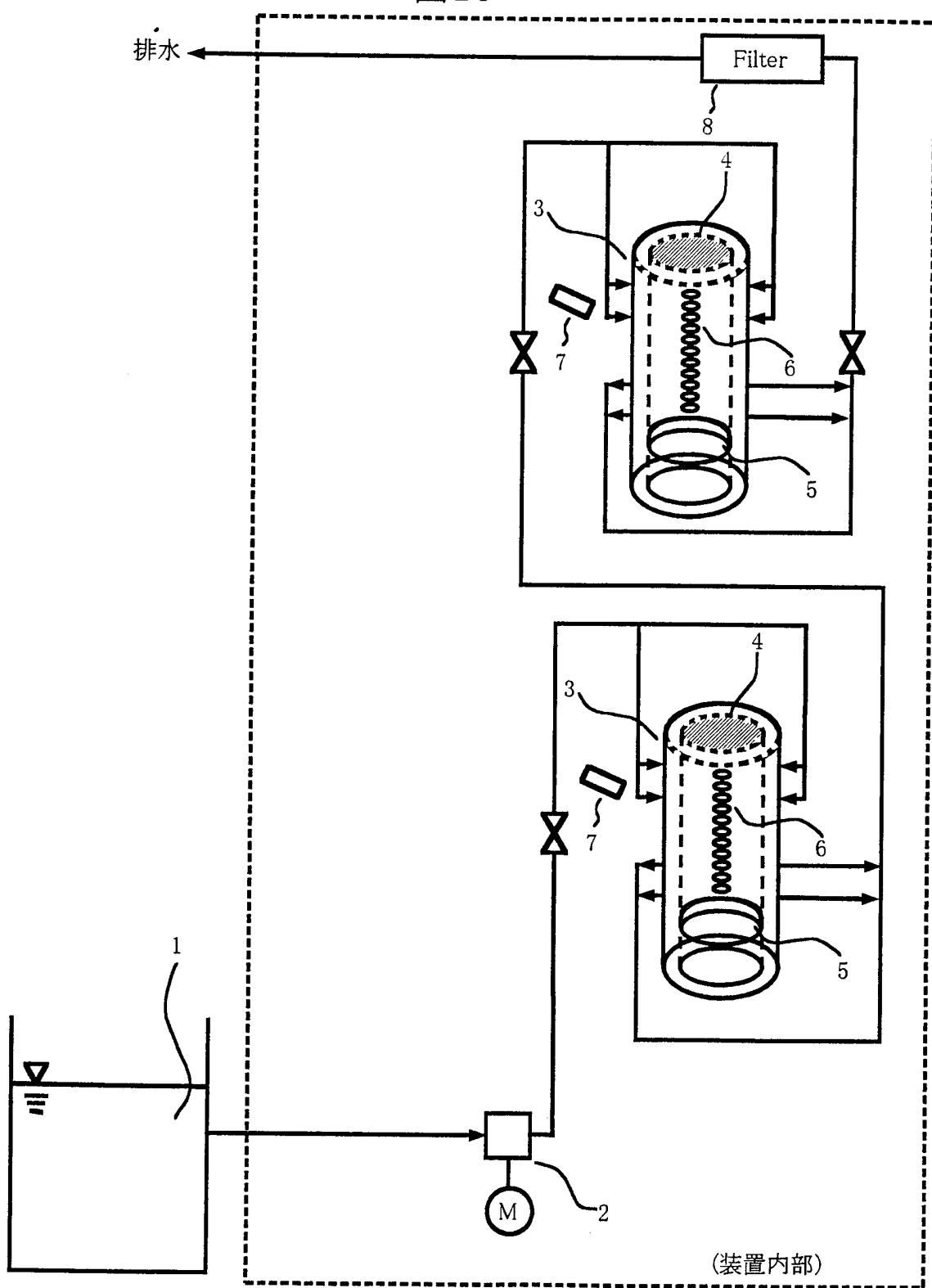
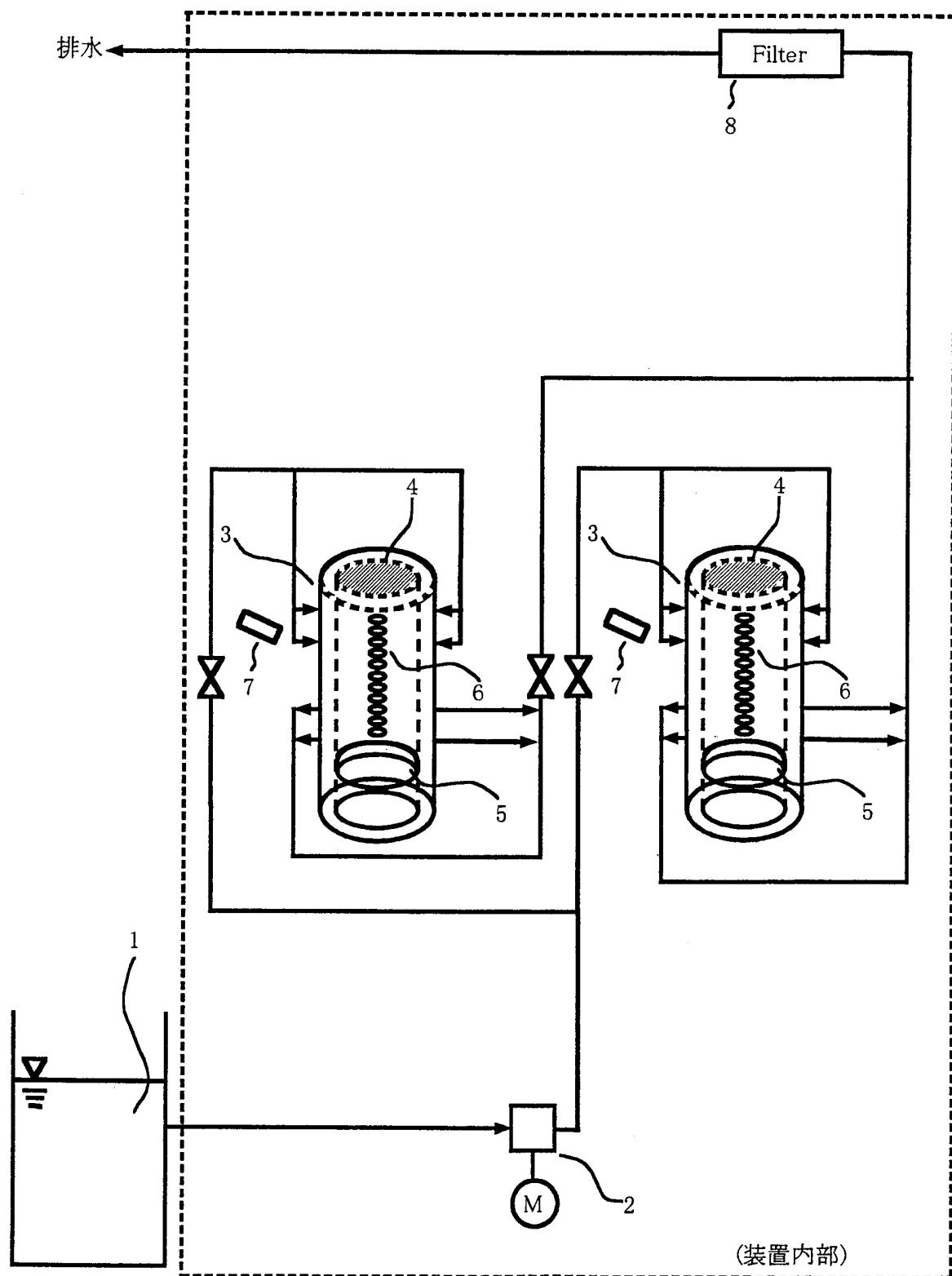
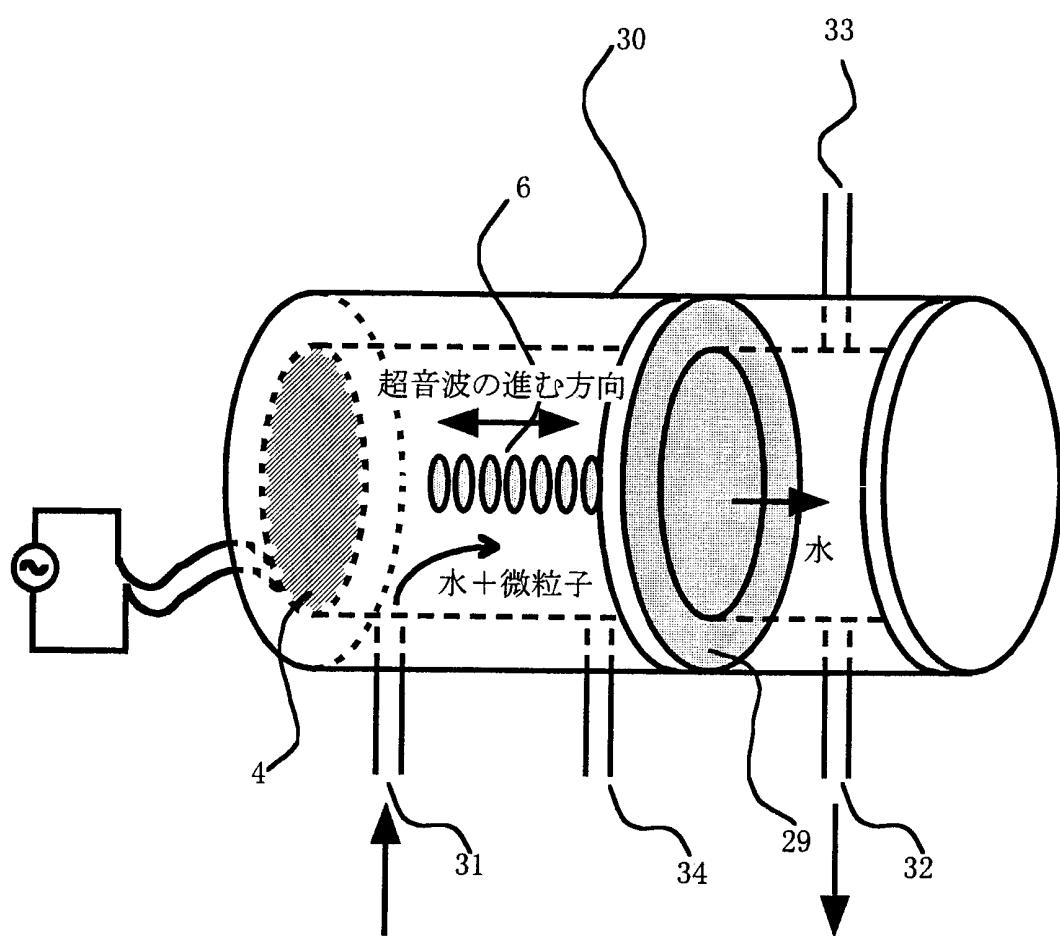


図17



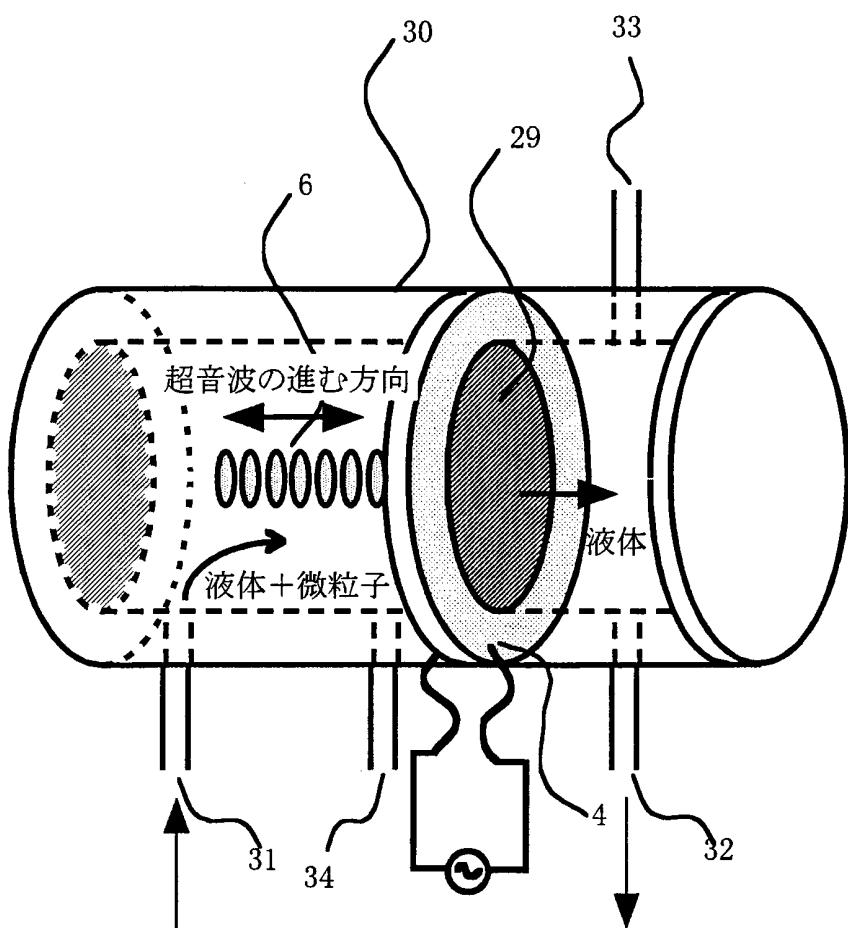
15/27

図18



16 / 27

図19



17 / 27

図20

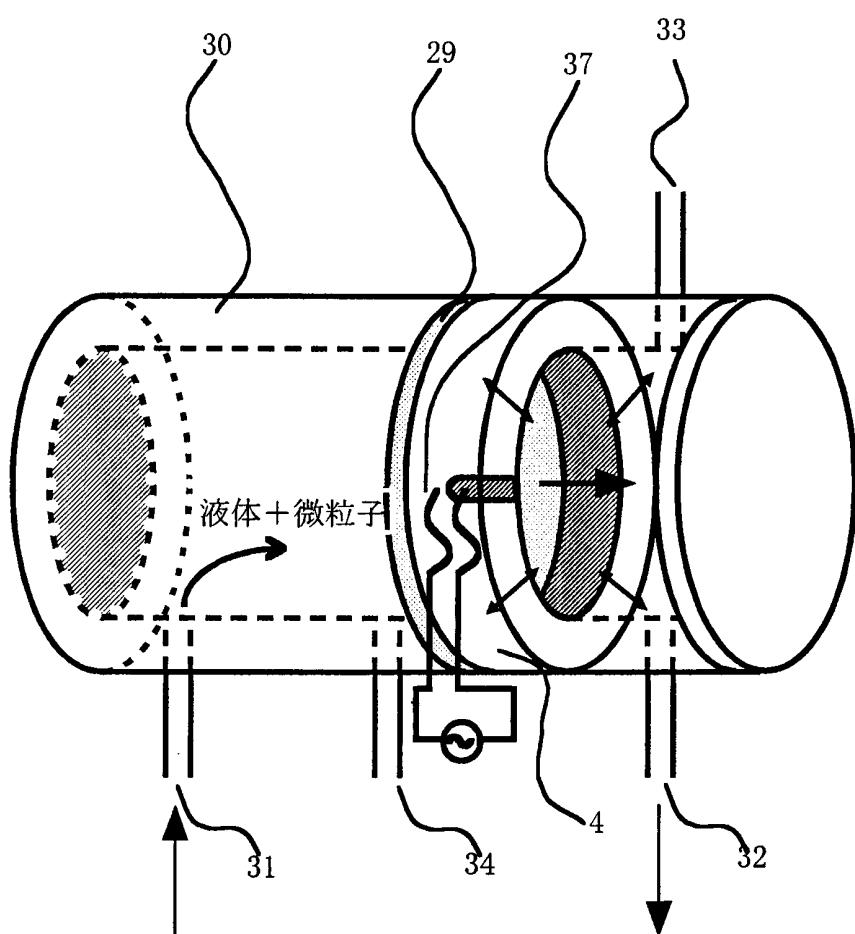


図21

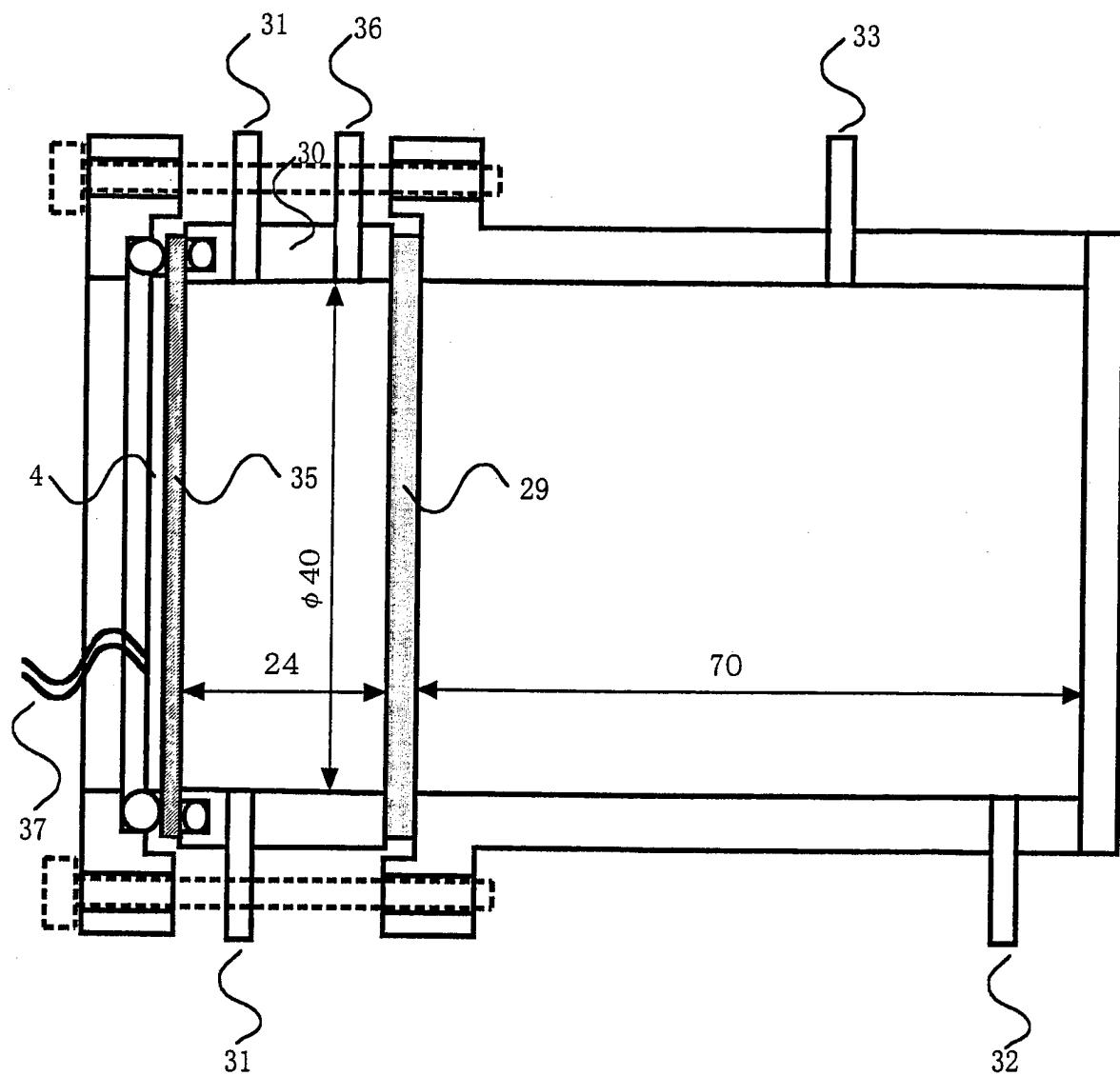
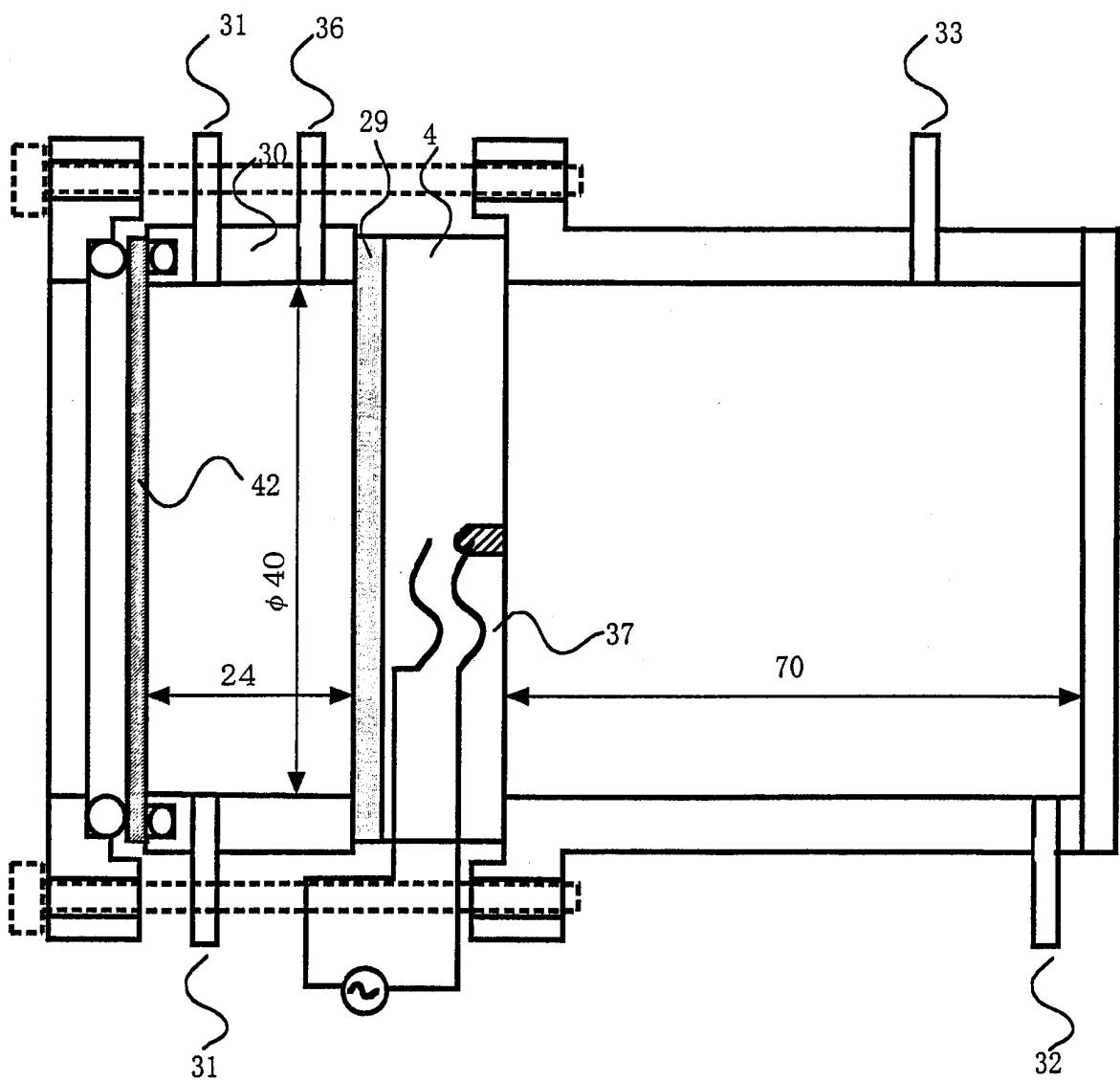


図22



20 / 27

図23

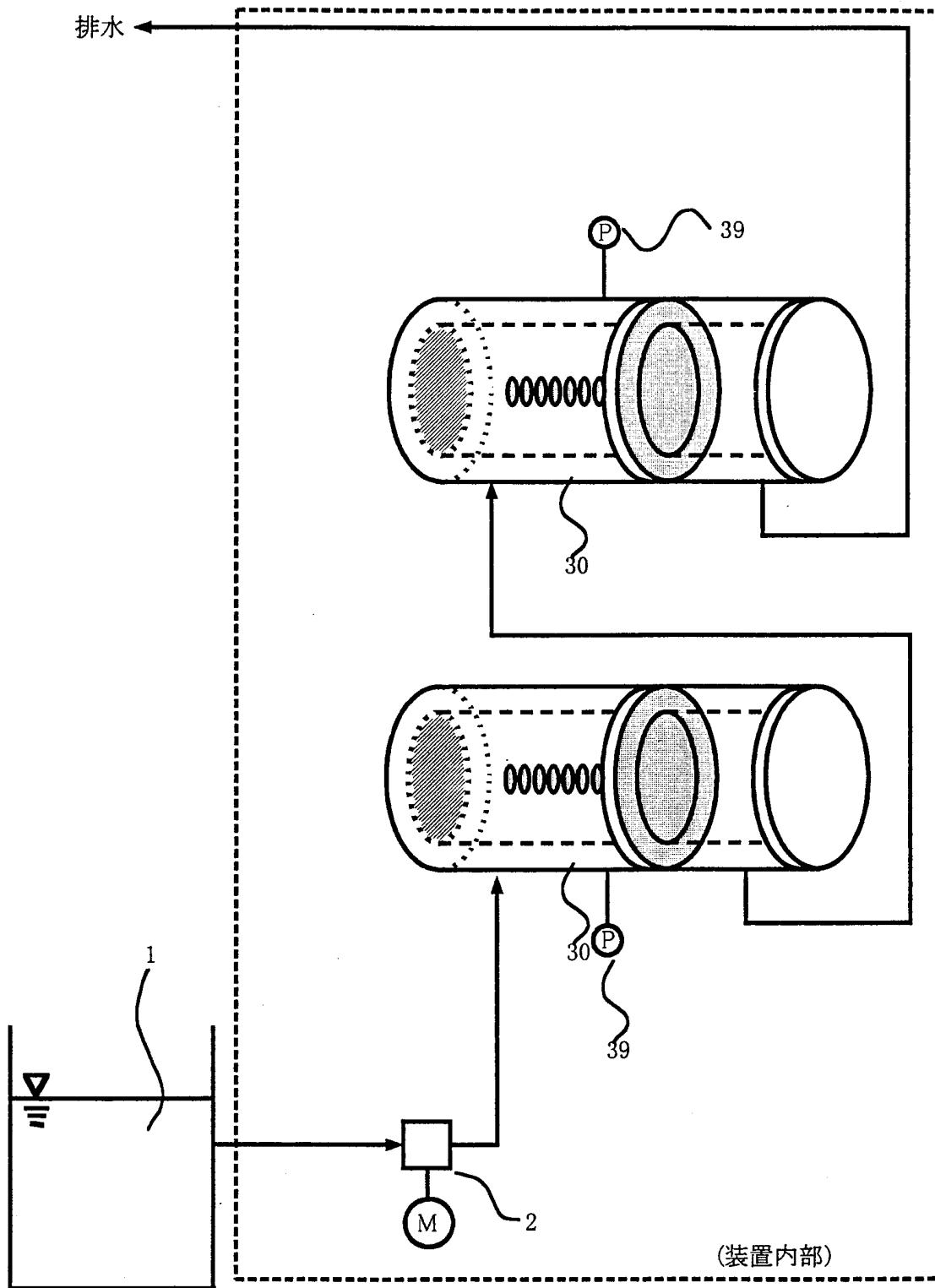


図24

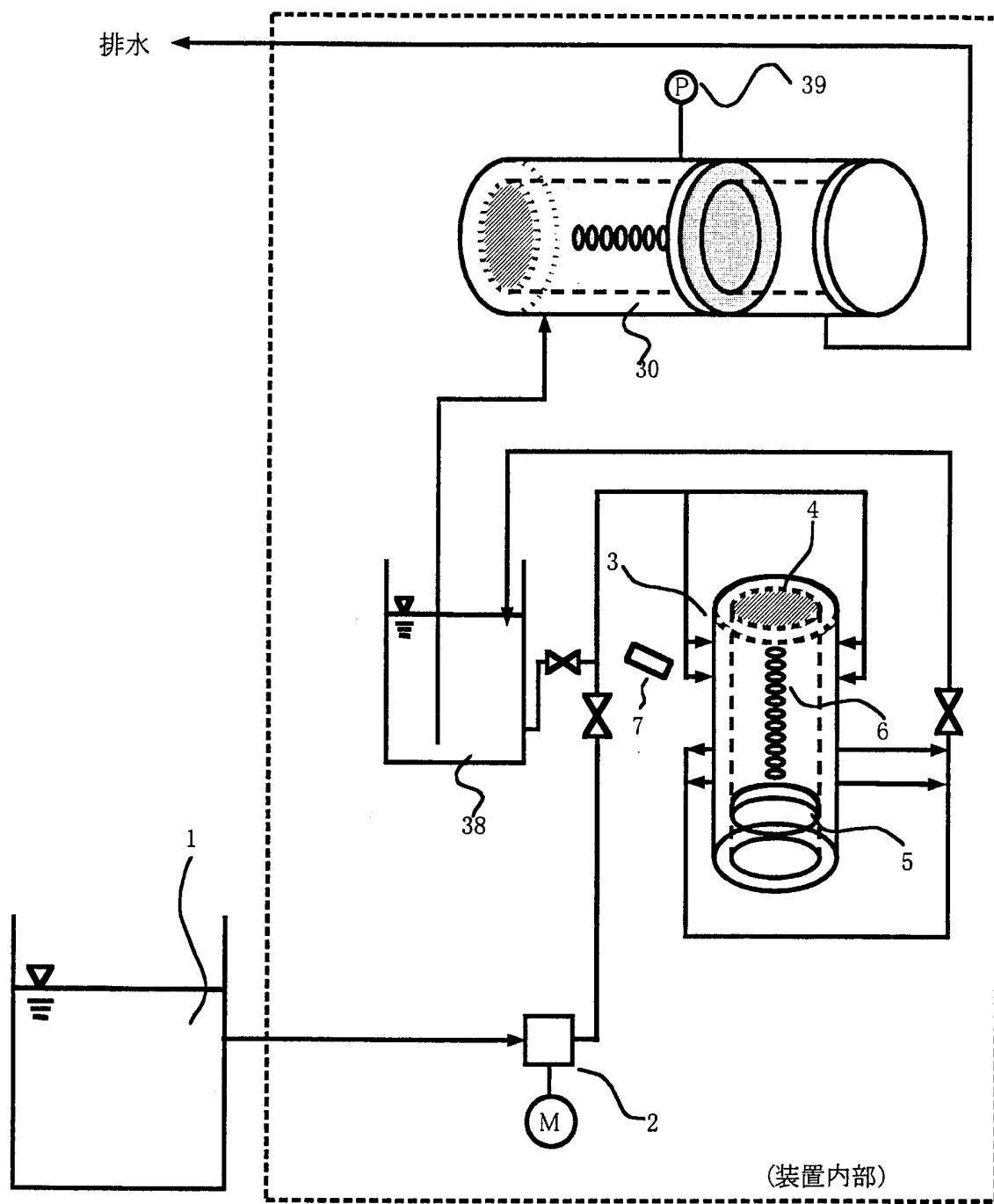


図25

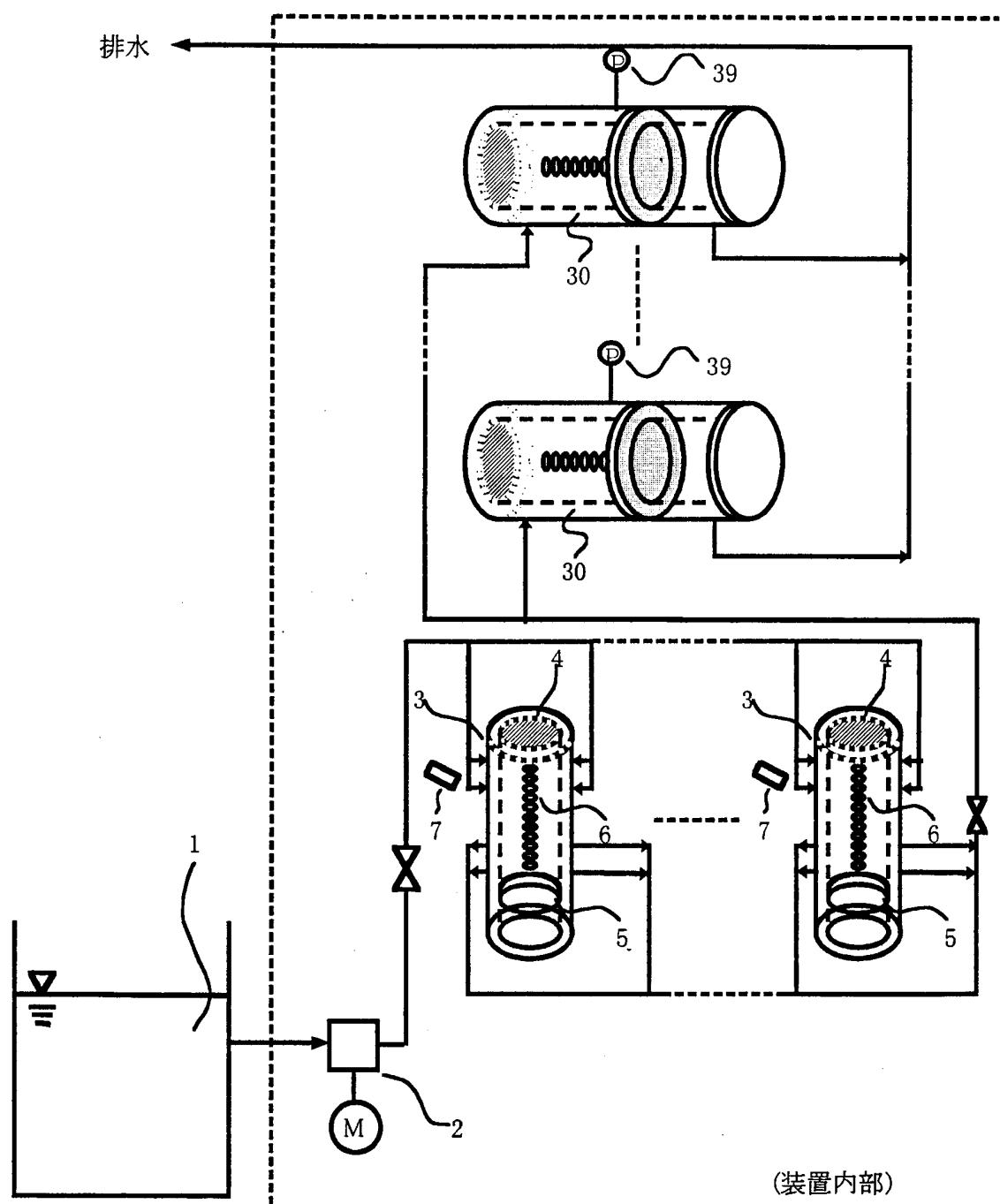
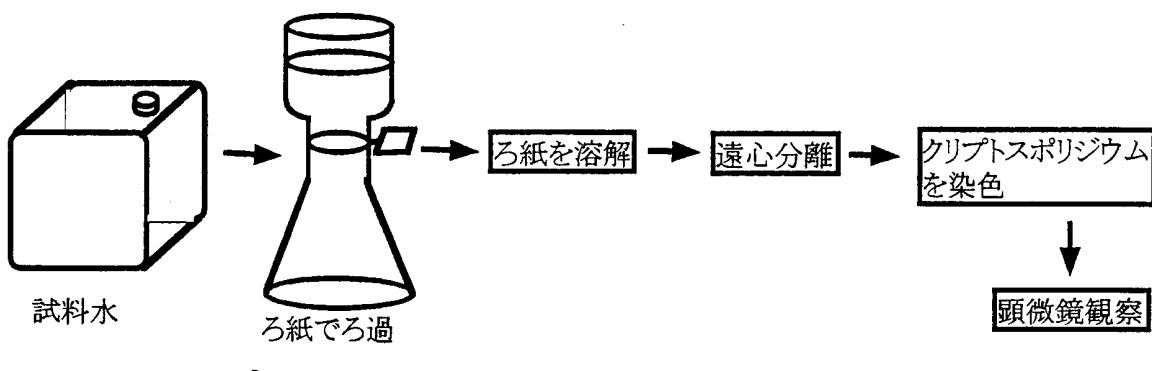
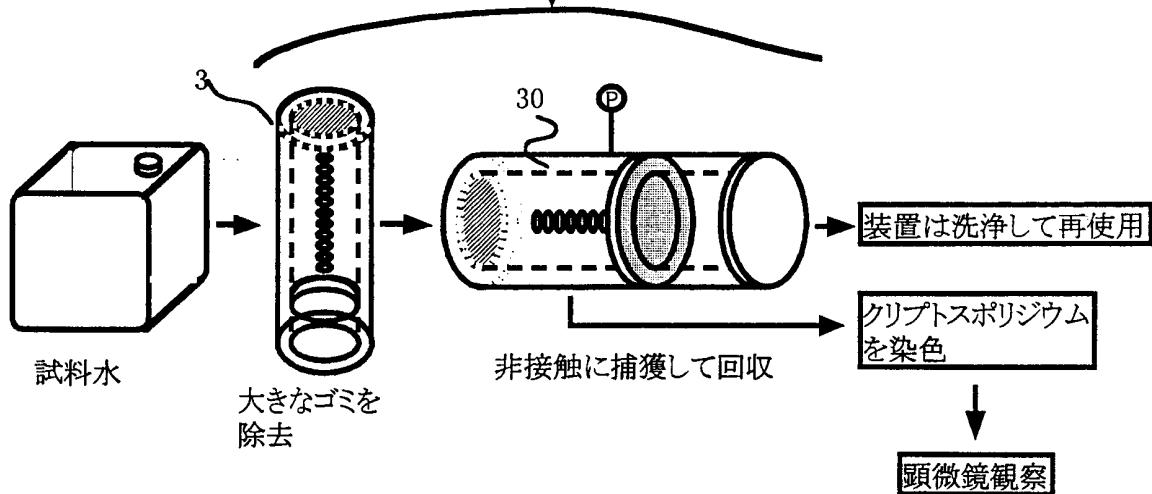
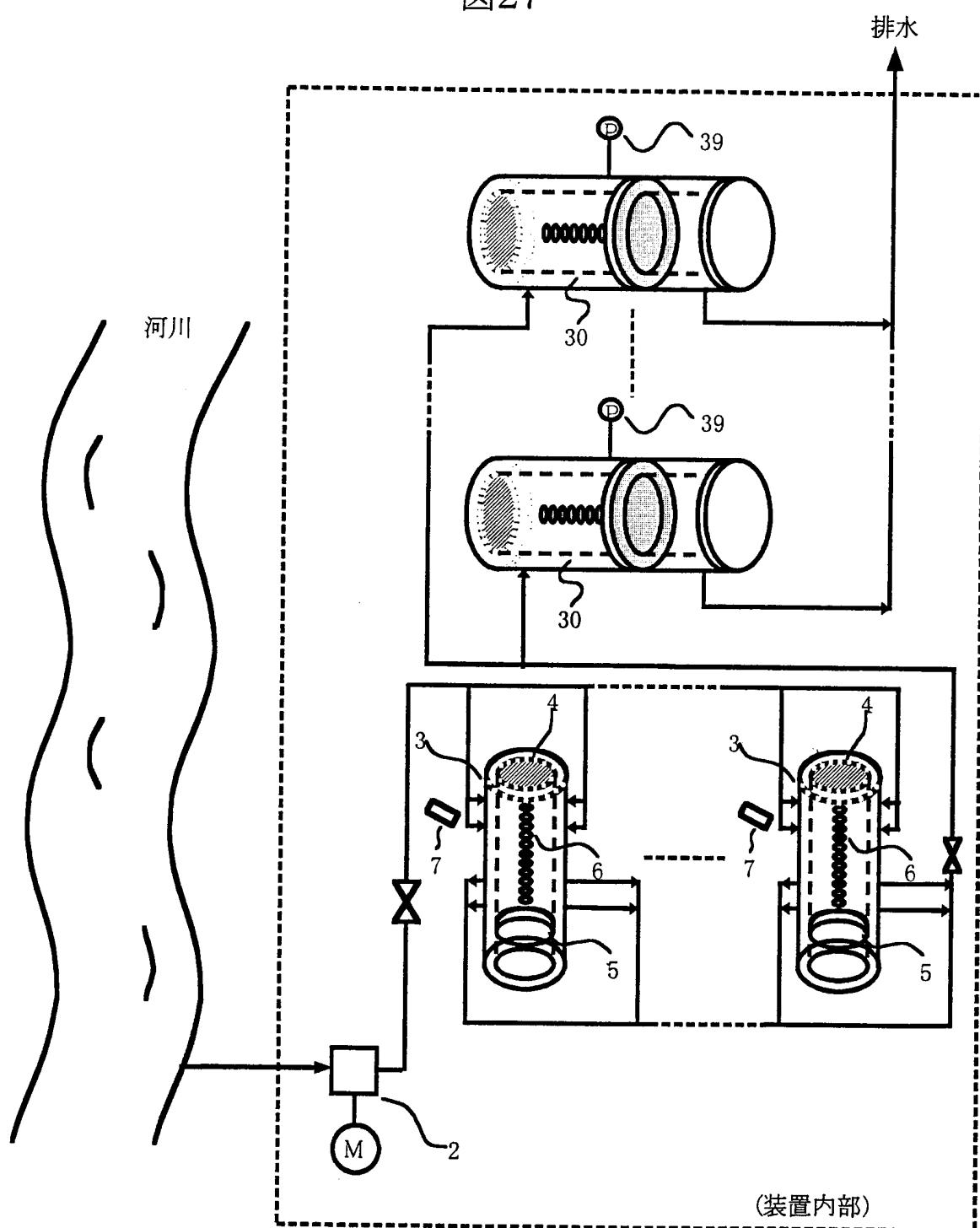


図26

従来方法本装置による方法

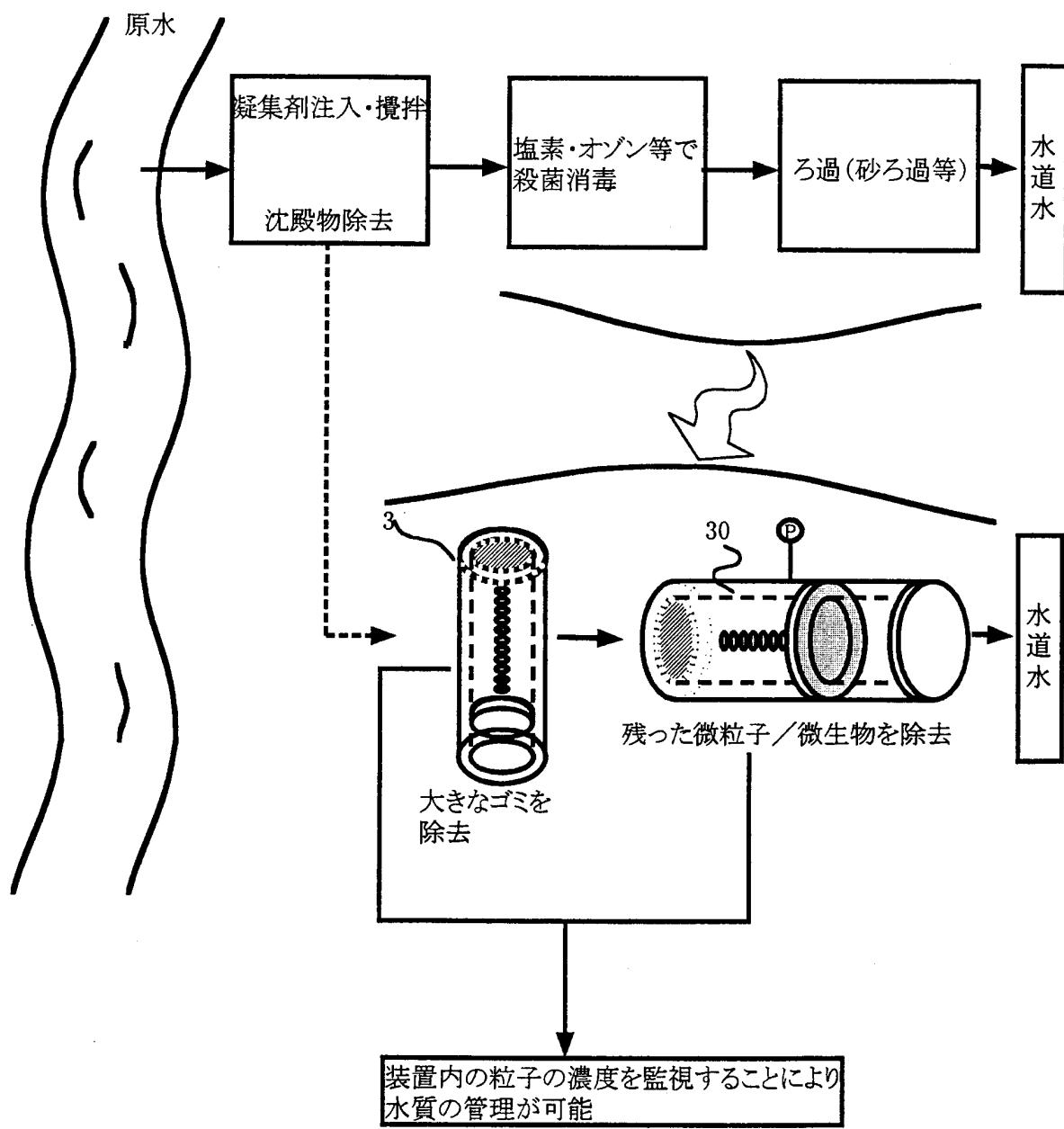
24/27

図27

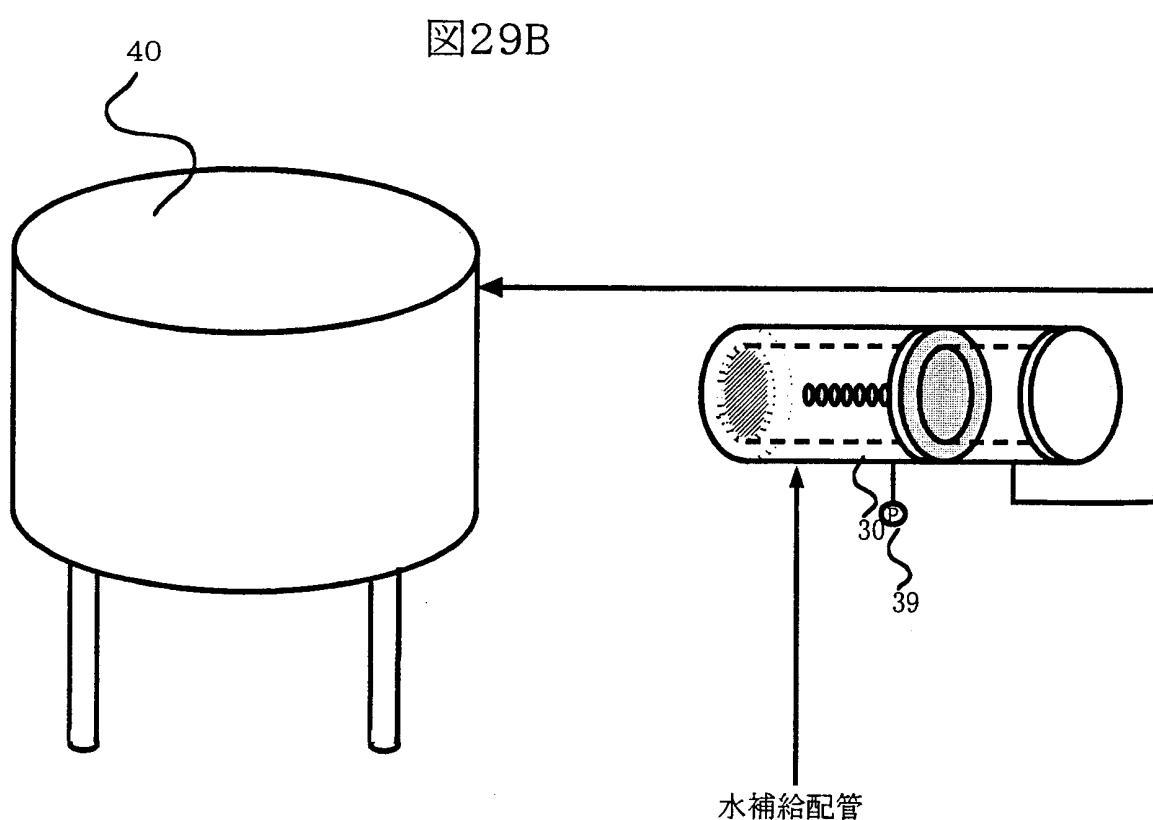
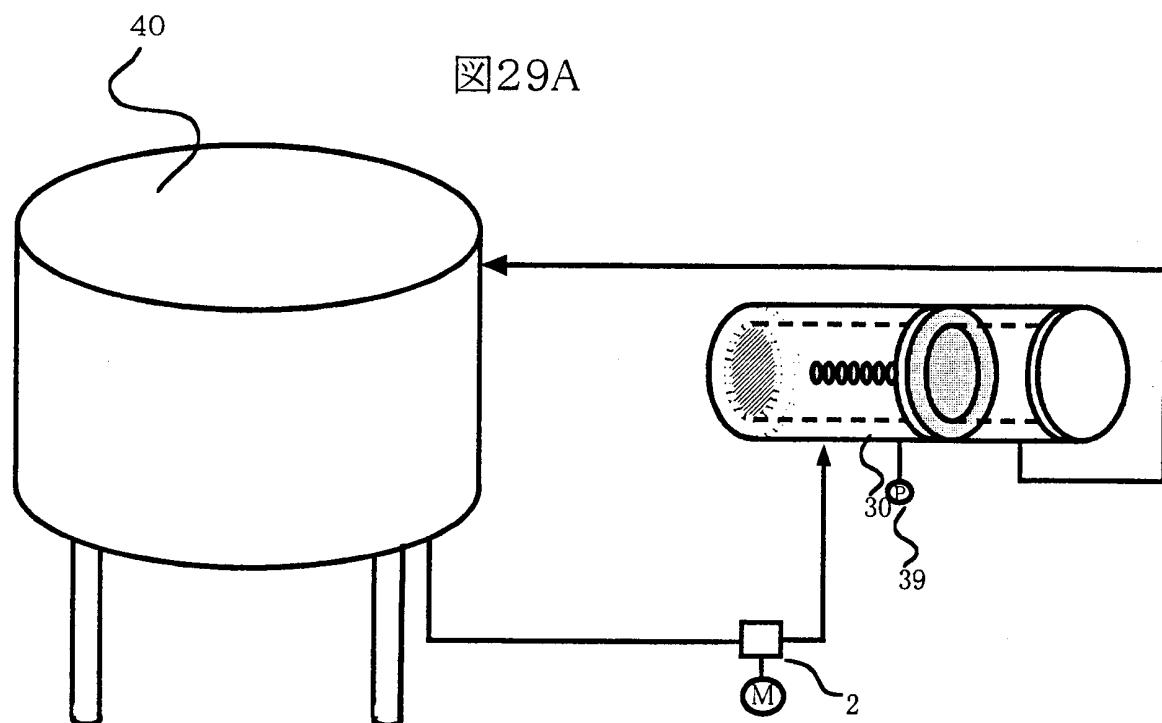


25/27

図28

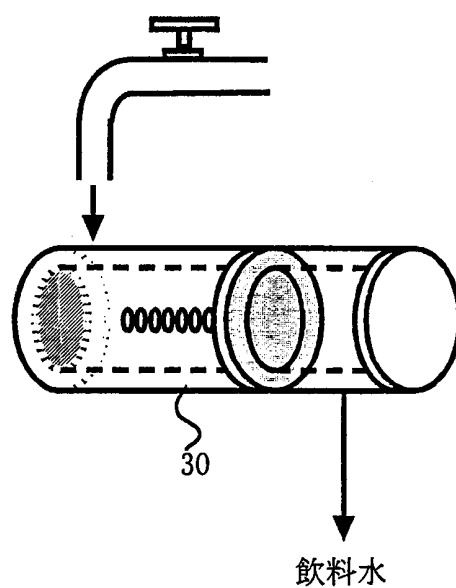


26/27



27 / 27

図30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03023

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ B01D43/00, C02F1/36

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.Cl⁶ B01D43/00, C02F1/36, B25J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Keisai Koho 1996-1999

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, 61-220786, A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 1 October, 1986 (01. 10. 86) (Family: none)	1-6
A	JP, 61-220786, A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 1 October, 1986 (01. 10. 86)	7-17
A	JP, 09-193055, A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 29 July, 1997 (29. 07. 97) & US, 5831166, A	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&"	document member of the same patent family
"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		

Date of the actual completion of the international search
27 July, 1999 (27. 07. 99)

Date of mailing of the international search report
3 August, 1999 (03. 08. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/03023

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C1^e, B01D43/00, C02F1/36

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. C1^e, B01D43/00, C02F1/36, B25J7/00

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 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1999

日本国登録実用新案公報 1994-1999

日本国実用新案掲載公報 1996-1999

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 請求の範囲の番号
Y	J P, 61-220786, A (工業技術院長) 1. 10月. 1 986 (01. 10. 86) (ファミリーなし)	1-6
A	J P, 61-220786, A (工業技術院長) 1. 10月. 1 986 (01. 10. 86)	7-17
A	J P, 09-193055, A (工業技術院長) 29. 7月. 1 997 (29. 07. 97) &US, 5831166, A	1-17

 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

「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

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

国際調査を完了した日

27. 07. 99

国際調査報告の発送日

03.08.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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）

豊永茂弘

4Q 8418

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3467