

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7639936号
(P7639936)

(45)発行日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(24)登録日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(51)国際特許分類		F I		
B 0 3 B	5/36 (2006.01)	B 0 3 B	5/36	
G 0 1 N	1/04 (2006.01)	G 0 1 N	1/04	M
G 0 1 N	1/34 (2006.01)	G 0 1 N	1/34	

請求項の数 15 (全23頁)

(21)出願番号	特願2023-561483(P2023-561483)	(73)特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(86)(22)出願日	令和4年10月25日(2022.10.25)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/039624	(72)発明者	池澤 由雄 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(87)国際公開番号	WO2023/090069	審査官	西山 真二
(87)国際公開日	令和5年5月25日(2023.5.25)		
審査請求日	令和6年4月24日(2024.4.24)		
(31)優先権主張番号	特願2021-186210(P2021-186210)		
(32)優先日	令和3年11月16日(2021.11.16)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 精製装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料を精製する精製装置であって、
重液を貯留する重液リザーバと、
前記重液リザーバから供給された重液を用いて試料を比重差によって分離するための容器と、
前記容器内の試料の上澄み液を排出するための排出管と、
前記排出管の下方に設けられ、前記容器からの廃液を排出するための第1配管と、
前記第1配管からの重液を、前記重液リザーバに送液する第2配管と、
前記第2配管に設けられ、前記第1配管から排出された重液から夾雑物を除くためのフ
ィルタユニットとを備える、精製装置。

【請求項2】

前記フィルタユニットを通過したのちの重液の濁度および濃度の少なくとも1つを検出するための第1センサをさらに備える、請求項1に記載の精製装置。

【請求項3】

前記フィルタユニットは、第1フィルタ、および、前記第1フィルタと前記重液リザーバとの間に設けられた第2フィルタを有し、
前記第2フィルタの孔径は、前記第1フィルタの孔径より小さい、請求項1に記載の精製装置。

【請求項4】

前記第 2 配管に設けられ、重液を前記重液リザーバに導入するためのポンプをさらに備える、請求項 1 に記載の精製装置。

【請求項 5】

前記第 1 配管と前記第 2 配管との間に設けられ、前記第 1 配管から排出された重液を貯留するための廃液リザーバをさらに備える、請求項 1 に記載の精製装置。

【請求項 6】

前記第 2 配管における重液のろ過の完了を検出するための第 2 センサをさらに備える、請求項 1 に記載の精製装置。

【請求項 7】

前記第 1 配管から排出された重液を貯留するための廃液リザーバと、
前記容器と前記第 1 配管との間に設けられる網目部材とをさらに備える、請求項 1 に記載の精製装置。

10

【請求項 8】

前記容器から前記第 1 配管への廃液の排出を検出するための第 3 センサと、
前記容器内の試料を攪拌する攪拌部と、
コンピュータとをさらに備え、
前記コンピュータは、前記第 3 センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、前記排出量が前記閾値より小さいと判断したときは、前記攪拌部により、前記容器内の攪拌を行なう、請求項 7 に記載の精製装置。

【請求項 9】

前記第 3 センサは、液量センサおよび流量センサの少なくとも 1 つを含む、請求項 8 に記載の精製装置。

20

【請求項 10】

前記コンピュータは、前記攪拌部による攪拌を行なったのちも、前記第 3 センサにより検出される排出量が閾値より依然小さい場合は、再度攪拌を行なう、請求項 8 に記載の精製装置。

【請求項 11】

前記コンピュータは、前記攪拌部による攪拌を所定回数行なったのちも、前記第 3 センサにより検出される排出量が閾値より小さい場合、エラーを報知する、請求項 8 に記載の精製装置。

30

【請求項 12】

前記精製装置の前記容器内には、前記試料に含まれる夾雑物の一部を処理するための酸化剤、または、前記容器内を洗浄するためのリンス液が供給される場合があり、

前記容器から前記第 1 配管に排出される廃液は、重液、酸化剤またはリンス液を含む、請求項 8 に記載の精製装置。

【請求項 13】

重液を用いて試料を比重差によって分離するための容器と、
前記容器からの廃液を排出するための第 1 配管と、
前記容器と前記第 1 配管との間に設けられる網目部材と、
前記容器から前記第 1 配管への廃液の排出を検出するためのセンサと、
前記容器内の試料を攪拌する攪拌部と、
コンピュータとを備え、
前記コンピュータは、前記センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、前記排出量が前記閾値より小さいと判断したときは、前記攪拌部により、前記容器内の攪拌を行なう、精製装置。

40

【請求項 14】

試料を精製する精製装置であって、
重液を貯留する重液リザーバと、
前記重液リザーバから供給された重液を用いて試料を比重差によって分離するための容器と、

50

前記容器からの廃液を排出するための第 1 配管と、
前記第 1 配管からの重液を、前記重液リザーバに送液する第 2 配管と、
前記第 2 配管に設けられ、前記第 1 配管から排出された重液から夾雑物を除くためのフ
ィルタユニットと、
前記フィルタユニットを通過したのちの重液の濁度および濃度の少なくとも 1 つを検出
するための第 1 センサを備える、精製装置。

【請求項 15】

試料を精製する精製装置であって、
重液を貯留する重液リザーバと、
前記重液リザーバから供給された重液を用いて試料を比重差によって分離するための容
器と、

10

前記容器からの廃液を排出するための第 1 配管と、
前記第 1 配管からの重液を、前記重液リザーバに送液する第 2 配管と、
前記第 2 配管に設けられ、前記第 1 配管から排出された重液から夾雑物を除くためのフ
ィルタユニットと、
前記第 2 配管における重液のろ過の完了を検出するための第 2 センサとを備える、精製
装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、精製装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

回収対象の成分を回収するために、当該成分が含まれた混合試料を精製することが行なわれている。非特許文献 1 では、海中から収集した混合試料を重液を用いて比重分離することで、当該混合試料に含まれるマイクロプラスチックを回収する精製器が開示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】Hannes K. Imhof et al., "A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of a aquatic environments", LIMNOLOGY and OCEANOGRAPHY: METHODS, Volume 10, Issue 7, pp.524-537, 17 July 2012, <https://doi.org/10.4319/lom.2012.10.524>

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、比重分離のための重液を効率的に用いることが可能な精製装置を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の第 1 の局面に係る精製装置は、試料を精製する精製装置であって、重液リザーバと、容器と、第 1 配管と、第 2 配管と、フィルタユニットとを備える。重液リザーバは、重液を貯留する。容器は、重液リザーバから供給された重液を用いて試料を比重差によって分離する。第 1 配管は、容器からの廃液を排出する。第 2 配管は、第 1 配管からの重液を、重液リザーバに送液する。フィルタユニットは、第 2 配管に設けられ、第 1 配管から排出された重液から夾雑物を除く。

【0006】

本開示の第 2 の局面に係る精製装置は、容器と、第 1 配管と、網目部材と、センサと、

50

攪拌部と、コンピュータとを備える精製装置である。容器は、重液を用いて試料を比重差によって分離する。第1配管は、容器からの廃液を排出する。網目部材は、容器と第1配管との間に設けられる。センサは、容器から第1配管への廃液の排出を検出する。攪拌部は、容器内の試料を攪拌する。コンピュータは、センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、排出量が閾値より小さいと判断したときは、攪拌部により、容器内の攪拌を行なう。

【0007】

本開示の第3の局面に係る制御方法は、重液リザーバの重液が供給される容器内で試料を精製する精製装置において、精製装置に含まれるコンピュータによって実行される制御方法である。制御方法は、容器からの廃液を排出するステップと、容器から排出された重液をフィルタユニットに導入し、重液から夾雑物を取り除くステップと、フィルタユニットを通過した重液を重液リザーバに戻すステップとを備える。

10

【0008】

本開示の第4の局面に係る制御方法は、精製装置において、コンピュータによって実行される制御方法である。精製装置は、容器と、第1配管と、網目部材と、センサと、攪拌部と、コンピュータとを備える。容器は、重液を用いて試料を比重差によって分離する。第1配管は、容器からの廃液を排出する。網目部材は、容器と第1配管との間に設けられる。センサは、容器から第1配管への廃液の排出を検出する。攪拌部は、容器内の試料を攪拌する。制御方法は、試料を精製後に、容器からの廃液を、網目部材を通過させて第1配管に排出するステップと、センサにより、容器から第1配管への廃液の排出量を検出するステップと、センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、排出量が閾値より小さいと判断したときは、容器内の攪拌を行なうステップとを備える。

20

【発明の効果】

【0009】

本開示による精製装置によれば、容器において分離対象の成分を取り除かれた重液は、第1配管により排出され、第2配管に設けられたフィルタユニットにより夾雑物が除かれたのち、重液リザーバに貯留される。よって、比重分離のための重液を効率的に用いることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

30

【図1】実施形態1に係る精製装置1の構成を示す概略図である。

【図2】コンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図3】重液のろ過に関する処理を示すフローチャートである。

【図4】変形例1に係る精製装置1Aの構成を示す概略図である。

【図5】実施形態2に係る精製装置の、排出メッシュの詰まりの検出と低減に関する処理を示すフローチャートである。

【図6】変形例2に係る精製装置1Bの構成を示す概略図である。

【図7】実施形態3に係る精製装置1Cの構成を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

40

本実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一の符号を付して、その説明は原則的に繰り返さない。

【0012】

[実施形態1]

[1. 精製装置の構成]

図1は、本実施形態に係る精製装置1を模式的に示す図である。本実施形態に係る精製装置1は、混合試料を精製し、当該混合試料に含まれる回収対象となる成分を回収する処理を実行する。「精製」とは、混合物を純物質にすることを含み、本実施形態においては、収集された混合試料から、回収対象となる純物質(成分)を取得することを含む。

【0013】

50

精製装置 1 によって精製される「混合試料」は、回収対象となる成分を含むものであればいずれのものでもよく、例えば、「混合試料」として、海中または海岸から収集される海水および砂、食品および化粧品などの加工品などが挙げられる。本実施形態においては、「混合試料」として、海中または海岸から収集される海水および砂を例示する。なお、以下では、「混合試料」を単に「試料」とも称する。

【0014】

精製装置 1 の回収対象となる「成分」は、本実施形態に係る精製装置 1 によって回収される成分であればいずれのものでもよく、例えば、マイクロプラスチックが「成分」として挙げられる。マイクロプラスチックは、例えば、長さが約 0.1 ~ 5 mm の微細なプラスチック粒子である。本実施形態においては、「成分」として、海中または海岸から収集される海水および砂に含まれるマイクロプラスチックを例示する。

10

【0015】

図 1 を参照して、精製装置 1 は、試料を精製するための精製器 100 と、精製器 100 を制御するコンピュータ 500 とを備える。

【0016】

精製器 100 は、容器 50 と、複数の配管 10 ~ 配管 15 と、複数のポンプ 30 ~ ポンプ 34 と、複数のポート 61 ~ ポート 64 と、切替弁 41 と、恒温スターラ 71 と、排出管 25 と、検出メッシュ 21 と、酸化剤リザーバ 110 と、重液リザーバ 120 と、リンス液リザーバ 130 と、廃液リザーバ 140, 150 と、上澄み液リザーバ 210 と、重液センサ S1 と、液量センサ S23, S3B と、フィルタ F1, F2 と、排出メッシュ M1 とを備える。

20

【0017】

酸化剤リザーバ 110 は、夾雑物を処理するための酸化剤を貯留する。「夾雑物」は、混合試料のうち回収対象の成分以外の異物である。本実施形態においては、「夾雑物」として、有機物の性質を有する有機夾雑物を例示する。「酸化剤」は、夾雑物を処理させるものであればいずれのものでもよい。本実施形態においては、「酸化剤」は、有機夾雑物を分解する。例えば、「酸化剤」として、過酸化水素水 (H_2O_2)、過酸化水素水 (H_2O_2) と酸化鉄 (II) (FeO) との混合物などが挙げられる。「混合試料」が海水および砂である場合、「有機夾雑物」として、海水または砂に混じった木くずおよびプランクトンなどが挙げられる。

30

【0018】

配管 11 は、酸化剤リザーバ 110 と、容器 50 の外周部分に設けられたポート 61 に接続されている。酸化剤リザーバ 110 に貯留されている酸化剤は、配管 11 に配置されたポンプ 31 が駆動されることによって、配管 11 を通って容器 50 内に導入される。ポンプ 31 は、コンピュータ 500 によって制御される。

【0019】

ポート 61 の内部には、メッシュ (図示せず) が設けられており、試料に含まれる成分が外部に排出されないようになっている。当該メッシュは、回収対象のマイクロプラスチックをトラップできる大きさの網目を有するメッシュである。当該メッシュの具体例は、SUS 製 (ステンレス製) の金網または PTFE 製 (テフロン (登録商標) 製) のメンブレンフィルタである。PTFE 製を使用する場合は、プラスチックとして漏れ出さないことが望ましい。当該メッシュの網目の大きさは、例えば約 0.1 mm である。(マイクロプラスチックを対象とする場合は、0.1 ~ 5 mm の粒子を通さないサイズである必要がある。) なお、ポート 62, 63 についても同様の構成であるとし、説明を繰り返さない。

40

【0020】

リンス液リザーバ 130 は、容器 50 内を洗浄するためのリンス液を貯留する。「リンス液」は、容器 50 内を洗浄するためのものであればいずれのものでもよく、例えば、「リンス液」として、水が挙げられる。なお、本実施形態において、配管 13 によって導入される「リンス液」は、容器 50 内を洗浄する役割の他、容器 50 に導入される酸化剤を薄める役割を有する。

50

【 0 0 2 1 】

配管 1 3 は、リンス液リザーバ 1 3 0 と、容器 5 0 の外周部分に設けられたポート 6 3 に接続されている。リンス液リザーバ 1 3 0 に貯留されているリンス液は、配管 1 3 に配置されたポンプ 3 3 が駆動されることによって、配管 1 3 を通って容器 5 0 内に導入される。ポンプ 3 3 は、コンピュータ 5 0 0 によって制御される。

【 0 0 2 2 】

重液リザーバ 1 2 0 は、比重差により試料を分離するための重液を貯留する。「重液」は、比重差により試料を分離するものであればいずれのものでもよい。本実施形態においては、「重液」は、無機物の性質を有する無機夾雑物を比重差で沈降させる。例えば、「重液」として、塩化ナトリウム (NaCl)、ヨウ化ナトリウム (NaI)、塩化亜鉛 (ZnCl_2) などが挙げられる。「混合試料」が海水および砂である場合、「無機夾雑物」として、砂、ガラス、および石などが挙げられる。「重液」の比重は、精製装置 1 の回収対象となる「成分」の比重よりも大きく、かつ、「無機夾雑物」の比重よりも小さく設定される。例えば、精製装置 1 の回収対象となる「成分」がマイクロプラスチックであり、「無機夾雑物」が砂、ガラス、および石などの場合、「重液」の比重は、マイクロプラスチックの比重よりも大きく、かつ、砂、ガラス、および石などの比重よりも小さく設定されればよい。具体的には、「重液」の比重は、約 1 . 5 ~ 約 1 . 7 に設定されればよい。

10

【 0 0 2 3 】

配管 1 2 は、重液リザーバ 1 2 0 と、容器 5 0 の外周部分に設けられたポート 6 2 に接続されている。重液リザーバ 1 2 0 に貯留されている重液は、配管 1 2 に配置されたポンプ 3 2 が駆動されることによって、配管 1 2 を通って容器 5 0 内に導入される。ポンプ 3 2 は、コンピュータ 5 0 0 によって制御される。

20

【 0 0 2 4 】

容器 5 0 は、酸化剤リザーバ 1 1 0 から供給された酸化剤を用いて、夾雑物进行处理する。容器 5 0 は、リンス液リザーバ 1 3 0 から供給されたリンス液を用いて、容器 5 0 内を洗浄する。容器 5 0 は、重液リザーバ 1 2 0 から供給された重液を用いて混合試料を比重差によって分離する。

【 0 0 2 5 】

恒温スターラ 7 1 には容器 5 0 が載置される。恒温スターラ 7 1 は図示しない攪拌子と、ヒーターとを含む。恒温スターラ 7 1 は、コンピュータ 5 0 0 によって制御され、攪拌子を回転させることで、容器 5 0 に収容された試料を攪拌する。恒温スターラ 7 1 は、「攪拌部」の一実施例に対応する。

30

【 0 0 2 6 】

排出管 2 5 は、容器 5 0 の最上部に設けられた排出口 2 0 に接続されており、容器 5 0 からオーバーフローした試料の上澄み液を外部に排出する。検出メッシュ 2 1 は、排出管 2 5 から排出された試料の上澄み液を濾過することで、上澄み液に含まれる回収対象の成分を回収する。検出メッシュ 2 1 を通過した上澄み液は、上澄み液リザーバ 2 1 0 によって回収される。好ましい実施形態では、検出メッシュ 2 1 は、回収対象のマイクロプラスチックをトラップできる大きさの網目を有するメッシュである。当該メッシュの具体例は、SUS 製 (ステンレス製) の金網または PTFE 製 (テフロン (登録商標) 製) のメンブレンフィルタである。検出メッシュ 2 1 の網目の大きさは、例えば約 0 . 1 mm である。

40

【 0 0 2 7 】

ポート 6 4 は、容器 5 0 の外周部分に形成され、容器 5 0 内の液体を排出するための排出口である。ポート 6 4 の内部には、排出メッシュ M 1 が設けられており、試料に含まれる成分が容器 5 0 外に排出されないようになっている。排出メッシュ M 1 は、「網目部材」の一実施形態に対応する。排出メッシュ M 1 は、配管 1 4 と容器 5 0 との間であればよい。好ましくは、排出メッシュ M 1 は、回収対象のマイクロプラスチックをトラップできる大きさの網目を有するメッシュである。当該メッシュの具体例は、SUS 製 (ステンレス製) の金網または PTFE 製 (テフロン (登録商標) 製) のメンブレンフィルタである。排出メッシュ M 1 の網目の大きさは、例えば約 0 . 1 mm である。

50

【 0 0 2 8 】

ポート 6 4 には、配管 1 4 が接続されている。配管 1 4 は、容器 5 0 から廃液として排出される重液を、容器 5 0 に設けられたポート 6 4 から廃液リザーバ 1 4 0 に排出する。配管 1 4 は、本開示における「第 1 配管」の一実施例に対応する。

【 0 0 2 9 】

ポンプ 3 4 は、配管 1 4 に設けられ、コンピュータ 5 0 0 の制御によって動作することで、容器 5 0 内の廃液を吸い込んで廃液リザーバ 1 4 0 または廃液リザーバ 1 5 0 に向けてポート 6 4 から排出する。

【 0 0 3 0 】

切替弁 4 1 は、配管 1 4 に設けられる。より具体的には、切替弁 4 1 は、コンピュータ 5 0 0 によって制御され、容器 5 0 に接続される経路を、廃液リザーバ 1 4 0 に接続される経路および廃液リザーバ 1 5 0 に接続される経路の一方の経路に切り替える。すなわち、切替弁 4 1 は、容器 5 0 から排出される廃液が、廃液リザーバ 1 4 0 に導入されるか、廃液リザーバ 1 5 0 に導入されるかを切り替える。

10

【 0 0 3 1 】

廃液リザーバ 1 4 0 は、容器 5 0 から廃液として排出された重液を貯留する。

配管 1 5 は、切替弁 4 1 の一方側に設けられる。配管 1 5 は、容器 5 0 から廃液として排出される酸化剤およびリンス液を、廃液リザーバ 1 5 0 に排出する。また図 1 の例では、配管 1 5 は、容器 5 0 から排出される混合試料内の海水を含む廃液も、廃液リザーバ 1 5 0 に排出する。

20

【 0 0 3 2 】

廃液リザーバ 1 5 0 は、容器 5 0 から廃液として排出された酸化剤、リンス液および混合試料内の海水を含む廃液を貯留する。

【 0 0 3 3 】

配管 1 0 は、配管 1 4 からの重液を、重液リザーバ 1 2 0 に送液する。配管 1 0 には、ポンプ 3 0 およびフィルタ F 1 , F 2 が設けられる。配管 1 0 は、本開示における「第 2 配管」の一実施例に対応する。

【 0 0 3 4 】

ポンプ 3 0 は、コンピュータ 5 0 0 によって制御され、廃液リザーバ 1 4 0 に收容された重液を重液リザーバ 1 2 0 に向けて送出する。ただし、配管 1 4 からの重液を重液リザーバ 1 2 0 に送液する原動力は、必ずしもポンプに限らず、例えば重液が自重で送液されるように精製器 1 0 0 を構成してもよい。なお、この場合、ポンプの代わりに開閉弁が必要となる。

30

【 0 0 3 5 】

フィルタ F 1 , F 2 は、配管 1 4 から排出された重液から夾雑物を除去する。図 1 の例では、フィルタ F 1 , F 2 は夾雑物をろ過するろ過フィルタである。望ましくは、フィルタ F 1 , F 2 は、ポート 6 1 ~ 6 4 に設けられるメッシュよりも孔径が小さいものが用いられる。配管 1 0 には、フィルタ F 1 , F 2 が孔径の大きい順に、重液を通過させるように設けられる。すなわち、フィルタ F 2 の孔径はフィルタ F 1 の孔径より小さい。例えば、フィルタ F 1 の孔径は約 0 . 0 5 mm であり、フィルタ F 2 の孔径は約 0 . 0 1 mm である。このように構成すると、フィルタ F 1 で大きめの夾雑物（約 0 . 0 5 mm 以上）が除去された後に、フィルタ F 2 で小さめの夾雑物（約 0 . 0 5 mm 未満かつ約 0 . 0 1 mm 以上）が除去される。フィルタ F 1 およびフィルタ F 2 は、それぞれ「第 1 フィルタ」および「第 2 フィルタ」の一実施例に対応する。

40

【 0 0 3 6 】

配管 1 0 に設けられるフィルタは、以上に例示したように複数であっても、1 つであってもよい。ただし、複数のフィルタを設けると、大きな孔径のフィルタ F 1 を単独で用いることに比べ、小さめの夾雑物も取り除かれるというメリットがある。また、小さな孔径のフィルタ F 2 を単独で用いることに比べ、夾雑物による目詰まりが起こりにくく、フィルタの交換頻度が減らせるというメリットがある。当該フィルタの具体例は、P T F E 製

50

(テフロン(登録商標)製)のメンブレンフィルタである。

【0037】

流量センサS23は、廃液リザーバ140に貯留される廃液の液量を検出するために、廃液リザーバ140の近傍に設けられる。流量センサS23は、例えば、廃液リザーバ140に貯留される廃液の重量を検出する重量センサであり、廃液リザーバ140の下に設けられる。重量センサは、例えばロードセルである。

【0038】

流量センサS23の検出値は、コンピュータ500に送信される。コンピュータ500は、流量センサS23の検出値に基づいて、廃液リザーバ140に貯留されている重液の液量を検出する。コンピュータ500は、当該液量が閾値以下になった場合、重液のろ過が完了したと判定し、ポンプ30を停止してろ過を停止する。流量センサS23は、本開示における「第2センサ」の一実施例に対応する。

10

【0039】

なお、流量センサS23は、廃液リザーバ140に貯留される廃液の液量を計測する別のセンサであってもよく、例えば、超音波、レーザ等を利用した液面検知センサであってもよい。

【0040】

また、流量センサS23は、配管14における重液のろ過の完了を検出できるセンサであればよいので、例えば、配管14に設けられた流量センサであってもよい。この場合、当該流量センサは、配管14における重液の流量を検出する。このように構成すれば、コンピュータ500は、当該流量が閾値以下になった場合、重液のろ過が完了したと判定し、ポンプ30を停止してろ過を止めることができる。

20

【0041】

流量センサS3Bは、廃液リザーバ150に貯留される廃液(酸化剤、リンス液の少なくとも1つを含む)の液量を検出するために、廃液リザーバ150の近傍に設けられる。流量センサS3Bは、例えば、廃液リザーバ150に貯留される廃液の重量を検出する重量センサであり、廃液リザーバ150の下に設けられる。重量センサは、例えばロードセルである。流量センサS3Bの検出値は、コンピュータ500に送信される。流量センサS3Bの検出値に基づいて、コンピュータ500は、廃液リザーバ150に貯留される廃液の液量を検出する。

30

【0042】

なお、流量センサS3Bは、廃液リザーバ150に貯留される廃液の液量を計測する別のセンサであってもよく、例えば、超音波、レーザ等を利用した液面検知センサであってもよい。

【0043】

重液センサS1は、フィルタF1, F2を通過した重液が、再度試料の精製に使用可能な品質を維持しているかを検出するためのセンサである。重液センサS1は、フィルタF1, F2を通過したのちの重液の濁度および濃度の少なくとも1つを検出する。重液センサS1は、本開示における「第1センサ」の一実施例に対応する。

【0044】

図1の例では、重液センサS1は重液リザーバ120に設けられる濁度センサである。重液センサS1は、重液リザーバ120内の重液の濁度を検出し、検出値をコンピュータ500に送る。重液センサS1が濃度センサである場合、重液センサS1は、重液リザーバ120内の重液の濃度を検出し、検出値をコンピュータ500に送る。このように構成すれば、コンピュータ500は、重液センサS1の検出値に基づいて、重液リザーバ120内に貯留された重液が、再度試料の精製に使用可能な品質を維持しているかを判定できる。

40

【0045】

また、重液センサS1は、配管10におけるフィルタF2と重液リザーバ120との間の部分に設けられて、フィルタF1, F2を通過後の回収された重液の濁度および濃度を

50

検出するようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

コンピュータ 5 0 0 は、汎用コンピュータで実現されてもよいし、精製器 1 0 0 を制御するための専用コンピュータで実現されてもよい。コンピュータ 5 0 0 は、液量センサ S 2 3 , S 3 B および重液センサ S 1 の検出値を受信し、各々の検出値に基づいて、精製器 1 0 0 を制御する。

【 0 0 4 7 】

[2 . ハードウェア構成]

図 2 は、コンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。コンピュータ 5 0 0 は、コントローラ 5 0 0 0 と、ディスプレイ 5 5 と、操作部 5 6 とを含む。コンピュータ 5 0 0 は、精製器 1 0 0 の動作を制御する。また、コンピュータ 5 0 0 は、精製器 1 0 0 から送信された検出信号を処理し、その分析に基づく結果などをディスプレイ 5 5 に表示するように構成される。

10

【 0 0 4 8 】

コントローラ 5 0 0 0 には、ディスプレイ 5 5 および操作部 5 6 が接続される。ディスプレイ 5 5 は、例えば画像を表示可能な液晶パネルで構成される。操作部 5 6 は、精製器 1 0 0 に対するユーザの操作入力を受け付ける。操作部 5 6 は、典型的には、タッチパネル、キーボード、マウスなどで構成される。

【 0 0 4 9 】

コントローラ 5 0 0 0 は、主な構成要素として、プロセッサ 5 1 と、メモリ 5 2 と、通信インターフェイス (I / F) 5 3 と、入出力 I / F 5 4 とを有する。これらの各部分は、バスを介して互いに通信可能に接続される。

20

【 0 0 5 0 】

プロセッサ 5 1 は、典型的には、C P U (Central Processing Unit) または M P U (Micro Processing Unit) などの演算処理部である。プロセッサ 5 1 は、メモリ 5 2 に記憶されたプログラムを読み出して実行することで、精製装置 1 の動作を制御する。

【 0 0 5 1 】

メモリ 5 2 は、R A M (Random Access Memory) 、 R O M (Read Only Memory) およびフラッシュメモリなどの不揮発性メモリによって実現される。メモリ 5 2 は、プロセッサ 5 1 によって実行されるプログラム、またはプロセッサ 5 1 によって用いられるデータなどを記憶する。

30

【 0 0 5 2 】

入出力 I / F 5 4 は、プロセッサ 5 1 と、ディスプレイ 5 5 および操作部 5 6 との間で各種データをやり取りするためのインターフェイスである。

【 0 0 5 3 】

通信 I / F 5 3 は、精製器 1 0 0 と、各種データをやり取りするための通信インターフェイスであり、アダプタまたはコネクタなどによって実現される。なお、通信方式は、無線 L A N (Local Area Network) などによる無線通信方式であってもよいし、U S B (Universal Serial Bus) などを利用した有線通信方式であってもよい。

【 0 0 5 4 】

[4 . 試料の精製方法]

次に、精製装置 1 を用いた試料の精製方法について説明する。

【 0 0 5 5 】

まず、ユーザは、精製装置 1 の容器 5 0 に試料を導入する。例えば、ユーザは、図示しない導入口から、容器 5 0 内に試料を投入する。その後、ユーザは、コンピュータ 5 0 0 の操作部 5 6 を用いて開始操作を行うことで、コンピュータ 5 0 0 による精製器 1 0 0 の制御を開始する。

【 0 0 5 6 】

容器 5 0 内に収容された試料は、海水などの廃液を含んでいる。コンピュータ 5 0 0 による制御が開始されると、コンピュータ 5 0 0 は、ポンプ 3 4 および切替弁 4 1 を制御す

40

50

ることによって、ポート64および配管14, 15を介して、容器50内の廃液を廃液リザーバ150に排出する。一方、試料に含まれる回収対象となるマイクロプラスチックなどは、ポート64に含まれる排出メッシュM1によって外部に排出されず、容器50内に残る。

【0057】

次に、コンピュータ500は、排出側のポンプ34を停止し、ポンプ31を制御することによって、配管11およびポート61を介して、酸化剤リザーバ110の酸化剤を容器50に導入する。

【0058】

次に、コンピュータ500は、恒温スターラ71を制御することによって、容器50に一定の熱を加えながら容器50内に設けられた攪拌子を回転させる。容器50の温度と、攪拌子の回転速度および回転時間は、ユーザによって予め設定される。このようにして試料が攪拌されることで、酸化剤による酸化処理が行われ、試料に含まれる有機夾雑物が分解される。なお、試料の攪拌時においては、必ずしも加熱は必要ないが、加熱によって試料の温度を一定温度に保つことで酸化処理による分解が促進し易くなる。

10

【0059】

次に、コンピュータ500は、ポンプ34および切替弁41を制御することによって、ポート64および配管14, 15を介して、有機夾雑物が分解された後の試料に含まれる容器50内の廃液を廃液リザーバ150に排出する。一方、試料に含まれる回収対象となるマイクロプラスチックなどは、ポート64に含まれる排出メッシュM1によって外部に排出されず、容器50内に残る。

20

【0060】

次に、コンピュータ500は、排出側のポンプ34を停止し、ポンプ33を制御することによって、配管13およびポート63を介して、リンス液リザーバ130のリンス液を容器50に導入し、容器50内を洗浄する。このとき、コンピュータ500は、ポンプ33の吸込量を制御することによって、ユーザによって予め設定された量のリンス液を容器50に導入する。

【0061】

次に、コンピュータ500は、ポンプ34および切替弁41を制御することで、ポート64および配管14, 15を介して、リンス液が導入された後の容器50内の廃液を廃液リザーバ150に排出する。これにより、リンス液によって容器50内が洗浄される。一方、試料に含まれる回収対象となるマイクロプラスチックなどは、ポート64に含まれる排出メッシュM1によって外部に排出されず、容器50内に残る。

30

【0062】

その後、コンピュータ500は、所定時間（例えば、1日間）に亘って試料をそのまま放置することによって試料を乾燥させる。次に、コンピュータ500は、ポンプ32を制御することによって、配管12およびポート62を介して、重液リザーバ120の重液を容器50に導入する。このとき、コンピュータ500は、ポンプ32の吸込量を制御することによって、ユーザによって予め設定された量の重液を容器50に導入する。

【0063】

このようにして重液が試料に導入されると、試料に含まれる無機夾雑物が比重差によって容器50の底付近に沈降する。一方、比重分離された試料の液面は、容器50内を徐々に上昇し、やがて試料の上澄み液が容器50の排出口20に到達する。そして、試料の上澄み液は、排出口20および排出管25を介して外部に排出される。

40

【0064】

排出管25を介して排出された試料の上澄み液は、検出メッシュ21によって濾過され、廃液のみが上澄み液リザーバ210によって回収される。検出メッシュ21には、重液よりも比重の軽い成分であるマイクロプラスチックが残る。このような比重分離は、約1日間を要するため、その間、コンピュータ500は、試料に対する重液の導入を制御する。

【0065】

50

試料の精製によってマイクロプラスチックが回収された後、後処理によって容器 5 0 が洗浄される。具体的には、コンピュータ 5 0 0 は、ポンプ 3 4 および切替弁 4 1 を制御することで、ポート 6 4 および配管 1 4 を介して、マイクロプラスチックが回収された後の容器 5 0 内の重液を廃液として廃液リザーバ 1 4 0 に排出する。次に、コンピュータ 5 0 0 は、リンス液リザーバ 1 3 0 に收容されたリンス液を容器 5 0 に導入し、導入後の容器 5 0 内の廃液を廃液リザーバ 1 5 0 に排出する。これにより、リンス液によって容器 5 0 内が洗浄される。

【 0 0 6 6 】

[5 . 重液のろ過方法]

従来、精製器などを用いて、混合試料を比重分離し、回収対象の成分を回収することが行なわれている。このような試料の精製において、回収対象の成分を回収した後に残った重液には、回収対象の成分とは異なる夾雑物が含まれる。このような精製後の重液から夾雑物を取り除くことができれば、重液を再び試料の精製に利用できるので、破棄される重液の量を低減できるというメリットがある。

10

【 0 0 6 7 】

そこで、本実施形態に係る精製装置 1 では、重液リザーバ 1 2 0 に貯留された重液を用いて容器 5 0 で試料を精製し、回収対象の成分を取り除いた後、重液を配管 1 0 に導入し、フィルタ F 1 , F 2 を通過させる。これにより、精製後の重液から夾雑物を取り除き、再び重液リザーバ 1 2 0 に貯留させることができる。すなわち、精製後の重液を再利用することができる。

20

【 0 0 6 8 】

具体的には、試料の精製が完了すると、コンピュータ 5 0 0 は、ポンプ 3 0 を駆動して廃液リザーバ 1 4 0 の重液を配管 1 0 に導入し、フィルタ F 1 , F 2 を経由して重液リザーバ 1 2 0 に戻す。これにより、試料の精製後の重液がろ過される。コンピュータ 5 0 0 は、液量センサ S 2 3 により検出される廃液リザーバ 1 4 0 の液量が所定の閾値以下になると、重液のろ過が完了したと判定し、ポンプ 3 0 を停止する。

【 0 0 6 9 】

重液のろ過が完了したのち、コンピュータ 5 0 0 は、重液センサ S 1 の検出値により、重液が再度試料の精製に使用可能な品質を維持しているかを判定する。具体的には、コンピュータ 5 0 0 は、重液センサ S 1 の検出値（濁度または濃度）が所定の基準値以下である場合、重液が再度試料の精製に使用可能な品質を維持していると判定する。一方、コンピュータ 5 0 0 は、重液センサ S 1 の検出値が所定の基準値より大きい場合は、重液が試料の精製に使用可能な品質を維持していないと判定する。この場合、コンピュータ 5 0 0 は、エラーを報知し、ユーザに重液リザーバ 1 2 0 の重液の交換を促す。当該エラーの報知は、例えば、ディスプレイ 5 5 や図示しないランプ等を用いた視覚的表現、または、図示しないスピーカ等を用いた音声で行なわれる。

30

【 0 0 7 0 】

[6 . 重液のろ過に関する処理の流れ]

図 3 は、重液のろ過に関する処理を示すフローチャートである。

【 0 0 7 1 】

図 3 を参照して、コンピュータ 5 0 0 のプロセッサ 5 1 は、ステップ（以下、ステップを S T と略す。） 0 2 において、精製装置 1 の容器 5 0 において重液リザーバ 1 2 0 から供給された重液を用いて試料を比重分離し、回収対象の成分を回収する。S T 0 4 において、プロセッサ 5 1 は、容器 5 0 からの廃液を排出し、廃液リザーバ 1 4 0 に貯留する。

40

【 0 0 7 2 】

S T 0 6 において、プロセッサ 5 1 は、廃液リザーバ 1 4 0 内の液量が閾値 T 1 以上であるか否かを判定する。液量が閾値 T 1 未満である場合（S T 0 6 にて N O ）、プロセッサ 5 1 は、ろ過を行なうのに十分な液量がないと判定し、処理を終了する。液量が閾値 T 1 以上である場合（S T 0 6 にて Y E S ）、プロセッサ 5 1 は、ろ過を行なうのに十分な液量があると判定し、S T 0 8 に処理を進める。S T 0 8 において、プロセッサ 5 1 は、

50

ポンプ30を駆動して、重液を配管10のフィルタF1, F2に導入し、重液から夾雑物を取り除く。フィルタF1, F2を通過した重液は重液リザーバ120に戻される。

【0073】

ST10において、プロセッサ51は、廃液リザーバ140内の液量が閾値T2以下であるか否かを判定する。閾値T2は閾値T1よりも小さい($T1 > T2$)。液量が閾値T2より大きい場合(ST10にてNO)、プロセッサ51は、ろ過が完了していないと判定し、ST10に処理を戻してフィルタF1, F2による重液のろ過を継続する。液量が閾値T2以下の場合(ST10にてYES)、プロセッサ51は、ろ過が完了したと判定し、ST12において、ポンプ30を停止して、重液のフィルタF1, F2への導入を停止する。

10

【0074】

ST14において、プロセッサ51は、重液リザーバ120に貯留される重液の濁度が基準値T3以下であるか否かを判定する。重液の濁度が基準値T3以下である場合(ST14においてYES)、プロセッサ51は、重液リザーバ120に貯留される重液が再度試料の精製に使用可能な品質を維持していると判定し、処理を終了する。一方、重液の濁度が基準値T3より大きい場合(ST14においてNO)、プロセッサ51は、重液リザーバ120に貯留される重液が再度試料の精製に使用不可能であると判定し、ST16に処理を進める。ST16において、プロセッサ51は、ディスプレイ55から重液リザーバ120の重液の交換の必要性をユーザに報知し、処理を終了する。

【0075】

以上のように、実施形態1に係る精製装置1によれば、重液リザーバ120の重液を用いて試料の精製を行なった後、廃液として排出された重液をフィルタF1, F2によってろ過することで、重液リザーバ120に戻すことができる。すなわち、重液の再利用が可能である。

20

【0076】

(変形例1)

なお、実施形態1に係る精製装置1において、廃液リザーバ140の液量センサは、例えば、廃液リザーバ140, 150の合計の液量を検出するように構成されてもよい。

【0077】

図4は、変形例1に係る精製装置1Aの構成を示す概略図である。精製装置1Aは、精製装置1の液量センサS23, S3Bに代わり、液量センサS23Bを含む。

30

【0078】

液量センサS23Bは、廃液リザーバ140, 150に各々含まれる廃液の液量の合計を検出する。液量センサS23Bは、例えば、廃液リザーバ140, 150の合計の重量を検出する重量センサである。重量センサは、例えばロードセルである。液量センサS23Bの検出値は、コンピュータ500に送信される。

【0079】

次に、コンピュータ500によって液量センサS23Bの検出値から、ろ過の完了を判定する方法を説明する。コンピュータ500は、試料の精製中に、容器50から重液が排出される直前の液量センサS23Bの検出値と、容器50から重液の排出が完了した直後の液量センサS23Bの検出値とを記憶し、各々の検出値に対応する液量を算出する。次に、コンピュータ500は、直後の検出値に対応する液量から、直前の検出値に対応する液量を差し引き、廃液リザーバ140に貯留された廃液の液量を算出する。その後、コンピュータ500は、当該液量が閾値T1以上である場合、ポンプ30を駆動し、ろ過を行なう。そして、コンピュータ500は、当該液量が閾値T2以下になると、ろ過が完了したことを判定し、ポンプ30を停止してろ過を止める。よって、液量センサS23Bは、配管10における重液のろ過の完了を検出する「第2センサ」の一実施例に対応する。

40

【0080】

以上のように、変形例1に係る精製装置1Aにおいても、重液のろ過の完了を検出することが可能である。よって、精製装置1Aにおいても、実施形態1に係る精製装置1と同

50

様に、試料の精製後の重液の再利用が可能である。

【 0 0 8 1 】

[実施形態 2]

試料の精製後の重液をろ過し、再利用するためには、そもそも試料の精製後に重液が適切に容器 5 0 から排出される必要がある。

【 0 0 8 2 】

しかし、容器 5 0 から酸化剤および/またはリンス液の排出中に、排出メッシュ M 1 に夾雑物等が詰まってしまった場合、容器 5 0 に酸化剤および/またはリンス液の一部が残留してしまうおそれがあった。この場合、容器 5 0 内において、残留した酸化剤および/またはリンス液が、重液リザーバ 1 2 0 から導入された重液と混合してしまうおそれがある。

10

【 0 0 8 3 】

また、容器 5 0 から重液の排出中に、排出メッシュ M 1 に夾雑物等が詰まってしまった場合、容器 5 0 に重液の一部が残留してしまい、再利用できない可能性がある。

【 0 0 8 4 】

この場合、容器 5 0 から排出される重液の濃度は重液リザーバ 1 2 0 に貯留されていた時点の濃度より薄くなり、再利用できる質を保てていない可能性がある。また、酸化剤と重液とが混合してしまった場合には、酸化剤と重液との間で化学反応が起こる可能性もあり、この場合には重液の化学的性質が変化して重液の再利用ができなくなるおそれがある。

【 0 0 8 5 】

そこで、実施形態 2 に係る精製装置においては、容器 5 0 からの廃液の排出時に、排出メッシュ M 1 の詰まりを検出し、詰まりを低減する方法が実行される。よって、精製装置においては、排出メッシュ M 1 の詰まりにより、容器 5 0 に廃液の一部が残留してしまい、重液が再利用できなくなる可能性が低減される。

20

【 0 0 8 6 】

実施形態 2 に係る精製装置の構成は、図 1 に示した実施形態 1 に係る精製装置 1 の構成と同じである。

【 0 0 8 7 】

液量センサ S 2 3 は、実施形態 2 では、容器 5 0 から配管 1 4 への廃液（重液）の排出を検出するためにも用いられる。すなわち、液量センサ S 2 3 は、実施形態 2 においては、「第 2 センサ」の一実施例に対応すると同時に、「第 3 センサ」の一実施例にも対応する。

30

【 0 0 8 8 】

液量センサ S 3 B は、容器 5 0 から配管 1 4 への廃液（酸化剤またはリンス液）の排出を検出するために用いられる。すなわち、液量センサ S 3 B は、「第 3 センサ」の一実施例に対応する。

【 0 0 8 9 】

具体的には、コンピュータ 5 0 0 は、容器 5 0 からの廃液の排出に使用されるポンプ 3 4 の仕様から、排出メッシュ M 1 が設置された状態で正常に廃液の排出が行われている場合の、単位時間あたりの廃液リザーバ 1 4 0 , 1 5 0 の液量の変化量である、変化率 W_p を算出しておく。一方、コンピュータ 5 0 0 は、所定時間（例えば 1 秒）毎に受信される液量センサ S 2 3 , S 3 B の検出値から、単位時間あたりの廃液リザーバ 1 4 0 , 1 5 0 の液量の変化量である変化率 W_m を算出する。変化率 W_p および変化率 W_m は正の実数であり、単位は、例えば g / 秒である。

40

【 0 0 9 0 】

排出メッシュ M 1 に詰まりが生じ、廃液の排出に異常が生じた場合、変化率 W_m の数値は変化率 W_p に比べ顕著に小さくなる。

【 0 0 9 1 】

このような実情を鑑みて、コンピュータ 5 0 0 は、変化率 W_m の値が変化率 W_p に対して、所定の割合 R 以下に低下した場合（ $W_m < W_p \times R$ である場合）、廃液の排出に異常

50

が生じている、すなわち、排出メッシュ M 1 に詰まりが生じている可能性がある」と判定する。R は、 $0 < R < 1$ の実数であり、例えばユーザにより適切な値に設定される。

【 0 0 9 2 】

排出メッシュ M 1 の詰まりの可能性があると判定された場合、コンピュータ 5 0 0 は、攪拌部により、容器 5 0 内の攪拌を行なう。これにより、詰まりの原因となっていた夾雑物等が、攪拌により生じた水流により、排出メッシュ M 1 から容器 5 0 側に分離されて詰まりが低減することがある。当該攪拌は、所定の回転速度で、所定の時間行なわれる。当該攪拌の回転速度は、通常の精製時に行なわれる攪拌の回転速度よりも高いことが好ましい。当該攪拌を行なった後、 $W_m > W_p \times R$ となった場合には、排出メッシュ M 1 の詰まりが低減されたと判定される。

10

【 0 0 9 3 】

望ましくは、当該攪拌中には、ポンプ 3 4 が停止されることで、容器 5 0 からの廃液の排出が停止される。このように構成すれば、排出メッシュ M 1 の詰まりの原因となっていた夾雑物等が、排出メッシュ M 1 側に吸引される力が弱くなり、容器 5 0 側に分離しやすくなる。攪拌後には、ポンプ 3 4 が再度起動され、排出メッシュ M 1 の詰まりの判定が行なわれる。

【 0 0 9 4 】

また、当該攪拌を 1 回行なった後も $W_m > W_p \times R$ である場合を鑑みて、 $W_m > W_p \times R$ となるまで、所定の回数攪拌を行なうように構成してもよい。

【 0 0 9 5 】

しかし、排出メッシュ M 1 の詰まりが攪拌により低減しない場合も考えられる。この場合を鑑みて、コンピュータ 5 0 0 は、攪拌を所定の回数行なったのちも、液量センサ S 2 3 , S 3 B により検出される排出量が閾値より小さい場合、エラーを報知する。当該エラーは、ユーザに「攪拌とは異なる方法」で、排出メッシュ M 1 の詰まりを低減することを促す内容を含む。当該エラーの報知は、例えば、ディスプレイ 5 5 や図示しないランプ等を用いた視覚的表現、または、図示しないスピーカ等を用いた音声で行なわれる。

20

【 0 0 9 6 】

「攪拌とは異なる方法」の一例は、ユーザが容器 5 0 内を開放して、容器 5 0 の内側から排出メッシュ M 1 の詰まりをブラシ等の機器を用いて取り除くことである。「攪拌とは異なる方法」の他の例は、配管 1 4 から排出メッシュ M 1 に対して廃液の逆流を行なうことである。この方法は、例えば精製器 1 0 0 に含まれる機器により実行される。

30

【 0 0 9 7 】

なお、液量センサ S 2 3 , S 3 B によりそれぞれ検出した廃液リザーバ 1 4 0 , 1 5 0 の液量に基づいて、容器 5 0 からの廃液の排出量を算出する場合、廃液リザーバ 1 4 0 , 1 5 0 の各々の液量は、容器 5 0 からの廃液の排出以外の要因では変動しないことが望ましい。すなわち、実施形態 2 では、容器 5 0 からの廃液の排出中はポンプ 3 0 が停止され、廃液リザーバ 1 4 0 の廃液が配管 1 0 に導入されないように制御されることが好ましい。そして、容器 5 0 からの廃液の排出が完了したことが確認された後に、ポンプ 3 0 が駆動されて、廃液リザーバ 1 4 0 の廃液が配管 1 0 に導入されることが好ましい。

【 0 0 9 8 】

図 5 は、実施形態 2 に係る精製装置の、排出メッシュ M 1 の詰まりの検出と低減に関する処理を示すフローチャートである。

40

【 0 0 9 9 】

図 5 を参照して、S T 3 0 において、プロセッサ 5 1 は、ポンプ 3 4 を駆動させ、容器 5 0 からの廃液を、排出メッシュ M 1 を通過させて配管 1 4 へ排出することを開始する。S T 3 2 において、プロセッサ 5 1 は、攪拌回数 N 1 を 0 に初期化する。

【 0 1 0 0 】

S T 3 3 において、プロセッサ 5 1 は、容器 5 0 からの廃液の排出が完了したか否かを判定する。具体的には、例えば図示しない容器 5 0 の液量センサの検出値に基づいて、容器 5 0 内の廃液の液量が閾値 T 4 以下である場合、容器 5 0 からの廃液の排出が完了した

50

と判定する。この場合、プロセッサ51は、ポンプ34を停止して、容器50からの廃液の排出を停止し、処理を終了する。

【0101】

ST34において、プロセッサ51は、液量センサS23、S3Bにより、容器50から配管14への廃液の排出量を検出する。具体的には、プロセッサ51は、液量センサS23、S3Bの検出値に基づいて、変化率 W_m を算出する。ST36において、プロセッサ51は、廃液の排出量が閾値より小さいかを判定する。具体的には、プロセッサ51は、 $W_m < W_p \times R$ であるか否かを判定する。 $W_m > W_p \times R$ である場合(ST36においてNO)、プロセッサ51は、廃液の排出を継続したまま、処理をST33に戻す。

【0102】

$W_m < W_p \times R$ である場合(ST36においてYES)、ST38において、プロセッサ51は、ポンプ34を停止して、容器50からの廃液の排出を停止する。ST40において、プロセッサ51は、攪拌回数 N_1 が、所定の回数 N_2 に等しいか否かを判定する。 N_2 は1以上の正の整数である。

【0103】

攪拌回数 N_1 が、所定の回数 N_2 よりも小さい場合(ST40においてNO)、プロセッサ51は、ST42において、所定の回転速度で所定の時間、容器50内の攪拌を行なう。ST44において、プロセッサ51は、攪拌回数 N_1 の値を1繰り上げる。ST46において、プロセッサ51は、ポンプ34を駆動して、廃液の排出を再開し、処理をST34に戻す。

【0104】

一方、攪拌回数 N_1 が所定の回数 N_2 に等しい場合(ST40においてYES)、ST48において、プロセッサ51は、精製装置1における精製処理を一時停止する。ST50において、プロセッサ51は、エラーを報知し、処理を終了する。当該エラーは、ユーザに「攪拌とは異なる方法」で、排出メッシュM1の詰まりを低減することを促す内容を含む。

【0105】

なお、精製装置1での精製の対象として想定される試料には、海底の泥等の環境試料も含まれるが、この場合、試料は唯一であることが多い。すなわち、精製装置1が排出メッシュM1の詰まりにより停止した場合に、容器50内の試料を含む液体を全て廃棄し、詰まりの解消を行なうと、再度同じ試料を入手することは難しい。よって、攪拌、および、「攪拌とは異なる方法」による排出メッシュM1の詰まりの除去という、追加の処理を行なったとしても、試料を失わずに精製を完了できるメリットの方が大きい。

【0106】

このような実情を鑑みて、攪拌回数 N_1 は、攪拌後の廃液の排出が、所定時間、 $W_m > W_p \times R$ を満たせば0に初期化されるように構成してもよい。このように構成すれば、一度排出メッシュM1の詰まりが生じて、攪拌により低減されれば、所定時間が経過した後、排出メッシュM1に詰まりが生じた際に、攪拌を行なうことができる。

【0107】

なお、実施形態2においては、容器50から配管14への廃液の排出量を検出できるセンサがあればよい。よって、例えば、液量センサS23、S3Bの代わりに、実施形態1の変形例1で記載した液量センサS23Bを用いてもよい。すなわち、液量センサS23は、「第3センサ」の一実施例に対応する。

【0108】

以上のように、実施形態2に係る精製装置によれば、実施形態1に係る精製装置1と同様に重液のろ過による再利用が可能であることに加え、容器50からの廃液(重液、酸化剤、リンス液)の排出時に、排出メッシュM1に詰まりが生じた場合に、詰まりを低減することも可能である。

【0109】

なお、精製装置では、その他の廃液(例えば試料中に含まれる海水等)の排出時に、排

10

20

30

40

50

出メッシュM 1に詰まりが生じた場合にも、同様に詰まりを検出し、攪拌により、詰まりを低減できる。

【0110】

したがって、容器50内において、残留した重液以外の廃液が、重液リザーバ120から導入された重液と混合してしまい、重液が再利用できなくなる可能性を低減する。また、容器50内に重液が残留してしまう可能性も低減する。よって、精製装置では、重液の再利用がより容易になる。

【0111】

(変形例2)

変形例2においては、容器50から配管14への廃液の排出量を検出できるセンサとして、配管14に設けられた流量センサを用いる例について説明する。

10

【0112】

図6は、変形例2に係る精製装置1Bの構成を示す概略図である。精製装置1Bは、精製装置1の構成に加え、配管14に設けられた流量センサS3Aを含む。流量センサS3Aは、配管14における廃液の流量を検出する。流量センサS3Aは、「第3センサ」の一実施例に対応する。流量センサS3Aの検出値は、コンピュータ500に送られる。

【0113】

流量センサS3Aの検出値が所定の閾値以下である場合、コンピュータ500は容器50からの廃液の排出に異常が生じている、すなわち、排出メッシュM1に詰まりが生じている可能性があるとして判定する。そして、排出メッシュM1の詰まりが検出された場合に、実施形態2と同様に容器50内を攪拌することによって、排出メッシュM1の詰まりを低減できる。

20

【0114】

以上のように、変形例2に係る精製装置1Bにおいても、重液のろ過の完了を検出することに加え、容器50からの廃液の排出時に、排出メッシュM1に詰まりが生じた場合に、詰まりを低減できる。

【0115】

[実施形態3]

なお、実施形態2および変形例2に係る精製装置に含まれる排出メッシュM1の詰まりの解消方法は、実施形態1および変形例1に係る精製装置1, 1Aと共通して含まれる重液のろ過による再利用方法とは、独立して実行可能である。

30

【0116】

図7は、実施形態3に係る精製装置1Cの構成を示す概略図である。精製装置1Cは、精製装置1から、重液のろ過のために用いられる部分である、配管10、ポンプ30、フィルタF1, F2、重液センサS1が除かれたものである。このような精製装置1Cにおいても、排出メッシュM1の詰まりを解消することができる。

【0117】

精製装置1Cでは、排出メッシュM1の詰まりを解消することによって、容器50から廃液(重液、酸化剤またはリンス液)を配管14に適切に排出できる。すなわち、容器50に重液が残留したり、容器50内で重液が残留した酸化剤またはリンス液と混合したりする可能性が低減されるので、廃液リザーバ140に適切に重液を排出できる可能性が増加する。よって、廃液リザーバ140に貯留された重液をろ過して、試料の精製に再利用することをより容易にする。

40

【0118】

[態様]

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

【0119】

(第1項)一態様に係る精製装置は、試料を精製する精製装置であって、重液リザーバと、容器と、第1配管と、第2配管と、フィルタユニットとを備えてもよい。重液リザー

50

バは、重液を貯留する。容器50は、重液リザーバから供給された重液を用いて試料を比重差によって分離する。第1配管は、容器からの廃液を排出する。第2配管は、第1配管からの重液を、重液リザーバに送液する。フィルタユニットは、第2配管に設けられ、第1配管から排出された重液から夾雑物を除く。

【0120】

第1項に記載の精製装置によれば、容器において分離対象の成分を取り除かれた重液は、第1配管により排出され、第2配管に設けられたフィルタユニットにより夾雑物が除かれたのち、重液リザーバに貯留される。よって、比重分離のための重液を効率的に用いることが可能である。

【0121】

(第2項)第1項に記載の精製装置において、フィルタユニットを通過したのちの重液の濁度および濃度の少なくとも1つを検出するための第1センサをさらに備えてもよい。

【0122】

第2項に記載の精製装置によれば、コンピュータは、第1センサの検出値に基づいて、フィルタユニットを通過した重液が、再度試料の精製に使用可能な品質を維持しているかを判定できる。

【0123】

(第3項)第1または2項に記載の精製装置において、フィルタユニットは、第1フィルタ、および、第1フィルタと重液リザーバとの間に設けられた第2フィルタを有し、第2フィルタの孔径は、前記第1フィルタの孔径より小さくてもよい。

【0124】

第3項に記載の精製装置によれば、大きな孔径の第1フィルタを単独で用いることに比べ、小さめの夾雑物も取り除かれるというメリットがある。また、小さな孔径の第2フィルタを単独で用いることに比べ、夾雑物による目詰まりが起りにくく、フィルタの交換頻度が減らせるというメリットがある。

【0125】

(第4項)第1～3項のいずれか1項に記載の精製装置において、第2配管に設けられ、重液を重液リザーバに導入するためのポンプをさらに備えてもよい。

【0126】

第4項に記載の精製装置によれば、ポンプを用いて、廃液リザーバから重液リザーバへ重液が導入できる。

【0127】

(第5項)第1～4項のいずれか1項に記載の精製装置において、第1配管と第2配管との間に設けられ、第1配管から排出された重液を貯留するための廃液リザーバをさらに備えてもよい。

【0128】

第5項に記載の精製装置によれば、容器から排出された重液を、重液のろ過を行なう第2配管に導入する前に、一時的に廃液リザーバに貯留できる。そして、容器における重液の排出が完了した後に、容器から排出された重液のろ過を開始することができる。

【0129】

(第6項)第1～5項のいずれか1項に記載の精製装置において、第2配管における重液のろ過の完了を検出するための第2センサをさらに備えてもよい。

【0130】

第6項に記載の精製装置によれば、ろ過の完了を検出し、ポンプを停止し、ろ過を止めることができる。

【0131】

(第7項)第1項に記載の精製装置において、第1配管から排出された重液を貯留するための廃液リザーバと、容器と第1配管との間に設けられる網目部材とをさらに備えてもよい。

【0132】

10

20

30

40

50

第7項に記載の精製装置によれば、容器から排出された重液を、重液のろ過を行なう第2配管に導入する前に、一時的に廃液リザーバに貯留できる。そして、容器における重液の排出が完了した後に、容器から排出された重液のろ過を開始することができる。また、当該精製装置によれば、網目部材により、試料に含まれる成分が容器から第1配管に排出されない。

【0133】

(第8項)第7項に記載の精製装置において、容器から第1配管への廃液の排出を検出するための第3センサと、容器内の試料を攪拌する攪拌部と、コンピュータとをさらに備え、コンピュータは、第3センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、排出量が前記閾値より小さいと判断したときは、攪拌部により、容器内の攪拌を行なってもよい。

10

【0134】

第8項に記載の精製装置によれば、コンピュータは、廃液の排出量が閾値より小さい、すなわち、網目部材の詰まりが生じている可能性がある場合に、容器内を攪拌することで、網目部材の詰まりの原因となっていた夾雑物等を網目部材から分離し、詰まりを低減できる。

【0135】

(第9項)第8項に記載の精製装置において、第3センサは、液量センサおよび流量センサの少なくとも1つを含んでよい。

【0136】

第9項に記載の精製装置によれば、液量センサおよび流量センサの少なくとも1つの検出値に基づいて、廃液の排出量が閾値より小さいことを検出できる。

20

【0137】

(第10項)第8または9項に記載の精製装置において、コンピュータは、攪拌部による攪拌を行なったのちも、第3センサにより検出される排出量が閾値より依然小さい場合は、再度攪拌を行なってもよい。

【0138】

第10項に記載の精製装置によれば、網目部材の詰まりが解消するまで、攪拌を繰り返すことができる。

【0139】

(第11項)第8～10のいずれか1項に記載の精製装置において、コンピュータは、攪拌部による攪拌を所定回数行なったのちも、第3センサにより検出される排出量が閾値より小さい場合、エラーを報知してよい。

30

【0140】

第11項に記載の精製装置によれば、攪拌により網目部材の詰まりが解消しない場合、ユーザにエラーを報知することで、ユーザが「攪拌とは異なる方法」で、網目部材の詰まりを低減することを促すことができる。

【0141】

(第12項)第8～11のいずれか1項に記載の精製装置において、精製装置の容器内には、試料に含まれる夾雑物の一部を処理するための酸化剤、または、容器内を洗浄するためのリンス液が供給される場合があり、容器から第1配管に排出される廃液は、重液、酸化剤またはリンス液を含んでよい。

40

【0142】

第12項に記載の精製装置によれば、重液、酸化剤またはリンス液が容器から排出される場合に、網目部材に詰まりが生じたときにも、攪拌または攪拌とは異なる方法で詰まりを低減することができる。

【0143】

(第13項)一態様に係る精製装置は、容器と、第1配管と、網目部材と、センサと、攪拌部と、コンピュータとを備えてよい。容器は、重液を用いて試料を比重差によって分離する。第1配管は、容器からの廃液を排出する。網目部材は、容器と第1配管との間に

50

設けられる。センサは、容器から第1配管への廃液の排出を検出する。攪拌部は、容器内の試料を攪拌する。コンピュータは、センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、排出量が前記閾値より小さいと判断したときは、攪拌部により、容器内の攪拌を行なう。

【0144】

第13項に記載の精製装置によれば、コンピュータは、廃液の排出量が閾値より小さい、すなわち、網目部材の詰まりが生じている可能性がある場合に、容器内を攪拌することで、網目部材の詰まりの原因となっていた夾雑物等を網目部材から分離し、詰まりを低減できる。

【0145】

(第14項)一態様に係る制御方法は、重液リザーバの重液が供給される容器内で試料を精製する精製装置において、精製装置に含まれるコンピュータによって実行される制御方法である。制御方法は、容器からの廃液を排出するステップと、容器から排出された重液をフィルタユニットに導入し、重液から夾雑物を取り除くステップと、フィルタユニットを通過した重液を重液リザーバに戻すステップとを備えてよい。

【0146】

第14項に記載の制御方法によれば、容器において分離対象の成分を取り除かれた重液は、廃液として排出され、フィルタユニットにより夾雑物が除かれたのち、重液リザーバに貯留される。よって、比重分離のための重液を効率的に用いることが可能である。

【0147】

(第15項)第14項に記載の精製装置において、容器からの廃液を排出するための第1配管と、容器と第1配管との間に設けられる網目部材と、容器から第1配管への廃液の排出を検出するためのセンサと、容器内の試料を攪拌する攪拌部とをさらに含み、容器からの廃液を排出するステップは、容器からの廃液を、網目部材を通過させて第1配管に排出するステップを含み、センサにより、容器から第1配管への廃液の排出量を検出するステップと、センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、排出量が前記閾値より小さいと判断したときは、容器内の攪拌を行なうステップとをさらに備えてよい。

【0148】

第15項に記載の制御方法によれば、コンピュータは、廃液の排出量が閾値より小さい、すなわち、網目部材の詰まりが生じている可能性がある場合に、容器内を攪拌することで、網目部材の詰まりの原因となっていた夾雑物等を網目部材から分離し、詰まりを低減できる。

【0149】

(第16項)一態様に係る制御方法は、重液を用いて試料を比重差によって分離するための容器と、容器からの廃液を排出するための第1配管と、容器と第1配管との間に設けられる網目部材と、容器から第1配管への廃液の排出を検出するためのセンサと、容器内の試料を攪拌する攪拌部と、コンピュータとを備える精製装置において、コンピュータによって実行される制御方法であって、試料を精製後に、容器からの廃液を、網目部材を通過させて第1配管に排出するステップと、センサにより、容器から第1配管への廃液の排出量を検出するステップと、センサにより検出される廃液の排出量と閾値とを比較し、排出量が前記閾値より小さいと判断したときは、容器内の攪拌を行なうステップとを備えてもよい。

【0150】

第16項に記載の制御方法によれば、コンピュータは、廃液の排出量が閾値より小さい、すなわち、網目部材の詰まりが生じている可能性がある場合に、容器内を攪拌することで、網目部材の詰まりの原因となっていた夾雑物等を網目部材から分離し、詰まりを低減できる。

【0151】

今回開示された実施形態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えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求

10

20

30

40

50

の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0152】

1, 1A~1C 精製装置、10~15 配管、20 排出口、21 検出メッシュ、25 排出管、30~34 ポンプ、41 切替弁、50 容器、51 プロセッサ、52 メモリ、55 ディスプレイ、56 操作部、61~64 ポート、71 恒温スターラ、100 精製器、110 酸化剤リザーバ、120 重液リザーバ、130 リンス液リザーバ、140, 150 廃液リザーバ、210 上澄み液リザーバ、500 コンピュータ、5000 コントローラ、F1, F2 フィルタ、53 通信I/F、54 入出力I/F、M1 排出メッシュ、S1 重液センサ、S3A 流量センサ、S3B, S23, S23B 液量センサ。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

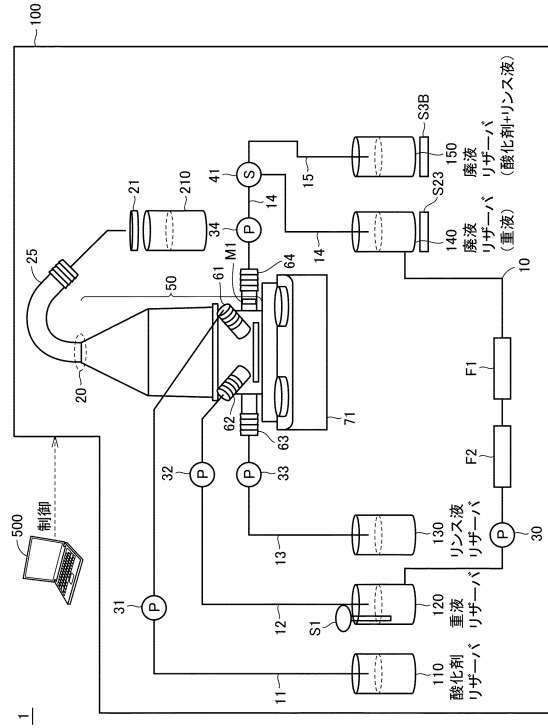
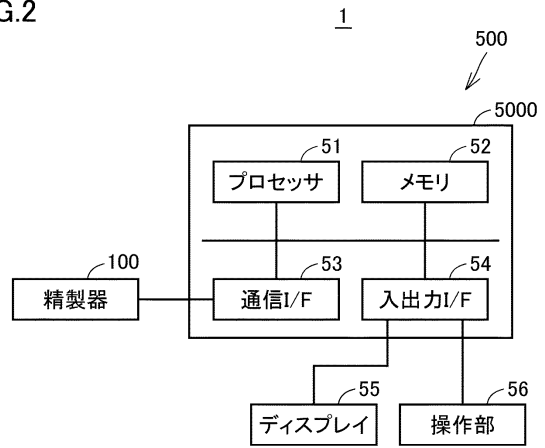


FIG.1

【図 2】

FIG.2

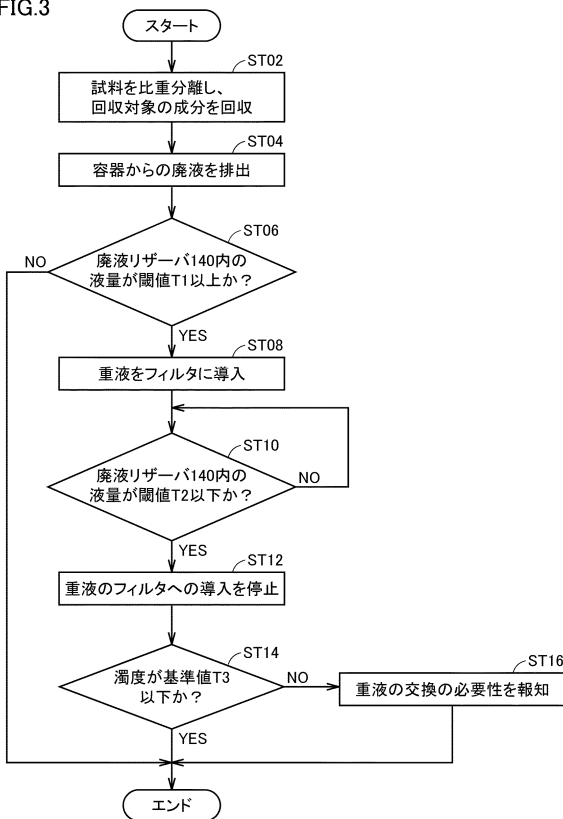


10

20

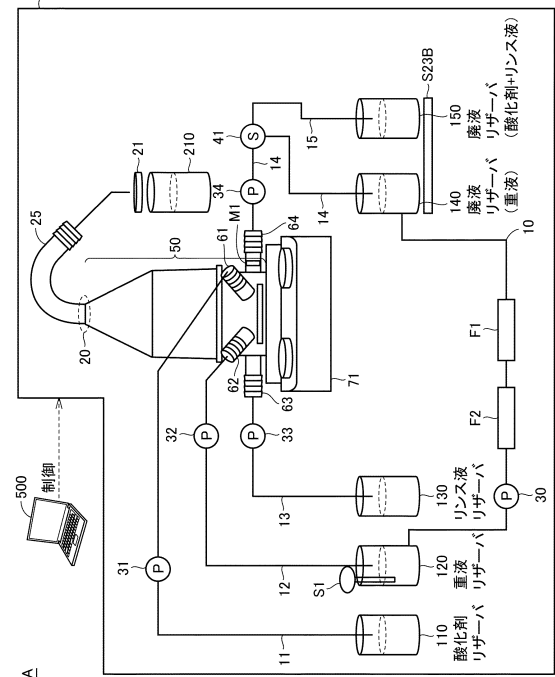
【図 3】

FIG.3



【図 4】

FIG.4



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 中国特許出願公開第111791394(CN, A)
中国実用新案第214234466(CN, U)
中国特許出願公開第109655321(CN, A)
中国特許出願公開第108982158(CN, A)
特開平7-308922(JP, A)
特開平2-207856(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|-------|---|-------|
| B01D | 35/00 | - | 36/04 |
| B03B | 5/28 | - | 5/46 |
| B01L | 3/00 | - | 3/18 |
| G01N | 1/00 | - | 1/44 |