

明 細 書

発明の名称：マイクロリアクタシステム

技術分野

[0001] 本発明は、流体を混合するマイクロリアクタを備えたマイクロリアクタシステムに関する。

背景技術

[0002] 近年、バイオ関連や、医薬品、化成品等の製造の分野において、マイクロリアクタの利用が進められている。マイクロリアクタは、 μm オーダーの微小流路を有するフロー型の反応器であり、流体どうしの混合や反応に用いられている。マイクロリアクタは、一般に、モールド成形、リソグラフィ等のマイクロ加工技術を利用して作製されており、交換可能な着脱式や、使い捨てを想定したシングルユース式も検討されている。

[0003] マイクロリアクタは、微小流路を反応場とするため、分子拡散による流体の混合を迅速に行うことができる。また、従来の大型の反応器を使用したバッチ法と比較して、流体の体積に対する表面積の効果が大きくなるため、熱伝達、熱伝導、化学反応等の効率が高くなる特徴がある。このような特性から、種々の分野で、マイクロリアクタの適用による反応時間の短縮や反応収率の向上が期待されている。

[0004] また、マイクロリアクタは、閉鎖系の小さな反応場を提供するため、腐食性物質、反応性物質、その他の危険物等や、危険を伴う反応の取り扱いに適している。加えて、占有体積が小さいため、ナンバリングアップするにあたって自由度が高く、化学工学的な検討を簡略化して物質の大量生産を実現することができる。そのため、マイクロリアクタを広範な分野に応用する動きが更に加速していくことが見込まれる。

[0005] 一般に、マイクロリアクタは、ポンプ、配管、温度調節装置等と共にシステム化され、各種の操作が半自動化されて用いられる。医薬品等の製造の分野では、GMP（Good Manufacturing Practice：医薬品の製造管理および品

質管理に関する基準)への対応が求められるため、マイクロリアクタシステムについても規則への適合が要求される。

[0006] 具体的には、マイクロリアクタ自体の設計、組立、保守等だけでなく、配管等の接液部の全体について、無菌性や非溶出性が保証され、原料や中間体等の変質や汚染も生じない性能が必要である。また、プロセスの再現性が要求され、制御用のソフトウェアのバリデーションや、漏洩対策等のトラブルシューティングにも対応する必要がある。

[0007] 従来、マイクロリアクタシステムについて、流体の移送(送液)に関わる検討がなされている。

[0008] 例えば、特許文献1には、マイクロリアクタ、ポンプ、流体検知器等を備えたマイクロリアクタシステムが記載されている。このマイクロリアクタシステムでは、各流体をマイクロリアクタに向けて移送し、マイクロリアクタへの管路が流体で満たされた状態になってから、各流体をマイクロリアクタ内に導入している。このような送液によって、各流体がマイクロリアクタ内の合流点に到達するタイミングを制御している。

[0009] また、特許文献2には、マイクロリアクタシステムの一例として、流路選択切換弁を備えた液体反応装置が記載されている(請求項45等参照)。流路選択切換弁は、混合基板および反応基板の温度が調整され、流路が洗浄された後に、切り換えられている。流路選択切換弁が切り換えられることによって、原料貯留容器からポンプ、混合基板、反応基板、流出口、回収口を経て回収容器に至る処理流路が構成されるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1: 特開2019-042713号公報

特許文献2: 国際公開第2006/043642号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 従来、一般的なマイクロリアクタシステムでは、タンク等の容器に用意された流体が、チューブ等の配管を通じて、マイクロリアクタに導入されている。一般に、流体が用意される容器は、配管を上部から挿入する構造になっている。容器に用意された流体は、マイクロリアクタへの送液の際に、容器の上部から挿入された配管によって上方に吸引されている。
- [0012] このような従来の送液法には、マイクロリアクタの運転の終了時に、流体が容器内に残るという欠点がある。容器の底部付近に残った流体を完全に吸引することは容易ではないし、容器内の気体を吸引しないことも求められる。そのため、マイクロリアクタの運転の終了時には、ある程度の流体が容器に残されるのが普通である。
- [0013] 通常、容器に残された流体は、汚染や劣化が懸念されるため、再使用されことなく廃棄される。そのため、容器に流体が残り易い送液法であると、流体の無駄が増えることになる。マイクロリアクタで混合・反応させようとしている原料の流体が高価・希少であるほど、コスト効率や生産効率が悪くなる。また、原料の流体が毒物や危険物である場合には、廃棄時の接触によるリスクや後処理のコストの増大を招く。
- [0014] マイクロリアクタでは、混合比が一方の流体に偏った混合が行われることもある。このような混合を行う際には、送液される流体どうしについても、互いに異なる流量に制御される。低流量側の流体については、混合比との関係からすれば、容器に用意する量を相対的に少なくすることもできる。しかし、実際上は、容器内の空気を吸引しないように、余分量を用意することが求められる。そのため、送液される流体が低流量であるほど、流体の無駄が増え易いといえる。
- [0015] また、従来の送液法には、マイクロリアクタの運転の終了時に、送液中の流体がマイクロリアクタ内や配管内に残るという欠点がある。通常、マイクロリアクタや配管は、流体の反応時間・混合時間に対して、十分な内容積に設けられる。例えば、反応時間が30分である場合、30分間の流量に対応した内容積が下流側に確保される。また、流量については、生産性を確保す

る観点等から、最低限の要求がある。

[0016] 通常、マイクロリアクタ内や配管内に残った流体は、汚染や劣化が懸念されるため、再使用されることなく廃棄される。そのため、マイクロリアクタ内や配管内に流体が残ると、容器の場合と同様に、流体の無駄が増えることになる。多量の流体が残存したマイクロリアクタや配管を取り外して廃棄することは、作業の安全性の観点から現実的ではない。マイクロリアクタ内や配管内に流体が残ると、コスト効率や生産効率が悪くなるし、廃棄時の接触によるリスクや後処理のコストが増大してしまう。

[0017] そこで、本発明は、原料の流体を効率的に利用することができるマイクロリアクタシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] 前記課題を解決するために本発明に係るマイクロリアクタシステムは、流体が導入される2つの流入口と前記流体を合流させる流路とを有し、一方の前記流入口から導入される第1流体と他方の前記流入口から導入される第2流体とを前記流路で混合するマイクロリアクタと、前記第1流体が用意される第1の容器と、前記第2流体が用意される第2の容器と、前記第1流体を前記流入口に向けて送る第1のポンプと、前記第2流体を前記流入口に向けて送る第2のポンプと、前記第1の容器内の前記第1流体の量を測定するための第1の測定手段と、前記第2の容器内の前記第2流体の量を測定するための第2の測定手段と、前記マイクロリアクタに送られる前記第1流体および前記第2流体のうちの少なくとも一方を、前記第1流体および前記第2流体と異なる流体に切り替える切替手段と、を備える。

発明の効果

[0019] 本発明に係るマイクロリアクタシステムは、原料の流体を効率的に利用することができる。

[0020] その他の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

[図2]マイクロリアクタの一例を示す図である。

[図3]マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

[図4]マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

[図5]マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

[図6]第2実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

[図7]第3実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

[図8]マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

[図9]第4実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

[図10]第5実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

[図11]マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

[図12]第6実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

[図13A]3Dバッグをラックの台状部に載置する方法を示す図である。

[図13B]2Dバッグをラックに吊り下げる方法を示す図である。

[図13C]3Dバッグをラックの枠状部に抱持させる方法を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] <第1実施形態>

はじめに、本発明の第1実施形態に係るマイクロリアクタシステムについて、図を参照しながら説明する。なお、以下の各図において共通する構成については同一の符号を付して重複した説明を省略する。

[0023] 図1は、第1実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

図1に示すように、第1実施形態に係るマイクロリアクタシステム1は、第1流体用容器（第1の容器）101と、第2流体用容器（第2の容器）102と、第3流体用容器（第3の容器）103と、第4流体用容器（第4の容器）104と、第1流体用ポンプ（第1のポンプ）105と、第2流体用ポンプ（第2のポンプ）106と、マイクロリアクタ107と、回収用容器108と、チューブ109と、第1流体センサ（第1の測定手段）110と、第2流体センサ（第2の測定手段）111と、第1切替器（第1の切替手

段) 112と、第2切替器(第2の切替手段) 113と、を備えている。

[0024] マイクロリアクタシステム1は、マイクロリアクタ107で流体どうしを混合して、流体どうしが混和した混合物ないし流体どうしの反応による反応生成物(混合流体)を生じる。マイクロリアクタ107は、フロー型の反応器であり、個々の流体が導入される二つの流入口と、流体どうしを合流させて混合する微小流路と、合流後の混合流体を流出させる流出口と、を有している。

[0025] マイクロリアクタシステム1では、各流体用容器101, 102に用意された原料の流体を、流体用ポンプ105, 106でマイクロリアクタ107に向けて移送している間に、流体用容器101, 102に残っている流体の量を流体センサ110, 111で測定する。そして、流体用容器101, 102の内部の流体がなくなったことが測定されたときに、その流体、ないし、その流体と他方の流体を、別の流体に切り替え、別の流体をマイクロリアクタ107に向けて送る。

[0026] 以下の説明では、マイクロリアクタ107で混合・反応させる原料の流体として、液体の第1流体と液体の第2流体とを用いる場合を例示する。

[0027] 図1に示すように、マイクロリアクタ107の一方の流入口には、第1流体用容器101と、第1流体用ポンプ105とが、チューブ109を介して接続される。第1流体用容器101は、第1流体用ポンプ105に接続される。第1流体用ポンプ105は、マイクロリアクタ107が有する一方の流入口に接続される。

[0028] 第1流体用容器101は、第1流体が用意される容器である。第1流体用ポンプ105は、第1流体をマイクロリアクタ107の一方の流入口に向けて送るポンプである。第1流体用ポンプ105は、第1流体が別の流体に切り替えられた場合、その流体をマイクロリアクタ107に向けて送る。

[0029] また、マイクロリアクタ107の他方の流入口には、第2流体用容器102と、第2流体用ポンプ106とが、チューブ109を介して接続される。第2流体用容器102は、第2流体用ポンプ106に接続される。第2流体

用ポンプ106は、マイクロリアクタ107が有する他方の流入口に接続される。

[0030] 第2流体用容器102は、第2流体が用意される容器である。第2流体用ポンプ106は、第2流体をマイクロリアクタ107の他方の流入口に向けて送るポンプである。第2流体用ポンプ106は、第2流体が別の流体に切り替えられた場合、その流体をマイクロリアクタ107に向けて送る。

[0031] また、マイクロリアクタ107の流出口には、回収用容器108がチューブ109を介して接続される。回収用容器108は、流体どうしが混和した混合物ないし流体どうしの反応による反応生成物を回収するための容器である。

[0032] チューブ109は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン (polytetrafluoroethylene : PTFE)、パーフルオロアルコキシアルカン (perfluoroalkoxyalkane : PFA) 等で形成される。チューブ109は、不図示の継手を介して、マイクロリアクタ107や、ポンプ、容器等と接続される。

[0033] 第1流体用ポンプ105や第2流体用ポンプ106としては、例えば、チューブポンプ、プランジャポンプ、ダイヤフラムポンプ、スクリュウポンプ等の適宜のポンプが用いられる。ポンプに備えられるチューブ、シリンジ、ダイヤフラム等の接液部の材料としては、ポリジメチルシロキサン (polydimethylsiloxane : PDMS)、シリコーン樹脂、PE (ポリエチレン)、PP (ポリプロピレン)、PTFEをはじめとするフッ素系樹脂等の樹脂材料が挙げられる。

[0034] ここで、マイクロリアクタシステム1で使用可能なマイクロリアクタ107の具体例について説明する。

[0035] 図2は、マイクロリアクタの一例を示す図である。

図2に示すように、原料の流体を混合・反応させるマイクロリアクタ107としては、流路体積が流体間で非対称に設けられたマイクロリアクタ200を用いることができる。

[0036] マイクロリアクタ200は、流体が導入される2つの流入口(210, 2

11)と、個々に導入された流体を合流させて混合する微小流路(220, 221, 222)と、合流点230で合流した後の混合流体を外部に流出させる流出口240と、を有している。

[0037] マイクロリアクタ200は、上側プレート201と下側プレート202とが重ねられて形成されている。上側プレート201には、溝加工が施されており、溝を蓋するように下側プレート202が重ねられて、同一平面上に微小流路(220, 221, 222)が形成されている。但し、溝加工は、必ずしも上側プレート201に施されなくてもよい。下側プレート202に溝加工を施し、溝を蓋するように上側プレート201が重ねられて、同一平面状に微小流路(220, 221, 222)が形成されてもよい。

[0038] 下側プレート202には、微小流路(220, 221, 222)の各末端に重なる位置に貫通孔が設けられている。貫通孔としては、高流量側流入口210、低流量側流入口211および流出口240が、反対側の面に開口している。

[0039] 下側プレート202の貫通孔は、微小流路(220, 221, 222)よりも大径に設けられている。貫通孔には、不図示の螺子溝が形成されている。チューブ109は、その螺子溝に螺合可能な継手を介して接続されるようになっている。但し、貫通孔は、必ずしも微小流路(220, 221, 222)よりも大径に設けなくてもよい。例えば、貫通孔に螺子溝を形成せずに、チューブ109を直接貫通孔に接続してもよい。

[0040] 微小流路(220, 221, 222)は、高流量側流入口210から合流点230に至る高流量側流路220と、低流量側流入口211から合流点230に至る低流量側流路221と、合流点230から流出口240に至る排出流路222によって構成されている。

[0041] 高流量側流路220、低流量側流路221および排出流路222は、流路幅および流路深さが2mm以下に設けられることが好ましい。特に、合流点230の直前や排出流路222は、迅速な混合を行う観点から、流路幅および流路深さが数十 μ m以上1mm以下の範囲に設けられることが好ましい。

- [0042] 高流量側流路 220 は、混合される流体のうち、混合比が高く、相対的に高い流量に設定される流体を流すために用いられる。一方、低流量側流路 221 は、混合比が低く、相対的に低い流量に設定される流体を流すために用いられる。
- [0043] 高流量側流路 220 は、低流量側流路 221 よりも総流路体積が大きくなるように設けられる。例えば、高流量側流路 220 の流路長さは、同等の流路幅および流路深さに設けられた低流量側流路 221 よりも長く設けられる。このような構造によると、混合比が一方の流体の側に偏っており、流体どうしが、互いに大きく異なる流量に制御される場合に、合流点 230 に各流体が到達するタイミングのずれを小さくすることができる。
- [0044] また、高流量側流路 220 は、中間部で 2 本の対称な分岐流路 220a, 220b に分岐し、合流点 230 で互いに合流している。低流量側流路 221 は、2 本の分岐流路 220a, 220b の間から合流点 230 に接続している。合流点 230 では、同じ側から流入する低流量の流体と高流量の流体とが、反対側にある排出流路 222 に流れる。このような構造によると、低流量の流体が高流量の流体に挟まれた状態で混合を開始するため、流体間の界面の面積を拡大させて、混合の効率を高くすることができる。
- [0045] マイクロリアクタ 107 は、化学的に安定で流体との反応性や溶出性が低く、加工性や機械的性質を備える適宜の材料によって形成される。マイクロリアクタ 107 の材料としては、例えば、ステンレス、シリコン、金、ガラス、ハステロイ、セラミック、シリコーン樹脂、シクロオレフィンポリマー、シクロオレフィンコポリマー、PE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、PMP（ポリメチルペンテン）、PDMS（ポリジメチルシロキサン）、ABS（アクリロニトリルブタジエンスチレン）樹脂、PC（ポリカーボネート）、アクリル樹脂、各種のフッ素系樹脂等が挙げられる。また、ガラスライニングや、ニッケル、金等のコーティングや、シリコン等について酸化処理が施されたものであってもよい。
- [0046] 図 1 に示すように、マイクロリアクタシステム 1 は、第 1 流体および第 2

流体とは異なる流体が用意される容器として、第1流体用容器101から延びる第1系統に接続された第3流体用容器103と、第2流体用容器102から延びる第2系統に接続された第4流体用容器104と、を備えている。

[0047] マイクロリアクタシステム1において、第1流体用容器101が接続された第1系統のチューブ109には、第1流体用容器101と第1流体用ポンプ105との間に、第1切替器112が備えられている。第1切替器112は、チューブ109を介して、第3流体用容器103と接続されている。

[0048] 第3流体用容器103は、第1流体および第2流体とは異なる第3流体が用意される容器である。第1切替器112は、マイクロリアクタ107に送られる第1流体を第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第3流体）に切り替えるための弁である。

[0049] 第1切替器112は、第1流体用容器101からマイクロリアクタ107への流路を開放し、且つ、第3流体用容器103からマイクロリアクタ107への流路を閉鎖した状態と、第1流体用容器101からマイクロリアクタ107への流路を閉鎖し、且つ、第3流体用容器103からマイクロリアクタ107への流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。

[0050] また、マイクロリアクタシステム1において、第2流体用容器101が接続された第2系統のチューブ109には、第2流体用容器102と第2流体用ポンプ106との間に、第2切替器113が備えられている。第2切替器113は、チューブ109を介して、第4流体用容器104と接続されている。

[0051] 第4流体用容器104は、第1流体および第2流体とは異なる第4流体が用意される容器である。第2切替器113は、マイクロリアクタ107に送られる第2流体を第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第4流体）に切り替えるための弁である。

[0052] 第2切替器113は、第2流体用容器102からマイクロリアクタ107への流路を開放し、且つ、第4流体用容器104からマイクロリアクタ10

7への流路を閉鎖した状態と、第2流体用容器102からマイクロリアクタ107への流路を閉鎖し、且つ、第4流体用容器104からマイクロリアクタ107への流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。

[0053] 図1において、切替器112, 113としては、三方弁が備えられている。しかしながら、切替器112, 113としては、マイクロリアクタ107に送られる流体を切り替えることができる限り、適宜の機器を備えることができる。切替器112, 113としては、例えば、複数の二方弁を組み合わせ用いてもよい。また、弁機能を備えた脱着可能な無菌接続継手等を用いてもよい。

[0054] 第3流体および第4流体は、各流体用容器101, 102に用意された原料の第1流体や第2流体がなくなったときに、これらの流体に代えて、マイクロリアクタ107に向けて移送される流体である。第3流体や第4流体が移送されることによって、マイクロリアクタ107の内部やチューブ109の内部の流体が排出側に押し出される。また、移送される流体が切り替えられることによって、各流体用容器101, 102の内部の空気がマイクロリアクタ107に流入するのが防止される。

[0055] 第3流体や第4流体としては、第1流体および第2流体とは異なり、原料の成分を含まない流体が用いられる。第3流体や第4流体としては、第1流体、第2流体、原料の成分等と顕著な反応を起こさない限り、適宜の流体を用いることができる。第3流体と第4流体は、互いに同種の流体であってもよいし、互いに異なる流体であってもよい。

[0056] 第3流体や第4流体の具体例としては、第1流体や第2流体に用いられている溶媒、洗浄液、緩衝液、生理食塩水、イオン交換水、純水等が挙げられる。洗浄液としては、エタノール、エタノール水溶液等のアルコール類や、その他の有機溶媒や、界面活性剤等の洗浄剤が添加された溶液等が挙げられる。緩衝液としては、酸性緩衝液、アルカリ性緩衝液等のpH緩衝液が挙げられる。

- [0057] 第3流体や第4流体としては、原料の成分や、混合・反応によって生じた混合物ないし反応生成物と、反応し難い流体が好ましい。また、第3流体や第4流体としては、第1流体や第2流体と相溶せず二相化する流体が好ましい。このような流体を用いると、流体を切り替えたとき、切り替えられた流体どうしが接触したとしても、反応や混合が進み難くなるため、原料の流体の利用効率が低下し難くなる。
- [0058] また、マイクロリアクタシステム1において、第1流体用容器101には、第1流体センサ110が備えられる。第2流体用容器102には、第2流体センサ111が備えられる。第1流体センサ110は、第1流体用容器101の内部の第1流体の量を測定するためのセンサである。第2流体センサ111は、第2流体用容器102の内部の第2流体の量を測定するためのセンサである。
- [0059] 図1において、センサ110、111としては、電子天秤が備えられており、試料皿上に各流体用容器101、102が載置されている。電子天秤によると、初期重量との比較に基づいて、各容器内の流体の残量を求めることができる。しかしながら、流体センサ110、111としては、各流体用容器101、102の内部の流体の量を求めることができる限り、液体の種類や液量等に応じて、適宜の装置を備えることができる。
- [0060] 流体センサ110、111は、各流体用容器101、102の内部の流体の量を、直接的に測定する装置であってもよいし、測定に基づいて間接的に求める装置であってもよい。例えば、各流体用容器101、102に、既知量の流体を用意した後、各流体用容器101、102から排出された流体の量を測定して、既知量に対する差分から流体の残量を求めてもよい。
- [0061] 流体センサ110、111の具体例としては、電子天秤の他に、荷重の変化を測定する荷重センサ、液位を測定する液面検知センサ、マイクロリアクタ107に送液された流量を測定する流量センサ等が挙げられる。
- [0062] なお、第1流体用ポンプ105および第2流体用ポンプ106の仕様によっては、第1流体用容器101、第2流体用容器102、第3流体用容器1

03、および第4流体用容器104の内部が大きく負圧になったとき、第1流体、第2流体、第3流体、および第4流体を送ることができなくなるため、第1流体用容器101、第2流体用容器102、第3流体用容器103、および第4流体用容器104を加圧する手段を設けてもよい。具体的には、第1流体用容器101、第2流体用容器102、第3流体用容器103、および第4流体用容器104を、それぞれ加圧できる圧力容器の中に入れてもよいし、各容器を外部から物理的に圧迫して加圧してもよい。

[0063] このようなマイクロリアクタシステム1によると、第1流体用容器101が接続された第1系統に第3流体用容器103が接続されており、第2流体用容器102が接続された第2系統に第4流体用容器104が接続されているため、第1系統および第2系統のうち、いずれの系統についても、各流体用容器101、102に用意した原料の流体を別の流体に切り替えることができる。別の流体が用意される流体用容器103、104は、第1系統および第2系統に対して個別に備えられる。そのため、切り替える流体について、個々の原料の流体に対する相溶性等を考慮した種類の選定が可能になる。また、個別に用意、交換、廃棄等を行うことが可能になる。

[0064] 次に、マイクロリアクタシステム1の具体的な運転方法について説明する。

[0065] 図3は、マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

図3には、マイクロリアクタシステム1において、第1流体および第2流体の移送が開始された後、第1流体用容器101および第2流体用容器102のうちの一方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量がなくなった側の当該流体を、第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第3流体または第4流体）に切り替え、残量がなくなっていない他方の容器内の流体を第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第3流体または第4流体）に切り替えることなく、第1流体および第2流体の移送を終了する運転方法を示す。

- [0066] この運転方法では、各流体用容器101、102、103、104に第1流体、第2流体、第3流体および第4流体のそれぞれを入れて、システムの運転を開始する（ステップS301）。第1切替器112は、第1流体用容器101からの流路を開放しており、第3流体用容器103からの流路を閉鎖している状態である。第2切替器113は、第2流体用容器102からの流路を開放しており、第4流体用容器104からの流路を閉鎖している状態である。
- [0067] 続いて、第1流体用ポンプ105による第1流体の移送、および、第2流体用ポンプ106による第2流体の移送を開始する（ステップS302）。各流体用ポンプ105、106を始動させることにより、各流体用容器101、102からマイクロリアクタ107に向けた流体の移送が開始される。
- [0068] 各流体用ポンプ105、106を始動させた後、第1流体および第2流体を、チューブ109を通じてマイクロリアクタ107の内部の合流点へ移送する（ステップS303）。例えば、マイクロリアクタ200（図2参照）の場合、第1流体が相対的に高流量に制御されるときには、高流量側流入口210に第1流体が導入され、低流量側流路221に第2流体が導入される。第1流体は、高流量側流路220を流れ、合流点230に至る。第2流体は、低流量側流路221を流れ、合流点230に至る。
- [0069] マイクロリアクタ107への移送が行われると、第1流体および第2流体は、マイクロリアクタ107の内部で混合・反応を開始する（ステップS304）。例えば、マイクロリアクタ200（図2参照）の場合、合流点230の下流に向けて、混合・反応を開始した混合流体が流れる。
- [0070] 次いで、第1流体および第2流体が混合・反応を開始した混合流体が、マイクロリアクタ107から排出される（ステップS305）。例えば、マイクロリアクタ200（図2参照）の場合、合流点230で合流した後の混合流体が排出流路222を流れ、流出口240を通じて排出される。マイクロリアクタ107から排出された混合流体は、混合ないし反応を続けながらチューブ109を通流し、最終的に回収用容器108に回収される。

- [0071] 各流体の移送が続けられると、第1流体用容器101および第2流体用容器102のうち、いずれかの流体の残量がなくなるため（ステップS306）、その状態になったことを流体の量の測定によって検知する。各流体用容器101、102の内部の流体の量は、システムの運転中、各流体センサ110、111によって適宜の時間間隔で測定される。
- [0072] いずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されると、残量がなくなった側の当該流体を別の流体に切り替える（ステップS307）。容器内の流体の量がゼロに近い閾値を下回ったとき、流体がなくなったとして、流体の切り替えを行うことができる。切替器112、113による流路の切り替えは、各流体センサ110、111による計測に基づいて制御される。
- [0073] 容器内の残量が先になくなった流体が第1流体である場合、マイクロリアクタ107に向けて送られる第1流体が第3流体に切り替えられる。一方、容器内の残量が先になくなった流体が第2流体である場合、マイクロリアクタ107に向けて送られる第2流体が第4流体に切り替えられる。
- [0074] マイクロリアクタ107に向けて送られる流体を切り替えた後、マイクロリアクタ107から排出された混合流体の回収が終了した段階で、第1流体用ポンプ105による移送、および、第2流体用ポンプ106による移送を終了する（ステップS308）。各流体の移送は、各流体用ポンプ105、106を停止することによって中止される。その後、システムの運転を終了する（ステップS309）。
- [0075] このように、残量が先になくなった側の流体のみを別の流体に切り替える運転方法によると、ポンプが作動している間に、容器内部の流体がなくなったとしても、マイクロリアクタに向けて別の流体が移送される。別の流体が移送されることによって、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体が排出側に押し出される。また、容器内の気体が吸引されたとしても、移送される流体が切り替えられることによって、気体がマイクロリアクタに流入するのを防ぐことができる。
- [0076] そのため、容器内に用意した原料の流体を、最後までマイクロリアクタで

混合・反応させることができる。すなわち、原料の流体を、容器内に多量に残存させることなく、容器の底部付近まで混合・反応のために利用することができる。

[0077] よって、このような運転方法によると、原料の流体を効率的に利用することができる。流体用容器の内部、マイクロリアクタの内部や配管の内部には、原料の流体が多量に残存しなくなるため、原料の流体が毒物、危険物等であっても、廃棄時の接触によるリスクや後処理のコストを低減することができる。

[0078] 図4は、マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

図4には、マイクロリアクタシステム1において、第1流体および第2流体の移送が開始された後、第1流体用容器101および第2流体用容器102のうちの一方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量がなくなった側の当該流体を、第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第3流体または第4流体）に切り替えると共に、残量がなくなっていない他方の流体を、第1流体および前記第2流体とは異なる別の流体（第3流体または第4流体）に切り替える運転方法を示す。

[0079] この運転方法では、前記の運転方法（図3参照）と同様に、システムの運転の開始（ステップS401）、第1流体および第2流体の移送の開始（ステップS402）、マイクロリアクタ107の合流点への移送（ステップS403）、マイクロリアクタ107の内部での混合・反応（ステップS404）、混合流体のマイクロリアクタ107からの排出（ステップS405）を進める。

[0080] 各流体の移送が続けられると、第1流体用容器101および第2流体用容器102のうち、いずれかの流体の残量がなくなるため（ステップS406）、その状態になったことを流体の量の測定によって検知する。各流体用容器101、102の内部の流体の量は、システムの運転中、各流体センサ110、111によって適宜の時間間隔で測定される。

- [0081] いずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されると、残量がなくなった側の当該流体、および、残量がなくなっていない他方の流体の両方を別の流体に切り替える（ステップS407）。容器内の流体の量がゼロに近い閾値を下回ったとき、流体がなくなったとして、流体の切り替えを行うことができる。切替器112, 113による流路の切り替えは、各流体センサ110, 111による計測に基づいて制御される。
- [0082] 容器内の残量が先になくなった流体が第1流体である場合、および、先になくなった流体が第2流体である場合の両方において、マイクロリアクタ107に向けて送られる第1流体が第3流体に切り替えられると共に、マイクロリアクタ107に向けて送られる第2流体が第4流体に切り替えられる。
- [0083] マイクロリアクタ107に向けて送られる流体を切り替えた後、マイクロリアクタ107から排出された混合流体の回収が終了した段階で、第1流体用ポンプ105による移送、および、第2流体用ポンプ106による移送を終了する（ステップS408）。各流体の移送は、各流体用ポンプ105, 106を停止することによって中止される。その後、システムの運転を終了する（ステップS409）。
- [0084] このように、残量がなくなった側の流体、および、残量がなくなっていない側の他方の流体の両方を別の流体に切り替える運転方法によると、ポンプが作動している間に、容器内の流体がなくなったとしても、マイクロリアクタに向けて別の流体が移送される。別の流体が移送されることによって、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体が排出側に押し出される。また、容器内の気体が吸引されたとしても、移送される流体が切り替えられることによって、気体がマイクロリアクタに流入するのを防ぐことができる。
- [0085] よって、このような運転方法によると、原料の流体を効率的に利用することができる。このとき、残量がなくなっていない側の他方の流体も、同時期に別の流体に切り替えられるため、残量がなくなっていない側についても、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体を、別の流体で排出側に

押し出すことができる。すなわち、いずれの系統についても、混合・反応の終了までに、マイクロリアクタの内部や配管の内部から、原料の流体を排除することができる。そのため、原料の流体が毒物、危険物等であっても、いずれの系統についても、廃棄時の接触によるリスクや後処理のコストを低減することができる。

[0086] 図5は、マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

図5には、マイクロリアクタシステム1において、第1流体および第2流体の移送が開始された後、第1流体用容器101および第2流体用容器102のうちの一方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量が先になくなった側の当該流体を、第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第3流体または第4流体）に切り替え、残量が先になくなった側の流体を切り替えた後、他方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量が後になくなった側の当該流体を、第1流体および第2流体とは異なる別の流体（第3流体または第4流体）に切り替える運転方法を示す。

[0087] この運転方法では、前記の運転方法（図3参照）と同様に、システムの運転の開始（ステップS501）、第1流体および第2流体の移送の開始（ステップS502）、マイクロリアクタ107の合流点への移送（ステップS503）、マイクロリアクタ107の内部での混合・反応（ステップS504）、混合流体のマイクロリアクタ107からの排出（ステップS505）を進める。

[0088] 各流体の移送が続けられると、第1流体用容器101および第2流体用容器102のうち、いずれかの流体の残量がなくなるため（ステップS506）、その状態になったことを流体の量の測定によって検知する。各流体用容器101、102の内部の流体の量は、システムの運転中、各流体センサ110、111によって適宜の時間間隔で測定される。

[0089] いずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されると、残量が先になくなった側の当該流体を別の流体に切り替える（ステップS507）。容器

内の流体の量がゼロに近い閾値を下回ったとき、流体がなくなったとして、流体の切り替えを行うことができる。切替器 112, 113 による流路の切り替えは、各流体センサ 110, 111 による計測に基づいて制御される。

[0090] 容器内の残量が先になくなった流体が第 1 流体である場合、マイクロリアクタ 107 に向けて送られる第 1 流体が第 3 流体に切り替えられる。一方、容器内の残量が先になくなった流体が第 2 流体である場合、マイクロリアクタ 107 に向けて送られる第 2 流体が第 4 流体に切り替えられる。

[0091] 各流体の移送が続けられると、第 1 流体用容器 101 および第 2 流体用容器 102 のうち、もう一つの流体の残量がなくなるため（ステップ S508）、その状態になったことを流体の量の測定によって検知する。

[0092] 流体が残っていた側の容器内の流体がなくなったことが測定されると、残量が後になくなった側の当該流体を別の流体に切り替える（ステップ S509）。

[0093] マイクロリアクタ 107 に向けて送られる流体を切り替えた後、マイクロリアクタ 107 から排出された混合流体の回収が終了した段階で、第 1 流体用ポンプ 105 による移送、および、第 2 流体用ポンプ 106 による移送を終了する（ステップ S510）。各流体の移送は、各流体用ポンプ 105, 106 を停止することによって中止される。その後、システムの運転を終了する（ステップ S511）。

[0094] このように、残量が先になくなった側の流体を別の流体に切り替えた後、残量が後になくなった側の流体を別の流体に切り替える運転方法によると、ポンプが作動している間に、容器内の流体がなくなったとしても、マイクロリアクタに向けて別の流体が移送される。別の流体が移送されることによって、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体が排出側に押し出される。また、容器内の気体が吸引されたとしても、移送される流体が切り替えられることによって、気体がマイクロリアクタに流入するのを防ぐことができる。

[0095] よって、このような運転方法によると、原料の流体を効率的に利用するこ

とができる。このとき、残量がなくなっていない側の他方の流体も、その後
に別の流体に切り替えられるため、残量がなくなっていない側についても、
流体用容器に用意した原料の流体を、容器の底部付近まで排出させることが
できる。また、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体を、別の
流体で排出側に押し出すことができる。すなわち、いずれの系統についても
、混合・反応の終了までに、マイクロリアクタの内部や配管の内部から、原
料の流体を排除することができる。そのため、原料の流体が毒物、危険物等
であっても、いずれの系統についても、廃棄時の接触によるリスクや後処理
のコストを低減することができる。

[0096] なお、マイクロリアクタ107は、単一回の使用後に廃棄するシングルユース（使い捨て・ディスポーザブル）式としてもよい。シングルユース式のマイクロリアクタ107の材料としては、PE、PP、PMP、PDMS、PC、アクリル樹脂、フッ素系樹脂等が挙げられる。また、マイクロリアクタ107の他に、各流体用容器101、102、103、104、回収用容器108、チューブ109、各切替器112、113、継手等や、その他の接液部をシングルユース式としてもよい。

[0097] 少なくとも、第1流体用容器101、第2流体用容器102、第3流体用容器103および第4流体用容器104のうちの一以上や、第1切替器112、第2切替器113や、これらに接続するチューブ109をシングルユース式とすることが好ましい。これらをシングルユース式とすると、原料の流体が毒物、危険物等であっても、残っている流体と共に後処理することができるため、廃棄時の接触によるリスクや後処理のコストを低減することができる。また、切替器112、113として、脱着可能な無菌接続接手を用いることにより、廃棄時に持ち運びやすいサイズに分解することができる。

[0098] <第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係るマイクロリアクタシステムについて、
図を参照しながら説明する。

[0099] 図6は、第2実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

図6に示すように、第2実施形態に係るマイクロリアクタシステム2は、前記のマイクロリアクタシステム1と同様に、第1流体用容器（第1の容器）101と、第2流体用容器（第2の容器）102と、第3流体用容器（第3の容器）103と、第1流体用ポンプ（第1のポンプ）105と、第2流体用ポンプ（第2のポンプ）106と、マイクロリアクタ107と、回収用容器108と、チューブ109と、第1流体センサ（第1の測定手段）110と、第2流体センサ（第2の測定手段）111と、第1切替器（第1の切替手段）112と、第2切替器（第2の切替手段）113と、を備えている。

- [0100] マイクロリアクタシステム2が、前記のマイクロリアクタシステム1と異なる点は、第1流体および第2流体とは異なる別の流体が用意される容器として、第1系統と第2系統との両方に接続された第3流体用容器103を備える点である。
- [0101] マイクロリアクタシステム2において、第1流体用容器101が接続された第1系統のチューブ109には、第1流体用容器101と第1流体用ポンプ105との間に、第1切替器112が備えられている。第1切替器112は、チューブ109を介して、第3流体用容器103と接続されている。
- [0102] また、第2流体用容器102が接続された第2系統のチューブ109には、第2流体用容器102と第2流体用ポンプ106との間に、第2切替器113が備えられている。第2切替器113は、チューブ109を介して、第3流体用容器103と接続されている。
- [0103] マイクロリアクタシステム2において、第1切替器112は、第1流体用容器101からマイクロリアクタ107への流路を開放し、且つ、第3流体用容器103からマイクロリアクタ107への流路を閉鎖した状態と、第1流体用容器101からマイクロリアクタ107への流路を閉鎖し、且つ、第3流体用容器103からマイクロリアクタ107への流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。
- [0104] また、第1切替器113は、第2流体用容器102からマイクロリアクタ

１０７への流路を開放し、且つ、第３流体用容器１０３からマイクロリアクタ１０７への流路を閉鎖した状態と、第２流体用容器１０２からマイクロリアクタ１０７への流路を閉鎖し、且つ、第３流体用容器１０３からマイクロリアクタ１０７への流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。

[0105] マイクロリアクタシステム２では、第１流体および第２流体の移送が開始された後、第１流体用容器１０１および第２流体用容器１０２のうちの一方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量がなくなった側の当該流体を、第１流体および第２流体とは異なる別の流体（第３流体）に切り替え、残量がなくなっていない他方の容器内の流体を第１流体および第２流体とは異なる別の流体（第３流体）に切り替えることなく、第１流体および第２流体の移送を終了する運転方法（図３参照）を用いることができる。

[0106] また、マイクロリアクタシステム２では、第１流体および第２流体の移送が開始された後、第１流体用容器１０１および第２流体用容器１０２のうちの一方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量がなくなった側の当該流体を、第１流体および第２流体とは異なる別の流体（第３流体）に切り替えると共に、残量がなくなっていない他方の流体を、第１流体および前記第２流体とは異なる別の流体（第３流体）に切り替える運転方法（図４参照）を用いることもできる。

[0107] また、マイクロリアクタシステム２では、第１流体および第２流体の移送が開始された後、第１流体用容器１０１および第２流体用容器１０２のうちの一方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量が先になくなった側の当該流体を、第１流体および第２流体とは異なる別の流体（第３流体）に切り替え、残量が先になくなった側の流体を切り替えた後、他方の容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量が後になくなった側の当該流体を、第１流体および第２流体とは異なる別の流体（第３流体）に切り替える運転方法（図５参照）を用いることもできる。

[0108] このようなマイクロリアクタシステム2によると、第1流体用容器101が接続された第1系統、および、第2流体用容器102が接続された第2系統に、第3流体用容器103が接続されているため、第1系統および第2系統のうち、いずれの系統についても、各流体用容器101、102に用意した原料の流体を別の流体に切り替えることができる。別の流体が用意される流体用容器103は、1つにまとめられ、第1系統および第2系統に対して共通に備えられる。そのため、全体の構成を簡素化して、システムのコンパクト化を図ることができる。また、別の流体の用意、交換、廃棄等を簡単に行うことができる。

[0109] <第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態に係るマイクロリアクタシステムについて、図を参照しながら説明する。

[0110] 図7は、第3実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

図7に示すように、第3実施形態に係るマイクロリアクタシステム3は、初段のマイクロリアクタ107aと、次段以降の複数のマイクロリアクタ107b、107c、107dを備えている。図7においては、計4段のマイクロリアクタ107a、107b、107c、107dを直列状に配置した形態を例示している。

[0111] マイクロリアクタシステム3は、流体A用容器（初段第1流体用の容器）701と、流体B用容器（初段第2流体用の容器）702と、流体C用容器（被混合流体用の容器）703と、流体D用容器（被混合流体用の容器）704と、流体E用容器（被混合流体用の容器）705と、流体F用容器706と、を備えている。

[0112] また、流体A用ポンプ（初段第1流体用のポンプ）707と、流体B用ポンプ（初段第2流体用のポンプ）708と、流体C用ポンプ（被混合流体用のポンプ）709と、流体D用ポンプ（被混合流体用のポンプ）710と、流体E用ポンプ（被混合流体用のポンプ）711と、を備えている。

[0113] また、初段を構成する第1マイクロリアクタ107aと、第2段を構成す

る第2マイクロリアクタ107bと、第3段を構成する第3マイクロリアクタ107cと、第4段を構成する第4マイクロリアクタ107dと、回収用容器108と、チューブ109と、を備えている。

[0114] また、流体Aセンサ（初段第1流体用の測定手段）712と、流体Bセンサ（初段第2流体用の測定手段）713と、流体Cセンサ（被混合流体用の測定手段）714と、流体Dセンサ（被混合流体用の測定手段）715と、流体Eセンサ（被混合流体用の測定手段）716と、を備えている。

[0115] また、マイクロリアクタシステム3は、流体A切替器（初段第1流体用の切替手段）717と、流体B切替器（初段第2流体用の切替手段）718と、流体C切替器（被混合流体用の切替手段）719と、流体D切替器（被混合流体用の切替手段）720と、流体E切替器（被混合流体用の切替手段）721と、を備えている。

[0116] マイクロリアクタシステム3は、互いに直列に接続した複数のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dを備えている。マイクロリアクタシステム3は、複数のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dに順次導入される流体どうしを混合して、流体どうしが混和した混合物ないし流体どうしの反応による反応生成物（混合流体）を生じる。

[0117] 第1マイクロリアクタ107a、第2マイクロリアクタ107b、第3マイクロリアクタ107cおよび第4マイクロリアクタ107dは、それぞれ、流体が導入される2つの流入口と、個々に導入された流体を合流させて混合する微小流路と、合流した後の混合流体を流出させる流出口と、を有する。これらのマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dとしては、図2に示すマイクロリアクタ200が好ましく用いられる。

[0118] 第1マイクロリアクタ107aには、一方の流入口から、流体A（初段第1流体）が導入される。また、他方の流入口から、流体B（初段第2流体）が導入される。第1マイクロリアクタ107aでは、流体Aと流体Bとが混合されて一次混合流体（流体A+B）が生じる。第1マイクロリアクタ107aの流出口には、チューブ109を介して、第2マイクロリアクタ107

bが接続される。

[0119] 第2マイクロリアクタ107bには、一方の流入口から、一次混合流体（流体A+B）が導入される。また、他方の流入口から、流体C（被混合流体）が導入される。第2マイクロリアクタ107bでは、一次混合流体と流体Cとが混合されて二次混合流体（流体A+B+C）が生じる。第2マイクロリアクタ107bの流出口には、チューブ109を介して、第3マイクロリアクタ107cが接続される。

[0120] 第3マイクロリアクタ107cには、一方の流入口から、二次混合流体（流体A+B+C）が導入される。また、他方の流入口から、流体D（被混合流体）が導入される。第3マイクロリアクタ107cでは、二次混合流体と流体Dとが混合されて三次混合流体（流体A+B+C+D）が生じる。第3マイクロリアクタ107cの流出口には、チューブ109を介して、第4マイクロリアクタ107dが接続される。

[0121] 第4マイクロリアクタ107dには、一方の流入口から、三次混合流体（流体A+B+C+D）が導入される。また、他方の流入口から、流体E（被混合流体）が導入される。第4マイクロリアクタ107dでは、三次混合流体と流体Eとが混合されて四次混合流体（流体A+B+C+D+E）が生じる。第4マイクロリアクタ107dの流出口には、チューブ109を介して、収用容器108が接続される。

[0122] 図7に示すように、マイクロリアクタシステム3は、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eとは異なる流体Fが用意される容器として、流体A用容器701から延びる流体A系統、流体B用容器702から延びる流体B系統、流体C用容器703から延びる流体C系統、流体D用容器704から延びる流体D系統、および、流体E用容器705から延びる流体E系統からなる全ての系統に接続された流体F用容器706を備えている。

[0123] マイクロリアクタシステム3において、流体A用容器701が接続された流体A系統のチューブ109には、流体A用容器701と流体A用ポンプ707との間に、流体A切替器717が備えられている。流体A切替器717

は、チューブ１０９を介して、流体Ｆ用容器７０６と接続されている。

[0124] また、流体Ｂ用容器７０２が接続された流体Ｂ系統のチューブ１０９には、流体Ｂ用容器７０２と流体Ｂ用ポンプ７０８との間に、流体Ｂ切替器７１８が備えられている。流体Ｂ切替器７１８は、チューブ１０９を介して、流体Ｆ用容器７０６と接続されている。

[0125] また、次段以降の各流体用容器７０３，７０４，７０５が接続された各流体系統のチューブ１０９には、各流体用容器７０３，７０４，７０５と各流体用ポンプ７０９，７１０，７１１との間に、切替器７１９，７２０，７２１が備えられている。各切替器７１９，７２０，７２１は、チューブ１０９を介して、流体Ｆ用容器７０６と接続されている。

[0126] マイクロリアクタシステム３において、流体Ａ切替器７１７は、流体Ａ用容器７０１から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を開放し、且つ、流体Ｆ用容器７０６から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を閉鎖した状態と、流体Ａ用容器７０１から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を閉鎖し、且つ、流体Ｆ用容器７０６から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。

[0127] また、流体Ｂ切替器７１８は、流体Ｂ用容器７０２から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を開放し、且つ、流体Ｆ用容器７０６から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を閉鎖した状態と、流体Ｂ用容器７０２から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を閉鎖し、且つ、流体Ｆ用容器７０６から第１マイクロリアクタ１０７ａへの流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。

[0128] また、次段以降の各切替器７１９，７２０，７２１は、各流体用容器７０３，７０４，７０５から各マイクロリアクタ１０７ｂ，１０７ｃ，１０７ｄへの流路を開放し、且つ、流体Ｆ用容器７０６から各マイクロリアクタ１０７ｂ，１０７ｃ，１０７ｄへの流路を閉鎖した状態と、各流体用容器７０３，７０４，７０５から各マイクロリアクタ１０７ｂ，１０７ｃ，１０７ｄへの流路を閉鎖し、且つ、流体Ｆ用容器７０６から各マイクロリアクタ１０７

b, 107c, 107dへの流路を開放した状態とに、相互に切り替え可能に設けられている。

[0129] 流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eは、各マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dにおける混合・反応に供される原料の流体である。流体Fは、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705に用意された原料の流体がなくなったときに、これらの流体に代えて、各マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dに向けて移送される流体である。

[0130] 流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eとしては、混合・反応の目的に応じて、適宜の流体が用いられる。流体Fとしては、前記の第3流体や第4流体と同様に、原料の流体とは異なり、原料の成分を含まない流体が用いられる。

[0131] また、マイクロリアクタシステム3において、流体A用容器701には、容器内の流体Aの量を測定するための流体Aセンサ712が備えられる。流体B用容器702には、容器内の流体Bの量を測定するための流体Bセンサ713が備えられる。流体C用容器703には、容器内の流体Cの量を測定するための流体Cセンサ714が備えられる。流体D用容器704には、容器内の流体Dの量を測定するための流体Dセンサ715が備えられる。流体E用容器705には、容器内の流体Eの量を測定するための流体Eセンサ716が備えられる。

[0132] 流体Aセンサ712、流体Bセンサ713、流体Cセンサ714、流体Dセンサ715および流体Eセンサ716としては、前記の流体センサ110, 111と同様に、電子天秤の他に、荷重センサ、液面検知センサ、流量センサ等を用いることができる。

[0133] なお、各流体用ポンプ707, 708, 709, 710, 711の仕様によっては、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706の内部が大きく負圧になったとき、流体A、流体B、流体C、流体D、流体Eおよび流体Fを送ることができなくなるため、各流体用容器701, 70

2, 703, 704, 705, 706を加圧する手段を設けてもよい。具体的には、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706を、それぞれ加圧できる圧力容器の中に入れてもよいし、各容器を外部から物理的に圧迫して加圧してもよい。

[0134] このようなマイクロリアクタシステム3によると、複数のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dを備えているため、多段階の混合・反応をフロー式のプロセスで行うことができる。各流体用容器701, 702, 703, 704, 705が接続された各系統に、流体F用容器706が接続されているため、いずれの系統についても、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705に用意した原料の流体を別の流体に切り替えることができる。別の流体が用意される流体F用容器706は、1つにまとめられ、各系統に対して共通に備えられる。そのため、全体の構成を簡素化して、システムのコンパクト化を図ることができる。また、別の流体の用意、交換、廃棄等を簡単に行うことができる。

[0135] 図8は、マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

図8には、マイクロリアクタシステム3において、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eの移送が開始された後、流体A用容器701、流体B用容器702、流体C用容器703、流体D用容器704および流体E用容器705のうちのいずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eの全ての流体を、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eや混合流体とは異なる別の流体（流体F）に切り替える運転方法を示す。

[0136] この運転方法では、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706に流体A、流体B、流体C、流体D、流体Eおよび流体Fのそれぞれを入れて、システムの運転を開始する（ステップS801）。各切替器717, 718, 719, 720, 721は、原料の流体が用意された各流体用容器701, 702, 703, 704, 705からの流路を開放してお

り、流体F用容器706からの流路を閉鎖している状態である。

- [0137] 続いて、各流体用ポンプ707、708、709、710、711による流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eの移送を開始する（ステップS802）。各流体用ポンプ707、708、709、710、711を始動させることにより、各流体用容器701、702、703、704、705からマイクロリアクタ107a、107b、107c、107dに向けた流体の移送が開始される。
- [0138] 各流体用ポンプ707、708、709、710、711を始動させた後、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eを、チューブ109を通じて各マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dの内部の合流点へ移送する（ステップS803）。流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eは、各マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dに対して、混合時間・反応時間にしたがって、順次、導入される。
- [0139] マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dへの移送が行われると、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eは、各マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dの内部で混合・反応を開始する（ステップS804）。各マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dでは、各流体の移送に伴い、順次、混合・反応が開始される。
- [0140] 次いで、各流体同士が混合・反応を開始した混合流体が、各マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dから排出される（ステップS805）。混合流体は、各マイクロリアクタ107a、107b、107c、107dから、混合時間・反応時間にしたがって、順次、排出される。排出された混合流体は、混合ないし反応を続けながらチューブ109を通流し、最終的に回収用容器108に回収される。
- [0141] 各流体の移送が続けられると、流体A用容器701、流体B用容器702、流体C用容器703、流体D用容器704および流体E用容器705のうち、いずれかの流体の残量がなくなるため（ステップS806）、その状態

になったことを流体の量の測定によって検知する。各流体用容器 701, 702, 703, 704, 705 の内部の流体の量は、システムの運転中、各流体センサ 712, 713, 714, 715, 716 によって適宜の時間間隔で測定される。

[0142] いずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されると、流体 A、流体 B、流体 C、流体 D および流体 E の全ての流体を、流体 A、流体 B、流体 C、流体 D および流体 E とは異なる別の流体に切り替える（ステップ S807）。容器内の流体の量がゼロに近い閾値を下回ったとき、流体がなくなったとして、流体の切り替えを行うことができる。切替器 717, 718, 719, 720, 721 による流路の切り替えは、各流体センサ 712, 713, 714, 715, 716 による計測に基づいて制御される。

[0143] マイクロリアクタ 107a, 107b, 107c, 107d に向けて送られる流体を切り替えた後、最終段の第 4 マイクロリアクタ 107d から排出された混合流体の回収が終了した段階で、各流体用ポンプ 707, 708, 709, 710, 711 による移送を終了する（ステップ S808）。各流体の移送は、各流体用ポンプ 707, 708, 709, 710, 711 を停止することによって中止される。その後、システムの運転を終了する（ステップ S809）。

[0144] このように、残量がなくなった全ての流体を別の流体に切り替える運転方法によると、ポンプが作動している間に、容器内の流体がなくなったとしても、マイクロリアクタに向けて別の流体が移送される。別の流体が移送されることによって、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体が排出側に押し出される。また、容器内の気体が吸引されたとしても、移送される流体が切り替えられることによって、気体がマイクロリアクタに流入するのを防ぐことができる。

[0145] よって、このような運転方法によると、原料の流体を効率的に利用することができる。このとき、残量がなくなっていない側の残りの流体も、同時期に別の流体に切り替えられるため、残量がなくなっていない残りについても

、既にマイクロリアクタに向けて移送されている流体を、別の流体で排出側に押し出すことができる。すなわち、いずれの系統についても、マイクロリアクタの内部や配管の内部から、原料の流体を排除することができる。そのため、原料の流体が毒物、危険物等であっても、いずれの系統についても、廃棄時の接触によるリスクや後処理のコストを低減することができる。

[0146] なお、マイクロリアクタシステム3では、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eの移送が開始された後、流体A用容器701、流体B用容器702、流体C用容器703、流体D用容器704および流体E用容器705のうちのいずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量がなくなった一部の当該流体を、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eとは異なる別の流体（流体F）に切り替え、残量がなくなっていない残りの容器内の流体を流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eとは異なる別の流体（流体F）に切り替えることなく、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eの移送を終了する運転方法（図3参照）を用いることもできる。

[0147] また、マイクロリアクタシステム3では、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eの移送が開始された後、流体A用容器701、流体B用容器702、流体C用容器703、流体D用容器704および流体E用容器705のうちのいずれかの容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量が先になくなった一部の当該流体を、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eとは異なる別の流体（流体F）に切り替え、残量が先になくなった一部の流体を切り替えた後、残りの容器内の流体がなくなったことが測定されたときに、残量が後になくなった残りの当該流体を、流体A、流体B、流体C、流体Dおよび流体Eとは異なる別の流体（流体F）に切り替える運転方法（図5参照）を用いることもできる。

[0148] <第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係るマイクロリアクタシステムについて、図を参照しながら説明する。

[0149] 図9は、第4実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

図9に示すように、第4実施形態に係るマイクロリアクタシステム4は、前記のマイクロリアクタシステム3と同様に、複数のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dと、回収用容器108と、チューブ109と、流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706と、流体用ポンプ707, 708, 709, 710, 711と、流体センサ712, 713, 714, 715, 716と、を備えている。

[0150] マイクロリアクタシステム4が、前記のマイクロリアクタシステム3と異なる点は、最終段の第4マイクロリアクタ107dの下流に、流体検知センサ901を備える点である。

[0151] マイクロリアクタシステム4において、回収用容器108が接続された回収システムのチューブ109には、流体検知センサ901が備えられている。流体検知センサ901は、最終的に回収しようとしている混合流体中の成分を測定可能なセンサである。

[0152] 流体検知センサ901としては、流体の種類や目的の成分に応じて適宜の検知器が用いられる。例えば、画像や、光の吸収、屈折、反射、散乱や、電気の導通、抵抗、静電容量や、圧力、温度、超音波、磁気等の変化を検知する検知器を用いることができる。検知器は、紫外線分光法、赤外線分光法、ラマン分光法等による特定の成分の検知や、濁度等による検知を行う機器であってもよい。

[0153] 流体検知センサ901は、不図示の制御装置に検知信号を伝送可能である。制御装置は、流体検知センサ901からの検知信号の入力により、各流体用ポンプ707, 708, 709, 710, 711の作動の停止を制御する。

[0154] このようなマイクロリアクタシステム4によると、流体検知センサ901によって、マイクロリアクタにおける混合・反応の終了を正確に検知することができる。一般に、マイクロリアクタのような微小流路でフロー式のプロセスを行う場合、流路全体の内容積に基づいて、混合流体の量を求めること

ができる。すなわち、流路全体の内容積や混合流体の流量から、プロセスの終了時期を判断することができる。

[0155] しかし、このような判断法の場合、マイクロリアクタの流路の内容積やチューブの内径の製品誤差が影響する可能性がある。プロセスを適切な時期に終了しないと、目的物の回収率が低くなったり、未反応の不純物が混入したりする。これに対し、流体検知センサ 901 で混合・反応の終了を検知すると、混合流体中の目的の成分を効率的・高純度に回収することができる。

[0156] <第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態に係るマイクロリアクタシステムについて、図を参照しながら説明する。

[0157] 図10は、第5実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

図10に示すように、第5実施形態に係るマイクロリアクタシステム5は、前記のマイクロリアクタシステム4と同様に、複数のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dと、回収用容器108と、チューブ109と、流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706と、流体用ポンプ707, 708, 709, 710, 711と、流体センサ712, 713, 714, 715, 716と、流体検知センサ901と、を備えている。

[0158] マイクロリアクタシステム5が、前記のマイクロリアクタシステム4と異なる点は、最終段の第4マイクロリアクタ107dの下流に、回収用容器108に加えて、廃棄用容器1001が接続されており、回収用容器108に分岐したチューブ109に回収用バルブ1002を備え、廃棄用容器1001に分岐したチューブ109に廃棄用バルブ1003を備える点である。

[0159] チューブ109は、第4マイクロリアクタ107dの下流で分岐しており、分岐した一方の流路には、回収用バルブ1002が設置されている。回収用バルブ1002の下流には、回収用容器108が接続されている。回収用容器108には、マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107

dで多段階の混合・反応が行われた混合流体が回収される。

[0160] 一方、分岐した他方の流路には、廃棄用バルブ1003が設置されている。廃棄用バルブ1003の下流には、廃棄用容器1001が接続されている。廃棄用容器1001には、マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dで適切な混合比で混合されなかった流体等が廃棄のために回収される。

[0161] 図11は、マイクロリアクタシステムの運転方法の一例を示すフロー図である。

図11には、マイクロリアクタシステム5において、多段階のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dによって生成された所望の目的物を回収用容器108に回収し、適切な混合比で混合されなかった不要物を廃棄用容器1001に回収する運転方法を示している。

[0162] この運転方法では、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706に流体A、流体B、流体C、流体D、流体Eおよび流体Fのそれぞれを入れて、システムの運転を開始する（ステップS1101）。回収用バルブ1002は、回収用容器108への流路を開放している状態である。廃棄用バルブ1003は、廃棄用容器1001への流路を閉鎖している状態である。

[0163] 続いて、前記の運転方法（図8参照）と同様に、システムの運転の開始（ステップS1101）、各流体の移送の開始（ステップS1102）、マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dの合流点への移送（ステップS1103）、マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dの内部での混合・反応（ステップS1104）、混合流体のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dからの排出（ステップS1105）、残量がなくなったことの検知（ステップS1106）、流体の切り替え（ステップS1107）を進める。

[0164] マイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dに向けて送られる流体を切り替えた後、各流体の移送が続けられると、最終段の第4マイ

クロリアクタ107dから所望の目的物が排出されなくなるため（ステップS1108）、その状態になったことを成分の測定によって検知する。目的の成分の量は、システムの運転中、流体検知センサ901によって適宜の時間間隔で測定される。

[0165] 所望の目的物が排出されなくなったことが測定されると、最終段の第4マイクロリアクタ107dの下流に接続される容器を、回収用容器108から廃棄用容器1001に切り替える（ステップS1109）。回収用バルブ1002は、流体検知センサ901による計測に基づいて、回収用容器108への流路を閉鎖している状態に制御される。廃棄用バルブ1003は、流体検知センサ901による計測に基づいて、廃棄用容器1001への流路を開放している状態に制御される。

[0166] 廃棄用容器1001に切り替えた後、各流体用ポンプ707、708、709、710、711による移送を終了する（ステップS1110）。各流体の移送は、各流体用ポンプ707、708、709、710、711を停止することによって中止される。各流体用ポンプ707、708、709、710、711は、流体検知センサ901による計測に基づいて、原料の各流体が排出されなくなったことが測定されたときに停止してもよい。その後、システムの運転を終了する（ステップS1111）。

[0167] このようなマイクロリアクタシステム5によると、最終段の第4マイクロリアクタ107dの下流で、回収用容器108と廃棄用容器1001とが切り替えられるため、適切な混合比で混合された目的物を効率的・高純度に回収する一方で、適切な混合比で混合されなかった不要物や、毒物、危険物等の原料の流体を、廃棄物として安全に回収することができる。廃棄時の接触によるリスクを低減することができるため、不要な流体を安全に取り扱うことができる。

[0168] <第6実施形態>

次に、本発明の第6実施形態に係るマイクロリアクタシステムについて、図を参照しながら説明する。

[0169] 図12は、第6実施形態に係るマイクロリアクタシステムの模式図である。

図12に示すように、第6実施形態に係るマイクロリアクタシステム6は、前記のマイクロリアクタシステム5と同様に、複数のマイクロリアクタ107a, 107b, 107c, 107dと、回収用容器108と、チューブ109と、流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706と、流体用ポンプ707, 708, 709, 710, 711と、流体センサ712, 713, 714, 715, 716と、流体検知センサ901と、廃棄用容器1001と、回収用バルブ1002と、廃棄用バルブ1003と、を備えている。

[0170] マイクロリアクタシステム6が、前記のマイクロリアクタシステム5と異なる点は、各流体用容器701, 702, 703, 704, 705, 706が、下方が開放される形状のラック1201に支持されており、各流体を鉛直下方向に排出するように設置されている点である。

[0171] ラック1201は、それ自体の接地面よりも上方に流体用容器を支持し、支持された流体用容器の下方が開放される形状に設けられる。このようなラック1201によると、排出口が底部に設けられた流体用容器を支持させた状態や、排出口が天井部に設けられた流体用容器を反転させて支持させた状態で、排出口への配管の接続や、容器内の流体の排出を行うことができる。容器の底部付近を含めた流体を重力で排出させることができるため、原料の流体の利用効率が低下し難くなる。

[0172] ラック1201は、流体用容器の下方が開放され、流体用容器の排出口にチューブ109等の配管を接続し得る限り、流体用容器の支持法が、特に制限されるものではない。流体用容器の支持法としては、台状部、網状部等への載置や、架橋部等への吊り下げや、枠状部等への抱持や、支持部材による把持・挟持等であってもよい。

[0173] 図13は、流体用容器を設置する方法を示す図である。図13Aは、3Dバッグをラックの台状部に載置する方法を示す図である。図13Bは、2D

バッグをラックに吊り下げる方法を示す図である。図13Cは、3Dバッグをラックの枠状部に抱持させる方法を示す図である。

- [0174] 図13A、図13Bおよび図13Cにおいて、符号1301は、流体用容器の一例であり、三次元的形状に設けられた3Dバッグ、符号1302は、流体用容器の一例であり、扁平な二次元的形状に設けられた2Dバッグを示す。3Dバッグ1301には、底面の中央付近に排出部1311が設けられている。同様に、2Dバッグ1302には、底面の中央付近に排出部1321が設けられている。これらの排出部1311、1321は、チューブ109等の配管が接続可能である。
- [0175] 図13Aに示すように、流体用容器を支持するラック1201は、台状部を備える台型ラック1201Aとして設けることができる。台型ラック1201Aは、平板状の底板部1211と、左右一対の平板上の側板部1212と、平板上の天板部1213と、を備えている。
- [0176] 底板部1211、側板部1212および天板部1213は、前面と後面が開いた直方体状のラックを形成している。天板部1213には、一辺の中央付近から、主面の中心付近まで、切欠き1214が設けられている。切欠き1214は、配管を接続する作業が可能な程度の幅に設けられている。
- [0177] 図13Aに示すように、台型ラック1201Aの天板部1213には、排出部1311が切欠き1214と重なるように、3Dバッグ1301を載置することができる。天板部1213は、接地される底板部1211の上方に側板部1212で支持される。そのため、3Dバッグ1301の下方が開放される構造となる。
- [0178] また、図13Bに示すように、流体用容器を支持するラック1201は、架橋部を備える吊下型ラック1201Bとして設けることができる。吊下型ラック1201Bは、矩形状の底部および天井部の骨格を形成する枠部材1221と、矩形状の天井部の頂点を支持するための柱部材1222と、矩形状の天井部を横断的に架橋する架橋部材1223と、支持対象物を釣るためのフック1224と、を備えている。

- [0179] 枠部材 1 2 2 1 および柱部材 1 2 2 2 は、直方体状に組まれて骨格状のラックを形成している。架橋部材 1 2 2 3 は、両端が枠部材 1 2 2 1 に固定されており、天井面を横断する架橋部を形成している。フック 1 2 2 4 は、天井面を横断する架橋部の中央付近に位置するように架橋部材 1 2 2 3 に取り付けられている。
- [0180] 図 1 3 B に示すように、吊下型ラック 1 2 0 1 B のフック 1 2 2 4 には、吊り下げ用の係止部を設けた 2 D バッグ 1 3 0 2 を吊り下げることができる。柱部材 1 2 2 2 の長さや、フック 1 2 2 4 の高さは、2 D バッグ 1 3 0 2 よりも長く設けられる。そのため、2 D バッグ 1 3 0 2 の下方が開放される構造となる。
- [0181] また、図 1 3 C に示すように、流体用容器を支持するラック 1 2 0 1 は、枠状部を備える枠台型ラック 1 2 0 1 C として設けることができる。枠台型ラック 1 2 0 1 C は、矩形状の底部の骨格を形成する底部材 1 2 3 1 と、矩形状の天井部の頂点を支持するための柱部材 1 2 3 2 と、矩形状の天井部の骨格を形成する枠部材 1 2 3 3 と、を備えている。
- [0182] 底部材 1 2 3 1、柱部材 1 2 3 2 および枠部材 1 2 3 3 は、直方体状に組まれて骨格状のラックを形成している。枠部材 1 2 3 3 は、3 D バッグ 1 3 0 1 の外縁部を下方から支持するために、矩形状の天井部の骨格の内寸が、3 D バッグ 1 3 0 1 の縦幅や横幅よりも、やや小さくなるように設けられる。
- [0183] 図 1 3 C に示すように、枠台型ラック 1 2 0 1 C の枠部材 1 2 3 3 の上には、排出部 1 3 1 1 が下方を向くように、3 D バッグ 1 3 0 1 の周囲が支持されるように抱持させることができる。枠部材 1 2 3 3 は、接地される底部材 1 2 3 1 の上方に柱部材 1 2 3 2 で支持される。そのため、3 D バッグ 1 3 0 1 の下方が開放される構造となる。
- [0184] このような台型ラック 1 2 0 1 A や、吊下型ラック 1 2 0 1 B や、枠台型ラック 1 2 0 1 C を用いると、流体用容器の内部の流体を鉛直下方向に排出することができる。そのため、マイクロリアクタシステム 5 等において、流

体用容器に用意した原料の流体を、流体用容器の内部に多量に残存させることなく、容器の底部付近まで利用することができる。チューブ等の配管を流体用容器の上部から挿入して、容器内の流体を上部から吸引する場合と比較して、容器内の流体を、より効率よく利用することができる。

[0185] 台型ラック 1201A や、吊下型ラック 1201B や、枠台型ラック 1201C のいずれであっても、3D バッグ 1301、2D バッグ 1302 等のような流体用容器と共に、電子天秤に搭載することができる。これらのラックは、骨格状ないし中空状であるため、軽量に設けることが可能であり、ラック自体の重量による測定の誤差が低減され易くなる。

[0186] 以上、本発明の実施形態及び変形例について説明したが、本発明は、前記の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。例えば、本発明は、必ずしも前記の実施形態が備える全ての構成を備えるものに限定されるものではない。或る実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えたり、或る実施形態の構成の一部を他の実施形態に追加したり、或る実施形態の構成の一部を省略したりすることも可能である。

[0187] 例えば、前記のマイクロリアクタシステム 1 は、複数のマイクロリアクタを直列に接続した構成としてもよい。すなわち、前記のマイクロリアクタシステム 3 において、流体系統毎に、個別に切替用の流体を用意することもできる。また、前記のマイクロリアクタシステム 3 において、一部の流体系統に対して、個別に切替用の流体を用意し、残りの流体系統に対して、共通化した切替用の流体を用意してもよい。

[0188] また、前記のマイクロリアクタシステム 1、2、3、4、5、6 は、直列に接続されるマイクロリアクタの段数が、1 以上の任意の数であってよい。各段のマイクロリアクタでは、2 種類以上の任意の種類数の流体が混合されてもよい。

[0189] また、前記の流体検知センサ 901、廃棄用容器 1001、回収用バルブ 1002、廃棄用バルブ 1003、ラック 1201 は、前記のマイクロリア

クタシステム 1, 2 等に備えてもよい。

[0190] また、流体用容器、回収用容器、廃棄用容器、流体用ポンプ、流体センサ、切替器、ラック等は、その機能を損なわない限り、設置位置が変更されてもよいし、一部の設置が省略されてもよい。流体用容器に用意する流体としては、液体を用いてもよいし、気体を用いてもよいし、固体を含む液体を用いてもよいし、気体を含む液体を用いてもよいし、液体と気体との組み合わせを用いてもよく、流体として扱える種々のものを用いることができる。

[0191] また、前記のマイクロリアクタシステム 1, 2, 3, 4, 5, 6 が備えるマイクロリアクタは、少なくとも二流体を混合する微小流路を有するものであれば、適宜の形状であってよい。例えば、平面視で Y 字型、T 字型等の適宜の形状に設けることができるし、流体が多層流を形成して合流する形状に設けることもできる。二流体が流入して合流するまでの流路体積は、偏っていてもよいし、偏っていなくてもよい。

符号の説明

[0192] 1, 2, 3, 4, 5, 6 マイクロリアクタシステム

- 1 0 1 第 1 流体用容器 (第 1 の容器)
- 1 0 2 第 2 流体用容器 (第 2 の容器)
- 1 0 3 第 3 流体用容器 (第 3 の容器)
- 1 0 4 第 4 流体用容器 (第 4 の容器)
- 1 0 5 第 1 流体用ポンプ (第 1 のポンプ)
- 1 0 6 第 2 流体用ポンプ (第 2 のポンプ)
- 1 0 7 マイクロリアクタ
- 1 0 8 回収用容器
- 1 0 9 チューブ
- 1 1 0 第 1 流体センサ (第 1 の測定手段)
- 1 1 1 第 2 流体センサ (第 2 の測定手段)
- 1 1 2 第 1 切替器 (第 1 の切替手段)
- 1 1 3 第 2 切替器 (第 2 の切替手段)

- 2 0 0 マイクロリアクタ
- 2 1 0 高流量側流入口
- 2 1 1 低流量側流入口
- 2 2 0 高流量側流路（微小流路）
- 2 2 1 低流量側流路（微小流路）
- 2 2 2 排出流路（微小流路）
- 2 3 0 合流点
- 2 4 0 流出口
- 7 0 1 流体A用容器（初段第1流体用の容器）
- 7 0 2 流体B用容器（初段第2流体用の容器）
- 7 0 3 流体C用容器（被混合流体用の容器）
- 7 0 4 流体D用容器（被混合流体用の容器）
- 7 0 5 流体E用容器（被混合流体用の容器）
- 7 0 6 流体F用容器
- 7 0 7 流体A用ポンプ（初段第1流体用のポンプ）
- 7 0 8 流体B用ポンプ（初段第2流体用のポンプ）
- 7 0 9 流体C用ポンプ（被混合流体用のポンプ）
- 7 1 0 流体D用ポンプ（被混合流体用のポンプ）
- 7 1 1 流体E用ポンプ（被混合流体用のポンプ）
- 7 1 2 流体Aセンサ（初段第1流体用の測定手段）
- 7 1 3 流体Bセンサ（初段第2流体用の測定手段）
- 7 1 4 流体Cセンサ（被混合流体用の測定手段）
- 7 1 5 流体Dセンサ（被混合流体用の測定手段）
- 7 1 6 流体Eセンサ（被混合流体用の測定手段）
- 7 1 7 流体A切替器（初段第1流体用の切替手段）
- 7 1 8 流体B切替器（初段第2流体用の切替手段）
- 7 1 9 流体C切替器（被混合流体用の切替手段）
- 7 2 0 流体D切替器（被混合流体用の切替手段）

7 2 1 流体E切替器（被混合流体用の切替手段）

9 0 1 流体検知センサ

1 0 0 1 廃棄用容器

1 0 0 2 回収用バルブ

1 0 0 3 廃棄用バルブ

1 2 0 1 ラック

1 3 0 1 3 Dバッグ

1 3 0 2 2 Dバッグ

請求の範囲

- [請求項1] 流体が導入される2つの流入口と前記流体を合流させる流路とを有し、一方の前記流入口から導入される第1流体と他方の前記流入口から導入される第2流体とを前記流路で混合するマイクロリアクタと、
前記第1流体が用意される第1の容器と、
前記第2流体が用意される第2の容器と、
前記第1流体を前記流入口に向けて送る第1のポンプと、
前記第2流体を前記流入口に向けて送る第2のポンプと、
前記第1の容器内の前記第1流体の量を測定するための第1の測定手段と、
前記第2の容器内の前記第2流体の量を測定するための第2の測定手段と、
前記マイクロリアクタに送られる前記第1流体および前記第2流体のうちの少なくとも一方を、前記第1流体および前記第2流体と異なる流体に切り替える切替手段と、を備えるマイクロリアクタシステム。
- [請求項2] 請求項1に記載のマイクロリアクタシステムであって、
前記第1流体および前記第2流体の移送が開始された後、前記第1の容器および前記第2の容器のうちの一方の前記容器内の前記流体がなくなったことが測定されたときに、当該流体を前記第1流体および前記第2流体とは異なる流体に切り替え、
他方の前記容器内の前記流体を前記第1流体および前記第2流体とは異なる流体に切り替えることなく、前記第1流体および前記第2流体の移送を終了するマイクロリアクタシステム。
- [請求項3] 請求項1に記載のマイクロリアクタシステムであって、
前記第1流体および前記第2流体の移送が開始された後、前記第1の容器および前記第2の容器のうちの一方の前記容器内の前記流体がなくなったことが測定されたときに、当該流体を前記第1流体および

前記第 2 流体とは異なる流体に切り替えると共に、他方の流体を前記第 1 流体および前記第 2 流体とは異なる流体に切り替えるマイクロリアクタシステム。

[請求項 4]

請求項 1 に記載のマイクロリアクタシステムであって、

前記第 1 流体および前記第 2 流体の移送が開始された後、前記第 1 の容器および前記第 2 の容器のうちの一方の前記容器内の前記流体がなくなったことが測定されたときに、当該流体を前記第 1 流体および前記第 2 流体とは異なる流体に切り替え、

先になくなった前記流体を切り替えた後、他方の前記容器内の前記流体がなくなったことが測定されたときに、当該流体を前記第 1 流体および前記第 2 流体とは異なる流体に切り替えるマイクロリアクタシステム。

[請求項 5]

請求項 1 に記載のマイクロリアクタシステムであって、

前記第 1 流体および前記第 2 流体とは異なる第 3 流体が用意される第 3 の容器と、

前記第 1 流体および前記第 2 流体とは異なる第 4 流体が用意される第 4 の容器と、を備え、

前記切替手段は、

前記マイクロリアクタに送られる前記第 1 流体を前記第 3 流体に切り替える第 1 の切替手段と、

前記マイクロリアクタに送られる前記第 2 流体を前記第 4 流体に切り替える第 2 の切替手段と、であるマイクロリアクタシステム。

[請求項 6]

請求項 1 に記載のマイクロリアクタシステムであって、

前記第 1 流体および前記第 2 流体とは異なる第 3 流体が用意される第 3 の容器を備え、

前記切替手段は、

前記マイクロリアクタに送られる前記第 1 流体を前記第 3 流体に切り替える第 1 の切替手段と、

前記マイクロリアクタに送られる前記第2流体を前記第3流体に切り替える第2の切替手段と、であるマイクロリアクタシステム。

[請求項7]

流体が導入される2つの流入口と前記流体を合流させる流路とを有し、一方の前記流入口から導入される初段第1流体と他方の前記流入口から導入される初段第2流体とを前記流路で混合する初段のマイクロリアクタと、

初段の前記マイクロリアクタの下流に直列に設置され、流体が導入される2つの流入口と前記流体を合流させる流路とを有し、一方の前記流入口から導入される前段のマイクロリアクタで生じた混合流体と他方の前記流入口から導入される被混合流体とを前記流路で混合する次段以降の複数のマイクロリアクタと、

前記初段第1流体が用意される初段第1流体用の容器と、

前記初段第2流体が用意される初段第2流体用の容器と、

次段以降の前記マイクロリアクタ毎に設置され、前記被混合流体が用意される複数の被混合流体用の容器と、

前記初段第1流体を初段の前記マイクロリアクタの一方の前記流入口に向けて送る初段第1流体用のポンプと、

前記初段第2流体を初段の前記マイクロリアクタの他方の前記流入口に向けて送る初段第2流体用のポンプと、

次段以降の前記マイクロリアクタ毎に設置され、前記被混合流体を次段以降の前記マイクロリアクタの他方の前記流入口に向けて送る複数の被混合流体用のポンプと、

前記初段第1流体用の容器内の前記初段第1流体の量を測定するための初段第1流体用の測定手段と、

前記初段第2流体用の容器内の前記初段第2流体の量を測定するための初段第2流体用の測定手段と、

次段以降の前記マイクロリアクタ毎に設置され、前記被混合流体用の容器内の前記被混合流体の量を測定するための複数の被混合流体用の

の測定手段と、

前記初段のマイクロリアクタに送られる前記初段第1流体を、前記初段第1流体、前記初段第2流体および前記被混合流体と異なる流体に切り替える初段第1流体用の切替手段と、

前記初段のマイクロリアクタに送られる前記初段第2流体を、前記初段第1流体、前記初段第2流体および前記被混合流体と異なる流体に切り替える初段第2流体用の切替手段と、

次段以降の前記マイクロリアクタ毎に設置され、前記次段以降のマイクロリアクタに送られる前記被混合流体を、前記初段第1流体、前記初段第2流体および前記被混合流体と異なる流体に切り替える複数の被混合流体用の切替手段と、を備えるマイクロリアクタシステム。

[請求項8]

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のマイクロリアクタシステムであって、

前記マイクロリアクタの下流に、前記マイクロリアクタで混合された流体中の成分の量を測定する成分測定手段を備えるマイクロリアクタシステム。

[請求項9]

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のマイクロリアクタシステムであって、

前記マイクロリアクタの下流に、混合された流体を回収するための回収用容器と、流体を廃棄するための廃棄用容器とが接続されているマイクロリアクタシステム。

[請求項10]

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のマイクロリアクタシステムであって、

前記容器のうちの一以上は、前記容器の下方が開放されるラックに支持されて、前記流体を鉛直下方向に排出するマイクロリアクタシステム。