

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4459246号
(P4459246)

(45) 発行日 平成22年4月28日(2010.4.28)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.

F I

B O 1 F 3/08 (2006.01)

B O 1 F 3/08 Z

B O 1 F 5/00 (2006.01)

B O 1 F 5/00 A

B 8 1 B 1/00 (2006.01)

B 8 1 B 1/00

B O 1 J 19/00 (2006.01)

B O 1 J 19/00 3 2 1

B O 1 F 13/00 (2006.01)

B O 1 F 13/00 Z

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-51866 (P2007-51866)

(22) 出願日 平成19年3月1日(2007.3.1)

(62) 分割の表示 特願2002-10561 (P2002-10561)
の分割

原出願日 平成14年1月18日(2002.1.18)

(65) 公開番号 特開2007-185658 (P2007-185658A)

(43) 公開日 平成19年7月26日(2007.7.26)

審査請求日 平成19年3月1日(2007.3.1)

(73) 特許権者 306037311

富士フイルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳

(74) 代理人 100084995

弁理士 加藤 和詳

(74) 代理人 100085279

弁理士 西元 勝一

(74) 代理人 100099025

弁理士 福田 浩志

(72) 発明者 市川 靖典

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写
真フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロミキサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体を複数の供給口を通してそれぞれ1本のミキシング流路内へ導入し、これらの流体を薄片状の層流として流通させつつ、流体同士をその接触界面の法線方向へ拡散し、混合するマイクロミキサーであって、

外部から供給された流体が一端部から他端部へ向ってそれぞれ流通する複数の流体供給路と、

前記複数の流体供給路の他端部にそれぞれ開口し、前記流体供給路内における流体の流通方向と直交する所定の拡散方向に沿って互いに隣接するように配設された複数の供給口と、

一端部が前記複数の供給口に接続され、該複数の供給口を通して導入された流体を他端部から吐出するミキシング流路と、

前記ミキシング流路内を流通する流体に前記拡散方向に沿ってマイクロ波を照射する拡散制御手段と、を有し、

少なくとも一対の前記拡散制御手段を、前記ミキシング流路の断面中心に対して対称的に配置したことを特徴とするマイクロミキサー。

することを特徴とするマイクロミキサー。

【請求項2】

前記流通方向に沿って複数の前記拡散制御手段を配列し、該複数の拡散制御手段をそれぞれ独立して駆動及び制御可能としたことを特徴とする請求項1記載のマイクロミキサー

。

【請求項 3】

前記複数の供給口の前記拡散方向に沿った開口幅を $1\ \mu\text{m}$ 以上で、 $500\ \mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のマイクロミキサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体を複数の流体供給路からそれぞれ 1 本のミキシング流路内へ導入し、これら流体を薄片状の層流としてミキシング流路内を流通させつつ、流体同士を混合し、又は混合及び反応させるマイクロミキサーに関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、写真感光材料に用いられる乳剤等の製造に係る化学工業や医薬品、試薬等の製造に係る医薬品工業の分野では、マイクロミキサー又はマイクロリアクターと呼ばれる微小容器を用いた新しい製造プロセスの開発が進められている。マイクロミキサー及びマイクロリアクターには、その断面を円形に換算した場合の等価直径が数 μm ～数百 μm 程度の複数のマイクロチャンネル及び、これらのマイクロチャンネルと繋がる混合空間が設けられており、このマイクロミキサー及びマイクロリアクターでは、複数のマイクロチャンネルを通して複数の溶液をそれぞれ混合空間へ導入することで、複数の溶液を混合し、又は混合と共に化学反応を生じさせる。なお、マイクロミキサーとマイクロリアクターとは基本的な構造が共通とされているが、特に、複数の溶液を混合する際に化学反応を伴うものをマイクロリアクターと言う場合がある。このことから、マイクロミキサーには、マイクロリアクターが含まれるものとして以下の説明を行う。このようなマイクロミキサーとしては、例えば、特許文献 1 及び特許文献 2

20

に開示されているものがある。これらのマイクロミキサーは、何れも、2 種類の溶液をそれぞれマイクロチャンネル等と呼ばれる微細な給液路を通し、極めて薄い薄片状の層流として混合空間内へ供給することで、この混合空間内で 2 種類の溶液同士を混合及び反応させるものである。

【0003】

次に、上記のようなマイクロミキサーによる混合及び反応がタンク等を用いたバッチ方式と異なる点を説明する。すなわち、液相の化学反応は、一般に反応液の界面において分子同士が出会うことによって反応が起こるので、微小空間内で反応を行うと相対的に界面の面積が大きくなり、反応効率は著しく増大する。また分子の拡散そのものも拡散時間は距離の二乗に比例する。このことは、スケールを小さくするに従って反応液を能動的に混合しなくても、分子の拡散によって混合が進み、反応が起こり易くなることを意味している。また、微小空間においては、スケールが小さいために層流支配の流れとなり、溶液同士が層流状態となって互いに拡散し、混合されて行く。

30

【0004】

上記のような特徴を有するマイクロミキサーを用いれば、例えば、混合及び反応の場として大容積のタンク等を用いた従来のバッチ方式と比較し、溶液同士の反応時間及び温度の精密な制御が可能になる。またバッチ方式の場合には、特に、反応速度が速い溶液環境では混合初期の反応接触面で反応が進行し、さらに溶液間の反応により生成された一次生成物が容器内で引き続き反応を受けてしまうことから、生成物の不均一や混合容器内で凝集や析出が生じてしまうおそれがある。

40

【0005】

これに対して、マイクロミキサーによれば、溶液が混合容器内に殆ど滞留することなく連続的に流通するので、溶液間の反応により生成された一次生成物が混合容器内に滞留する間に引き続き反応を受けてしまうことを抑止でき、従来では取り出すことが困難であった純粋な一次生成物を取り出すことも可能になり、また混合容器内での凝集や析出も生じ難くなる。

50

【 0 0 0 6 】

また、実験的な製造設備により製造された少量の化学物質を大規模の製造設備により多量に製造（スケールアップ）する際には、従来、実験的な製造設備に対し、バッチ方式による大規模の製造設備での再現性を得るために多大の労力及び時間を要していたが、必要となる製造量に応じてマイクロミキサーを用いた製造ラインを並列化することにより、このような再現性を得るための労力及び時間を大幅に減少できる可能性がある。

【 0 0 0 7 】

しかし、上記のようなマイクロミキサーでは、複数本の給液路にそれぞれ供給される溶液の種類に応じて、これらの溶液が均一に混合するまでの時間（混合時間）、又は溶液の混合と共に化学反応が実質的に完了するまでの時間（反応時間）が変化する。すなわち、溶液の粘度が高い程、一般的には混合時間及び反応時間が遅延し、また溶液間の化学反応に伴って凝集や析出等が生じる場合には、凝集物や析出物等が混合の阻害要因となり、すなわち溶液に対する拡散力の低下を生じさせ、混合時間及び反応時間を変化させてしまう。

10

【 0 0 0 8 】

一方、マイクロミキサーでは、混合空間における溶液の流通方向に沿った路長が一定であることから、溶液の流速が一定の場合には溶液が混合空間を通過する時間（通過時間）は一定となる。従って、混合空間における溶液の混合時間又は反応時間が通過時間よりも長い場合には、混合空間内における溶液の流速を遅くする必要があるので、マイクロミキサーによる溶液の処理速度が低下してしまう。このとき、溶液の処理速度の低下を防止するには、混合空間の路長を延長することが考えられるが、このような対応を採った場合は、マイクロミキサーの大型化や製造コストの増加等を生じさせる。また混合空間の路長を必要以上に延長した場合には、却って溶液の凝集、析出等を助長して混合空間内に目詰まりを発生させ、マイクロミキサーのメンテナンスが煩瑣になるという問題も生じる。

20

【 0 0 0 9 】

上記のような問題を解決するため、上記した特許文献 2 に開示されたマイクロミキサーでは、それぞれ溶液の供給部から櫛歯状に分岐した給液路が形成されたブロック状のミキサ素子にアクチュエータを連結し、このアクチュエータによりミキサ素子に振動を与え、この振動により複数の溶液の混合を調整している。

【特許文献 1】特表平 9 - 5 1 2 7 4 2 号公報、

30

【特許文献 2】P C T 国際公開公報 W O 0 0 / 6 2 9 1 3 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

しかしながら、特許文献 2 記載のマイクロミキサーは、複数本の給液路が形成されたミキサ素子のみに振動を与え、この振動を給液路内の溶液を介して混合空間内の溶液に伝搬することで、混合空間内における溶液の混合を調整するものである。このため、このようなマイクロミキサーでは、混合空間内における溶液の混合の進行及び、混合に伴う化学反応の進行を高い精度で制御することは難しく、例えば、混合空間内における溶液間の化学反応を段階的に進行させたい場合や、混合空間の全長に亘って溶液及び反応生成物を拡散混合したい場合には、このような混合又は化学反応の進行を実現できない。

40

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、上記事実を考慮して、複数の供給口を通してミキシング流路内に導入された流体の混合及び化学反応の進行を効果的に促進でき、かつ十分に高い精度で制御できるマイクロミキサーを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 1 に係るマイクロミキサーは、流体を複数の供給口を通してそれぞれ 1 本のミキシング流路内へ導入し、これらの流体を薄片状の層流として流通させつつ、流体同士をその接触界面の法線方向へ拡散し、混合するマイクロミキサーであって、外部から

50

供給された流体が一端部から他端部へ向ってそれぞれ流通する複数の流体供給路と、前記複数の流体供給路の他端部にそれぞれ開口し、前記流体供給路内における流体の流通方向と直交する所定の拡散方向に沿って互いに隣接するように配設された複数の供給口と、一端部が前記複数の供給口に接続され、該複数の供給口を通して導入された流体を他端部から吐出するミキシング流路と、記ミキシング流路内を流通する流体に前記拡散方向に沿ってマイクロ波を照射する拡散制御手段と、を有し、少なくとも一対の前記拡散制御手段を、前記ミキシング流路の断面中心に対して対称的に配置したことを特徴とする。

【0013】

上記請求項1記載のマイクロミキサーによれば、複数の流体供給路の他端部にそれぞれ開口し、流体供給路内における流体の流通方向と直交する所定の拡散方向に沿って互いに隣接するように配設された複数の供給口が設けられ、これら複数の供給口にミキシング流路の上流側の一端部が接続され、ミキシング流路内を流通する流体にマイクロ波を拡散方向に沿って照射することにより、複数の供給口を通してそれぞれミキシング流路内へ導入される複数種類の流体が供給口の開口幅に対応する薄片状の成層流となってミキシング流路内を流通すると共に、互いに隣接する成層流間の界面では微小な流体塊の拡散方向の移動がマイクロ波により促進され、また各流体の分子運動が増大するので、複数の供給口の開口幅をそれぞれ十分微小な幅にしておけば、複数の供給口をそれぞれ通してミキシング流路内へ導入された複数種類の流体を微小な流体塊の移動により効率的に混合でき、さらにミキシング流路内を流通する流体の分子運動を拡散制御手段からのマイクロ波により主として流体間の拡散方向に沿って増大できるので、流体が形成する成層流間の接触界面付近における分子の拡散方向の移動を増大させ、ミキシング流路内における流体間の混合及び混合に伴う化学反応を効率的に促進できる。

【0014】

このとき、少なくとも一対の拡散制御手段がミキシング流路の断面中心に対して互いに対称的に配置されていることから、ミキシング流路内へ供給された複数種類の流体が形成する成層流には、一対の拡散制御手段がそれぞれ発生するマイクロ波が照射されるので、流体が形成する成層流間の接触界面付近における分子の拡散方向の移動を、2方向から伝達されるマイクロ波により発生させることができる。

【0015】

また、指向性が強いマイクロ波により流体の分子運動を増大させるので、マイクロ流路内の特定の領域に存在する流体の分子運動を集中的に増大させることも可能になり、極めて高い精度でミキシング流路内における流体間の混合及び混合に伴う化学反応の進行を制御できるようになる。

【0016】

この結果、ミキシング流路に導入される流体の種類、液温、粘度、流速等に応じ、拡散制御手段により流体に伝達されるマイクロ波の周波数、強度等を適宜制御することで、ミキシング流路内における流体間の混合及び混合に伴う化学反応の進行を精密に制御できるようになる。

【0017】

ここで、混合の進行及び化学反応の進行を制御するとは、主として流体間の混合速度及び化学的な反応速度の制御を意味しているが、流体の混合に化学反応が伴う場合には、反応生成物の形状、サイズ等の性状や、反応生成物の合一又は凝集の促進及び抑制等を制御することにも含まれる。

【0018】

また本発明の請求項2に係るマイクロミキサーは、請求項1記載のマイクロミキサーにおいて、前記流通方向に沿って複数の前記拡散制御手段を配列し、該複数の拡散制御手段をそれぞれ独立して駆動及び制御可能としたことを特徴とする。

【0019】

また本発明の請求項3に係るマイクロミキサーは、請求項1又は2記載のマイクロミキサーにおいて、前記複数の供給口の前記拡散方向に沿った開口幅を1 μm 以上で、500

10

20

30

40

50

μm以下としたことを特徴とする。

【0020】

なお、請求項1乃至3の何れか1項記載のマイクロミキサーにおいて、外部から複数の流体供給路に供給される流体としては、例えば、液体、気体、液体中に金属微粒子等が分散された固液混合物、気体中に金属微粒子等が分散された固気混合物、液体中に気体が溶解せずに分散した気液混合物等も対象となり、また流体の種類が異なるとは、化学組成が異なる場合のみならず、例えば、温度、固液比等の状態が異なる場合も含まれる。

【発明の効果】

【0021】

以上説明したように本発明に係るマイクロミキサーによれば、複数の供給口を通してミキシング流路内に導入された流体の混合及び化学反応を効果的に促進でき、かつミキシング流路内における流体の混合及び化学反応の進行を十分に高い精度で制御できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態に係るマイクロミキサー及び、本発明には含まれない参考例に係るマイクロミキサーについてそれぞれ図面を参照して説明する。

【0023】

(第1の参考例)

図1には第1の参考例に係るマイクロミキサーの一例が示されている。このマイクロミキサー10は、2種類の溶液L1、L2を混合し、これらの溶液L1、L2が均一に混合された溶液LMを外部へ供給するためのものである。ここで、マイクロミキサー10により溶液L1、L2を混合する際には、溶液L1、L2間に化学反応が生じる場合と生じない場合とが考えられるが、本参考例に係るマイクロミキサーは何れの場合にも用いることができる。

【0024】

図1に示されるように、マイクロミキサー10は外形形状が全体として略角柱状に形成されており、装置の外殻部を構成する薄肉筒状のミキサー本体12を備えている。ここで、図中における直線Sはミキサー本体12の断面中心を結んだ軸心を示している。ミキサー本体12は軸直角断面が長方形とされており、このミキサー本体12内には、軸方向に沿った基端側(図1では左側)にミキサー本体12の内部空間を区画した隔壁板14が配置されている。この隔壁板14は、ミキサー本体12内の空間を断面の短手方向において略2等分し、これにより、ミキサー本体12内に軸方向に沿って直線的に延在する第1給液路16及び第2給液路18を形成している。

【0025】

図1(A)に示されるように、ミキサー本体12の基端部は蓋板20により閉塞されており、この蓋板20には2本の給液配管38、39が接続されている。これらの給液配管38、39を通して、給液路16、18内には、それぞれマイクロミキサー10の上流側に設置された2個の給液源(図示省略)から加圧状態とされた溶液L1及び溶液L2が給送される。これらの給液源は、例えば、溶液L1、L2を生成する他のマイクロミキサーや、溶液L1、L2を貯えた貯留タンク及びポンプ等からなる。

【0026】

図1(B)に示されるように、ミキサー本体12内の2本の給液路16、18の先端面には、それぞれ略長方形の第1給液口22及び第2給液口24がそれぞれ開口しており、これらの給液口22、24は、溶液L1、L2の拡散方向(矢印D方向)に沿って互いに隣接している。ここで、拡散方向は、給液路16、18内における溶液L1、L2の流通方向(矢印F方向)に直交する方向であり、本参考例ではミキサー本体12の軸直角断面における短手方向と一致している。また給液口22、24は、それぞれ拡散方向に直交する界面方向(矢印B方向)へ細長い長方形とされている。

【0027】

図1(A)に示されるように、ミキサー本体12内には、流通方向に沿って給液路16

10

20

30

40

50

、18の下流側に給液路16、18が合流する角柱状の空間が形成され、この空間は給液路16、18からそれぞれ供給された溶液L1、L2の混合又は、混合に伴う化学反応が行われるミキシング流路26とされている。このミキシング流路26は、流通方向に沿った上流側の端部が給液口22、24に接続され、下流側の端部がミキサー本体12の先端面に開口する出液口28へ連通している。またミキサー本体12の先端部には、出液口28の外周側に延出するように環状のフランジ部30が設けられている。

【0028】

ここで、第1給液口22の拡散方向に沿った開口幅W1は、1 μ m以上で500 μ m以下の範囲で、第1給液路16への溶液L1の供給量、種類等に応じて適宜設定される。また第2給液口24の拡散方向に沿った開口幅W2も、1 μ m以上で500 μ m以下の範囲で、第2給液路18への溶液L2の供給量、種類等に応じて適宜設定される。また給液口22、24の界面方向に沿った開口幅WBは少なくとも開口幅W1、W2以上の寸法に設定される。これらの開口幅W1、W2、WBはそれぞれ給液口22、24の開口面積を規定し、この給液口22、24の開口面積と溶液L1、L2の供給量に応じて、給液口22、24を通してミキシング流路26内へ導入される溶液L1、L2の初期流速が定まる。これらの開口幅W1、W2、WBのうち開口幅W1、W2については、例えば、給液口22、24を通してミキシング流路26内へ供給される溶液L1、L2の流速が互いに等しくなるように設定される。但し、溶液L1、L2が均一に混合するまでの時間（混合時間）の短縮を考えた場合には、当然、開口幅W1、W2は狭いほど有利となり、また隔壁板14の拡散方向に沿った厚さも可能な限り薄くすることが望まれる。

【0029】

マイクロミキサー10では、ミキシング流路26内で溶液L1、L2の混合が行われ、又は混合と共に化学反応が行われた溶液LMが出液口28から吐出される。溶液LMが溶液L1、L2の混合のみにより生成される場合には、ミキシング流路26の出口部までに溶液L1、L2が略均一に混合されている必要があり、また溶液LMが溶液L1、L2の混合及び化学反応により生成される場合には、ミキシング流路26の出口部までに溶液L1、L2が略均一に混合され、しかも溶液L1、L2間の化学反応も略完全に完了している必要がある。従って、ミキシング流路26の流通方向に沿った路長PF（図1（A）参照）は、溶液L1、L2の混合が完了し、又は混合及び化学反応が完了するような長さに設定する必要がある。なお、ミキサー本体12内には、常に、溶液L1、L2及びこれらが混合された溶液LMが隙間なく充填され、給液路16、18内から出液口28側へ流通しているものとする。

【0030】

ここで、ミキサー本体12の先端部には、フランジ部30と対になるフランジ部を有する出液配管（図示省略）が連結され、ミキサー本体12の出液口28から吐出された溶液LMは、出液配管を通して一時貯留用の貯留容器、溶液LMに対して次の処理を行うための他のマイクロミキサー等へ送られる。ここで、ミキサー本体12のフランジ部30と出液配管のフランジ部とは、ボルト及びナットを用いたねじ継手、一對のフランジ部の外周側からリング状の連結部材を嵌挿するフルェール継手等の各種の継手構造により連結することができ、また溶接により連結するようにしても良い。なお、出液配管としては、その下流側の端部に設けられたフランジ部がマイクロミキサー10のフランジ部30の形状と整合しているものならば、一般的な円筒状の金属パイプ等を用いることができる。

【0031】

ミキサー本体12には、その上面部及び下面部の下流側それぞれ密着するように、肉厚板状の振動発生器32が取り付けられている。これら一對の振動発生器32は、流通方向に沿った長さがミキシング流路26の長さと同程度とされ、界面方向に沿った幅がミキシング流路26の開口幅と同程度とされている。ここで、振動発生器32は、その上流端がミキシング流路26の上流端と一致するように配置されている。これにより、一對の振動発生器32は、ミキシング流路26における上面部の全体及び下面部の全体にそれぞれ正対する。また振動発生器32には、ミキサー本体12との密着面に振動部34が設けられ

ており、この振動部 3 4 は、振動発生器 3 2 の駆動時に、ミキサー本体 1 2 を介して所定周波数の振動をミキシング流路 2 6 内の溶液 L 1 , L 2 及び溶液 L M へ伝達する。このとき、振動部 3 4 からの振動は、図 1 の矢印 V に示されるように、拡散方向に沿って溶液 L 1 , L 2 及び溶液 L M に伝達され、この伝達振動により溶液 L 1 , L 2 , L M の分子運動が拡散方向に沿って増大するので、溶液 L 1 , L 2 間の混合又は混合に伴う化学反応が促進される。

【 0 0 3 2 】

振動発生器 3 2 は、例えば、振動発生源としてピエゾ素子を用いており、このピエゾ素子への交流電流の供給により電流周波数に対応する振動を振動部 3 4 から発生させる。このとき、振動部 3 4 から発生する振動周波数としては、1 K H z ~ 1 0 M H z の範囲内、すなわち高周波及び超音波の帯域で制御される。具体的には、主として、ミキシング流路 2 6 内を流通する溶液 L 1 , L 2 が混合又は混合と共に化学反応する際に、所望とする溶液 L 1 , L 2 の混合速度又は化学的な反応速度に応じて振動周波数は適宜設定される。このとき、振動が伝達されるミキサー本体 1 2 及び溶液 L 1 , L 2 , L M における共振効果を考慮しなければ、通常、振動周波数が高い程、振動エネルギー（運動エネルギー）が大きくなるので、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 の混合及び化学反応の進行は促進されることになる。

【 0 0 3 3 】

図 1 (A) に示されるように、マイクロミキサー 1 0 には、一対の振動発生器 3 2 の駆動を制御する駆動制御部 3 6 が設けられている。この駆動制御部 3 6 は、ミキシング流路 2 6 内を溶液 L 1 , L 2 , L M が流通する際に、振動発生器 3 2 のオン及びオフ状態、オン時間及びオフ時間の比であるデューティ比、振動周波数を内部メモリ等に予め設定された制御条件に従うように制御する。この制御条件は、基本的には、溶液 L 1 , L 2 の種類、すなわち溶液 L 1 , L 2 の化学成分、液温、粘度等や、溶液 L 1 , L 2 間の混合に化学反応を伴う場合には、反応生成物の性質等に応じて異なるものになり、また溶液 L 1 , L 2 の供給量の変化、すなわちミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 の流速によっても異なるものになる。このような制御条件は、例えば、マイクロミキサー 1 0 が配置された製造ラインのオペレータが操作端末等を用いて設定したり、製造ライン全体を制御する上位のプロセスコンピュータが生産予定等に基づいて自動的に設定する。

【 0 0 3 4 】

上記のように構成されたマイクロミキサー 1 0 では、給液配管 3 8 , 3 9 を通して給液路 1 6 , 1 8 にそれぞれ加圧状態の溶液 L 1 , L 2 が供給されることにより、これらの溶液 L 1 , L 2 がそれぞれ給液路 1 6 , 1 8 内を流通し、給液口 2 2 , 2 4 を通して所定の流速を有する液流としてミキシング流路 2 6 内へ導入される。このとき、給液口 2 2 , 2 4 の開口幅 W 1 , W 2 が $1 \mu m \sim 500 \mu m$ という微小幅とされていることから、給液口 2 2 , 2 4 を通してミキシング流路 2 6 内へ導入される溶液 L 1 , L 2 は、それぞれ開口幅 W 1 , W 2 に対応する幅を有する薄片状の成層流となって出液口 2 8 側へ向って流れつつ、各成層流の接触界面ではその法線方向に沿って分子拡散が生じて溶液 L 1 , L 2 の混合が進行する。これと同時に、マイクロミキサー 1 0 では、一対の振動発生器 3 2 からの振動がミキシング流路 2 6 内の溶液 L 1 , L 2 , L M に拡散方向に沿って伝達されることから、ミキシング流路 2 6 内を流れる溶液 L 1 , L 2 の微小な流体塊の拡散方向の移動及び分子運動を伝達振動により増大できるので、溶液 L 1 , L 2 , が形成する成層流間の接触界面付近における分子の拡散方向の移動速度を増大させ、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 間の混合及び混合に伴う化学反応を効率的に促進できる。

【 0 0 3 5 】

従って、本参考例に係るマイクロミキサー 1 0 によれば、ミキシング流路 2 6 に導入される溶液 L 1 , L 2 の種類、液温、粘度等に応じ、振動発生器 3 2 により溶液 L 1 , L 2 , L M に伝達される振動の周波数等を適宜制御することで、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 間の混合及び混合に伴う化学反応の進行を精密に制御できるようになる。この結果、溶液 L 1 , L 2 間の混合速度及び化学的な反応速度を所望の速度に精密に制

10

20

30

40

50

御することが可能になり、特に、溶液 L 1 , L 2 間の混合に化学反応が伴う場合には、混合速度及び反応速度を精密に制御し、又は溶液 L 1 , L 2 , L M 中の反応生成物にも振動を伝達することで、この反応生成物の形状、サイズ等の性状や、反応生成物の合一又は凝集の促進及び抑制等を制御することも可能になる。

【 0 0 3 6 】

またマイクロミキサー 1 0 では、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 間の混合及び化学反応を振動発生器 3 2 からの振動により促進できるので、振動発生器 3 2 が無い場合と比較し、溶液 L 1 , L 2 を均一に混合し、又は混合に伴う化学反応を完了させるために必要となるミキシング流路 2 6 の路長 P F を短縮して装置を小型化できる。

【 0 0 3 7 】

なお、ミキシング流路 2 6 への溶液 L 1 , L 2 の供給時に、振動発生器 3 2 を常に駆動する必要はなく、溶液 L 1 , L 2 間の化学反応を緩慢に行いたい場合等は、振動発生器 3 2 を駆動停止させても良い。またミキサー本体 1 2 は、化学的な安定性が高く、振動の減衰が少ないステンレスや、銅、チタニウム合金、アルミニウム合金、金、白金等の金属材料を素材として形成されており、また耐腐食性を考慮して溶液 L 1 , L 2 , L M との接触部がガラス、セラミックス等の他の物質をコーティング又はメッキするようにしても良い。またミキサー本体 1 2 を十分に薄肉化できない場合や、振動の減衰が大きい素材により形成する必要がある場合には、ミキサー本体 1 2 にミキシング流路 2 6 へ面するように開口部を形成し、この開口部からミキシング流路 2 6 内へ振動部 3 4 が挿入されるように振動発生器 3 2 を配置しても良い。

【 0 0 3 8 】

次に、第 1 の参考例に係るマイクロミキサーの変形例について説明する。図 2 には第 1 の参考例に係るマイクロミキサーの変形例が示されている。構造上、図 2 に示されるマイクロミキサー 4 0 が図 1 に示されるマイクロミキサー 1 0 と異なる点は、流通方向に沿って 3 個の振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 がミキサー本体 1 2 に取り付けられ、振動発生器の個数が増加している点のみであり、他の点についてはマイクロミキサー 1 0 , 4 0 の構造は共通化されている。また振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 の構造自体も振動発生器 3 2 と共通化されている。

【 0 0 3 9 】

上述したように、ミキサー本体 1 2 には、その上面部及び下面部の下流側にそれぞれ密着するように振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 が 3 個ずつ取り付けられている。これら振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 は流通方向に沿って互いに隣接しており、その流通方向に沿った長さがミキシング流路 2 6 の長さの略 1 / 3 程度とされ、界面方向に沿った幅がミキシング流路 2 6 の開口幅と略等しくされている。ここで、最上流側に配置された振動発生器 4 2 の上流端はミキシング流路 2 6 の上流端と一致するように配置され、最下流側に配置された振動発生器 4 6 の下流端はミキシング流路 2 6 の下流端と略一致するように配置されている。これにより、上下 3 個ずつの振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 は、ミキシング流路 2 6 における上面部の全体及び下面部の全体にそれぞれ正対する。

【 0 0 4 0 】

図 2 (A) に示されるように、マイクロミキサー 4 0 には、振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 の駆動を制御する駆動制御部 4 8 が設けられている。この駆動制御部 4 8 は、ミキシング流路 2 6 内を溶液 L 1 , L 2 , L M が流通する際に、振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 のオン及びオフ状態、オン時間及びオフ時間の比であるデューティ比、振動周波数を内部メモリ等に予め設定された制御条件に従うように制御する。このとき、駆動制御部 4 8 は、流通方向に沿って異なる位置にある振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 をそれぞれ異なる制御条件に従って制御できる。

【 0 0 4 1 】

駆動制御部 3 6 に設定される制御条件は、基本的には図 1 に示されるマイクロミキサー 1 0 と同様に、溶液 L 1 , L 2 の種類、すなわち溶液 L 1 , L 2 の化学成分、液温、粘度等や、溶液 L 1 , L 2 間の混合に化学反応を伴う場合には、反応生物の性質等に応じて異

10

20

30

40

50

なるものになり、また溶液 L 1 , L 2 の供給量の変化、すなわちミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 の流速によっても異なるものになる。このような制御条件は、例えば、マイクロミキサー 1 0 が配置された製造ラインのオペレータが操作端末等を用いて設定したり、製造ライン全体を制御する上位のプロセスコンピュータが生産予定等に基づいて自動的に設定する。

【 0 0 4 2 】

上記のように構成されたマイクロミキサー 4 0 では、給液配管 3 8 , 3 9 を通して給液路 1 6 , 1 8 にそれぞれ加圧状態の溶液 L 1 , L 2 が供給されることにより、図 1 に示されるマイクロミキサー 1 0 と同様に、給液口 2 2 , 2 4 を通してミキシング流路 2 6 内へ導入される溶液 L 1 , L 2 は、それぞれ開口幅 W 1 , W 2 に対応する幅を有する薄片状の成層流となって出液口 2 8 側へ向って流れつつ、各成層流の接触界面ではその法線方向に沿って微小な流体塊の移動が促進され、また分子運動が増大して溶液 L 1 , L 2 の混合が進行し、これと同時に振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 からの振動がミキシング流路 2 6 内の溶液 L 1 , L 2 , L M に拡散方向に沿って伝達されるので、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 の分子の拡散方向の移動速度を増大させて混合及び混合に伴う化学反応を効率的に促進できる。

【 0 0 4 3 】

さらに、マイクロミキサー 4 0 では、流通方向に沿ってそれぞれ異なる位置に配置された振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 をそれぞれ異なる制御条件で駆動できるので、ミキシング流路 2 6 内を流通する溶液 L 1 , L 2 及び溶液 L M に伝達される振動を流通方向に沿って段階的に変化させることができる。この結果、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 の混合又は混合に伴う化学反応を 3 個の振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 にそれぞれ対応して異なる振動条件で促進できるので、図 1 に示されるマイクロミキサー 1 0 と比較し、ミキシング流路 2 6 内における溶液 L 1 , L 2 間の混合及び混合に伴う化学反応の進行を更に精密に制御できるようになる。

【 0 0 4 4 】

なお、ミキシング流路 2 6 への溶液 L 1 , L 2 の供給時に、3 個の振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 全てを同時に駆動する必要はなく、3 個の振動発生器 4 2 , 4 4 , 4 6 の何れかを選択的に駆動又は駆動停止させるようにしても良い。また本参考例にマイクロミキサー 1 0 , 4 0 では、 piezo 素子を振動発生源とする振動発生器 3 2 , 4 2 , 4 4 , 4 6 を用いているが、1 K H z ~ 1 0 M H z 程度の振動を発生できるものならば、どのような振動発生源を用いるものでも良く、例えば、モータにより駆動される偏心カム、電磁式アクチュエータ、空気圧力式アクチュエータ等を振動発生源として用いても良い。また本参考例に係るマイクロミキサー 1 0 , 4 0 では、ミキシング流路 2 6 内へ溶液 L 1 , L 2 , L M へ伝達する振動の強度（振動エネルギー）を変化させるために、振動発生器 3 2 , 4 2 , 4 4 , 4 6 により発生する振動の周波数を変化させていたが、振動の振幅を変化させることにより、振動エネルギーを変化させるようにしても良い。

【 0 0 4 5 】

（第 1 の実施形態）

図 3 には本発明の第 1 の実施形態に係るマイクロミキサーが示されている。このマイクロミキサー 1 1 0 は、第 1 の参考例に係るマイクロミキサー 1 0 , 4 0 と同様に、2 種類の溶液 L 1 , L 2 を同時に混合し、これらの溶液 L 1 , L 2 が均一に混合又は、混合に伴う化学反応が完了した溶液 L M を外部へ供給するためのものである。

【 0 0 4 6 】

図 3 に示されるように、マイクロミキサー 1 1 0 は全体として略円柱状に形成されており、装置の外殻部を構成する円筒状のミキサー本体 1 1 2 を備えている。ここで、図中における直線 S は装置の軸心を示しており、この軸心 S に沿った方向を装置の軸方向として以下の説明を行う。ミキサー本体 1 1 2 は、その軸方向に沿った基端部が先端側の部分に対して大径とされた大径部 1 1 4 とされており、この大径部 1 1 4 内には、外部から溶液 L 1 及び L 2 の供給を受ける一対の第 1 ヘッド部 1 1 6 及び第 2 ヘッド部 1 1 8 が設けら

れている。ミキサー本体 1 1 2 は、大径部に対して先端側の部分が内径一定の円管部 1 2 0 とされており、この円管部 1 2 0 の先端面には溶液 L M の出液口 1 2 2 が開口し、また円管部 1 2 0 の先端部には出液口 1 2 2 の外周側に延出するようにリング状のフランジ部 1 2 4 が設けられている。

【 0 0 4 7 】

ここで、ミキサー本体 1 1 2 の先端部には、フランジ部 1 2 4 と対になるフランジ部を有する出液配管（図示省略）が連結され、ミキサー本体 1 1 2 の出液口 1 2 2 から吐出された溶液 L M は、出液配管を通して一時貯留用の貯留容器、溶液 L M に対して次の処理を行うための他のマイクロミキサー等へ送られる。ここで、ミキサー本体 1 1 2 のフランジ部 1 2 4 と出液配管のフランジ部とは、ボルト及びナットを用いたねじ継手、一对のフランジ部の外周側からリング状の連結部材を嵌挿するフルール継手等の各種の継手構造により連結することができ、また溶接により連結するようにしても良い。

10

【 0 0 4 8 】

ミキサー本体 1 1 2 における大径部 1 1 4 の基端面は円板状の蓋板 1 2 6 により閉塞されており、この蓋板 1 2 6 の中心部には円形の嵌挿穴 1 2 8 が穿設されている。ミキサー本体 1 1 2 には、その大径部 1 1 4 内から円管部 1 2 0 内へ突出するように丸棒状の整流部材 1 3 0 が同軸的に配設されている。整流部材 1 3 0 の基端部は蓋板 1 2 6 の嵌挿穴 1 2 8 に嵌挿されて支持されている。また整流部材 1 3 0 の先端部には先端側へ向って縮径する円錐部 1 3 2 が形成されている。ここで、整流部材 1 3 0 の外径は円管部 1 2 0 の内径よりも小径とされ、この円管部 1 2 0 の内径との寸法差が円管部 1 2 0 内における溶液 L 1 , L 2 の流通量に基づいて設定される。

20

【 0 0 4 9 】

ミキサー本体 1 1 2 の大径部 1 1 4 内には、この大径部 1 1 4 内の空間を軸方向に沿って略 2 等分するように区画する円板状の仕切板 1 3 4 が配置されており、この仕切板 1 3 4 により区画された基端側及び先端側の空間は、それぞれ第 1 ヘッダ部 1 1 6 及び第 2 ヘッダ部 1 1 8 とされている。これらのヘッダ部 1 1 6 , 1 1 8 には、それぞれ給液配管 1 3 6 , 1 3 8 が接続されている。これらの給液配管 1 3 6 , 1 3 8 を通して、ヘッダ部 1 1 6 , 1 1 8 には、マイクロミキサー 1 1 0 の上流側に設置された 2 個の給液源（図示省略）から加圧状態とされた溶液 L 1 及び溶液 L 2 が供給される。これらの給液源は、例えば、溶液 L 1 , L 2 を生成する他のマイクロミキサーや、溶液 L 1 , L 2 を貯えた貯留タンク及びポンプ等からなる

30

仕切板 1 3 4 の中心部には、開口径が円管部 1 2 0 の内径と整流部材 1 3 0 の外径との中間寸法とされた円形の開口部が穿設されており、仕切板 1 3 4 には、開口部の周縁部から円管部 1 2 0 内へ突出するパイプ状の隔壁部材 1 4 0 が一体的に形成されている。この隔壁部材 1 4 0 は、円管部 1 2 0 及び整流部材 1 3 0 とそれぞれ同軸的に配置されており、円管部 1 2 0 と整流部材 1 3 0 との間の空間を内周側と外周側とに区画している。ここで、隔壁部材 1 4 0 により区画された外周側及び内周側の空間はそれぞれ第 1 給液路 1 4 2 及び第 2 給液路 1 4 4 とされ、これらの第 1 及び第 2 給液路 1 4 2 , 1 4 4 は、それぞれ基端部側で第 1 及び第 2 ヘッダ部 1 1 6 , 1 1 8 に連通している。またミキサー本体 1 1 2 の円管部 1 2 0 内には、隔壁部材 1 4 0 よりも先端側であって整流部材 1 3 0 の円錐部 1 3 2 よりも基端側に給液路 1 4 2 , 1 4 4 に対して肉厚とされた円筒状の空間が形成され、この円筒状の空間は、給液路 1 4 2 , 1 4 4 からそれぞれ供給された溶液 L 1 と溶液 L 2 との混合又は混合及び化学反応が行われるミキシング流路 1 4 6 とされている。

40

【 0 0 5 0 】

ミキサー本体 1 1 2 内には、円管部 1 2 0 の内周面と隔壁部材 1 4 0 の外周面との間に複数個（本実施形態では 4 個）のスペーサ 1 4 8 が介装されると共に、隔壁部材 1 4 0 の内周面と整流部材 1 3 0 の外周面との間にも複数個（本実施形態では 4 個）のスペーサ 1 5 0 が介装されている。これら複数個のスペーサ 1 4 8 , 1 5 0 はそれぞれ矩形プレート状に形成され、その表裏面部が円管部 1 2 0 内における溶液 L 1 , L 2 の流通方向（矢印 F 方向）と平行となるように支持されている。また複数個のスペーサ 1 4 8 , 1 5 0 は、

50

それぞれ軸心Sを中心とする周方向に沿って90°間隔で配置され、周方向における位置が互いに一致している。ここで、外周側のスペーサ148は隔壁部材140を円管部120に連結し、内周側のスペーサ150は整流部材130を隔壁部材140に連結すると共に、給液路142、144の径方向に沿った開口幅W1、W2(図3(A)参照)を設定している。これにより、隔壁部材140及び整流部材130がそれぞれ十分な強度で円管部120に連結固定され、溶液L1、L2の液圧や重力の影響により所定の位置から変移したり、変形することが防止されると共に、開口幅W1、W2が予め設定された寸法に確実に維持される。

【0051】

図3(B)に示されるように、第1給液路142及び第2給液路144の先端部には、それぞれミキシング流路146内へ開口する第1給液口152及び第2給液口154が形成されている。これらの給液口152、154は、それぞれ軸心Sを中心とする円軌跡に沿って開口し、互いに同心状となるように配設されている。ここで、第1給液口152の径方向に沿った開口幅W1は、1μm以上で500μm以下の範囲で、第1ヘッダ部116への溶液L1の供給量、種類等に応じて適宜設定される。また第2給液口154の径方向に沿った開口幅W2も、1μm以上で500μm以下の範囲で、第2ヘッダ部118への溶液L2の供給量、種類等に応じて適宜設定される。

【0052】

ここで、開口幅W1、W2は、それぞれ給液口152、154の開口面積を規定し、この給液口152、154の開口面積と溶液L1、L2の供給量に応じて、給液口152、154を通してミキシング流路146内へ導入される溶液L1、L2の初期流速が定まる。これらの開口幅W1、W2は、例えば、給液口152、154を通してミキシング流路146内へ供給される溶液L1、L2の流速が互いに等しくなるように設定される。但し、溶液L1、L2が均一に混合するまでの時間(混合時間)の短縮を考えた場合には、当然、開口幅W1、W2は狭いほど有利となり、また隔壁部材140の径方向に沿った厚さも可能な限り薄くすることが望まれる。

【0053】

円管部120内におけるミキシング流路146よりも先端側の空間は、ミキシング流路146内で溶液L1、L2の混合が行われ、又は混合及び化学反応が行われた溶液LMが出液口122へ向って流れる出液路156とされている。ここで、溶液LMが溶液L1、L2の混合のみにより生成される場合には、ミキシング流路146の出口部で溶液L1、L2が略均一に混合されている必要があり、また溶液LMが溶液L1、L2の混合及び化学反応により生成される場合には、ミキシング流路146の出口部で溶液L1、L2が略均一に混合され、しかも溶液L1、L2間の化学反応も略完全に完了している必要がある。従って、ミキシング流路146の溶液L1、L2の流通方向に沿った路長PF(図3(A)参照)は、溶液L1、L2の混合が完了し、又は混合及び化学反応が略完了するような長さ設定する必要がある。なお、ミキサー本体112内には、常に、溶液L1、L2及びこれらが混合された溶液LMが隙間なく充填され、ヘッダ部116、118から出液口122側へ流通しているものとする。

【0054】

図3(A)に示されるように、ミキサー本体112の円管部120には、ミキシング流路146に面するように複数の開口部158が穿設されている。これらの開口部158は、流通方向へはミキシング流路146の上流部、中間部及び下流部にそれぞれ対応する部位に穿設され、また軸心Sを中心とする周方向へは90°間隔で配置されている。従って、円管部120には、ミキシング流路146の上流部、中間部及び下流部にそれぞれ対応する部位に4個ずつ開口部158が穿設され、合計で12個の開口部158が設けられている。また円管部120の外周面上には、複数のマイクロ波発生器160が開口部158にそれぞれ対応するように取り付けられている。これらのマイクロ波発生器160には、その内周側に円柱突起状の嵌挿部162が設けられており、マイクロ波発生器160は、嵌挿部162を開口部158内へ嵌挿し、嵌挿部162の先端面をミキシング流路14

6 内へ露出させている。

【 0 0 5 5 】

マイクロ波発生器 1 6 0 は、駆動時に嵌挿部 1 6 2 の先端面からマイクロ波をミキシング流路 1 4 6 内の溶液 L 1 , L 2 , L M へ照射する。このとき、マイクロ波発生器 1 6 0 からのマイクロ波は、図 3 の破線で示されるように、溶液 L 1 , L 2 の拡散方向と一致する径方向に沿って溶液 L 1 , L 2 及び溶液 L M に照射される。このマイクロ波により溶液 L 1 , L 2 , L M の分子運動が拡散方向に沿って増大するので、溶液 L 1 , L 2 間の混合又は混合に伴う化学反応が促進される。

【 0 0 5 6 】

マイクロ波発生器 1 6 0 は、例えば、マイクロ波の発生源としてマグネトロンを用いており、このマグネトロンへの駆動電流の供給により電流値に対応する強度のマイクロ波を発生する。このとき、マイクロ波発生器 1 6 0 が発生するマイクロ波としては、周波数が 1 0 M H z 以上のものが選択される。具体的には、マイクロ波の周波数は、ミキシング流路 1 4 6 内を流通する溶液 L 1 , L 2 , L M に過度の発熱現象を発生させることなく、溶液 L 1 , L 2 , L M の分子運動を効率的に増加できる周波数が選択される。

【 0 0 5 7 】

図 3 (A) に示されるように、マイクロミキサー 1 1 0 には、マイクロ波発生器 1 6 0 の駆動を制御する駆動制御部 1 6 4 が設けられている。この駆動制御部 1 6 4 は、ミキシング流路 1 4 6 内を溶液 L 1 , L 2 , L M が流通する際に、マイクロ波発生器 1 6 0 のオン/オフ状態、マイクロ波の強度を内部メモリ等に予め設定された制御条件に従うように制御する。この制御条件は、基本的には、溶液 L 1 , L 2 の種類、すなわち溶液 L 1 , L 2 の化学成分、液温、粘度等や、溶液 L 1 , L 2 間の混合に化学反応を伴う場合には、反応生成物の性質等に応じて異なるものになり、また溶液 L 1 , L 2 の供給量の変化、すなわちミキシング流路 1 4 6 内における溶液 L 1 , L 2 の流速によっても異なるものになる。このような制御条件は、例えば、マイクロミキサー 1 1 0 が配置された製造ラインのオペレータが操作端末等を用いて設定したり、製造ライン全体を制御する上位のプロセスコンピュータが生産予定等に基づいて自動的に設定する。また駆動制御部 1 6 4 は、流通方向に沿って異なる位置にあるマイクロ波発生器 1 6 0 をそれぞれ異なる制御条件に従って制御できる。

【 0 0 5 8 】

上記のように構成された本実施形態に係るマイクロミキサー 1 1 0 では、第 1 の参考例に係るマイクロミキサー 1 0 , 4 0 と同様に、給液口 1 5 2 , 1 5 4 を通してそれぞれミキシング流路 1 4 6 内へ導入される 2 種類の溶液 L 1 , L 2 が給液口 1 5 2 , 1 5 4 の開口幅 W 1 , W 2 にそれぞれ対応する薄片状の層流となってミキシング流路 1 4 6 内を流通すると共に、互いに隣接する層流間の界面で各溶液 L 1 , L 2 の分子が相互に拡散するので、ミキシング流路 1 4 6 内へ導入された 2 種類の溶液 L 1 , L 2 を短時間で均一に混合し、又は混合に伴う化学反応を完了させ、溶液 L M を外部へ供給できる。このとき、マイクロ波発生器 1 6 0 からのマイクロ波がミキシング流路 1 4 6 内の溶液 L 1 , L 2 , L M に照射されるので、ミキシング流路 1 4 6 内における溶液 L 1 , L 2 の分子の拡散速度を増大させて混合及び混合に伴う化学反応を効率的に促進できる。

【 0 0 5 9 】

さらに、マイクロミキサー 1 1 0 では、流通方向に沿ってそれぞれ異なる位置に配置されたマイクロ波発生器 1 6 0 をそれぞれ異なる制御条件で駆動できるので、ミキシング流路 1 4 6 内を流通する溶液 L 1 , L 2 及び溶液 L M に照射されるマイクロ波を流通方向に沿って段階的に変化させることができる。この結果、ミキシング流路 1 4 6 内における溶液 L 1 , L 2 の混合又は混合に伴う化学反応をそれぞれ異なる位置にあるマイクロ波発生器 1 6 0 にそれぞれ対応して異なる振動条件で促進できるので、ミキシング流路 1 4 6 内における溶液 L 1 , L 2 間の混合及び混合に伴う化学反応の進行を精密に制御できるようになる。このとき、マイクロ波は、振動と比較して指向性が強いので、流通方向に沿って、ある位置にあるマイクロ波発生器 1 6 0 に対応する領域に存在する溶液 L 1 , L 2 , L

10

20

30

40

50

Mが他の位置にあるマイクロ波発生器 1 6 0 からのマイクロ波の影響を受けることを抑制できる。この結果、第 1 の実施形態に係るマイクロミキサー 1 0、4 0 と比較して、ミキシング流路 1 4 6 内における溶液 L 1、L 2、L M の混合及び混合に伴う化学反応の進行を更に精密に制御できるようになる。

【 0 0 6 0 】

なお、以上説明した第 1 の参考例に係るマイクロミキサー 1 0、4 0 及び第 1 の実施形態に係るマイクロミキサー 1 1 0 は、それぞれ 2 種類の溶液 L 1、L 2 をミキシング流路 2 6、1 4 6 内で混合又は、混合と共に化学反応させるものであったが、3 種類以上の溶液をミキシング流路内で混合又は、混合と共に化学反応させるマイクロミキサーにおいても、ミキシング流路内を流通する 3 種類以上の溶液に振動又はマイクロ波を作用させること
10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 1 】

【図 1】本発明の第 1 の参考例に係るマイクロミキサーについての構成を示す軸方向及び軸直角方向に沿った断面図である。

【図 2】本発明の第 1 の参考例に係るマイクロミキサーの変形例についての構成を示す軸方向及び軸直角方向に沿った断面図である。

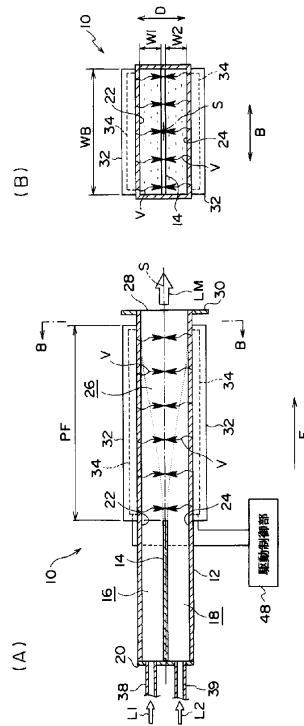
【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係るマイクロミキサーについての構成を示す軸方向及び軸直角方向に沿った断面図である。
20

【符号の説明】

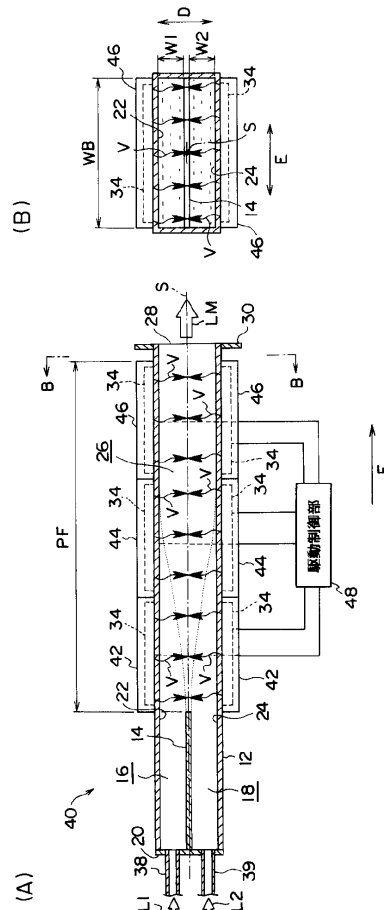
【 0 0 6 2 】

1 0	マイクロミキサー	
1 2	ミキサー本体	
1 6	第 1 給液路	
1 8	第 2 給液路	
2 2	第 1 給液口	
2 4	第 2 給液口	
2 6	ミキシング流路	30
3 2	振動発生器	
3 6	駆動制御部	
4 0	マイクロミキサー	
4 2	振動発生器	
4 4	振動発生器	
4 6	振動発生器	
4 8	駆動制御部	
1 1 0	マイクロミキサー	
1 4 2	第 1 給液路（流体供給路）	
1 4 4	第 2 給液路（流体供給路）	40
1 4 6	ミキシング流路	
1 5 2	第 1 給液口（供給口）	
1 5 4	第 2 給液口（供給口）	
1 6 0	マイクロ波発生器（拡散制御手段）	
1 6 4	駆動制御部（拡散制御手段）	

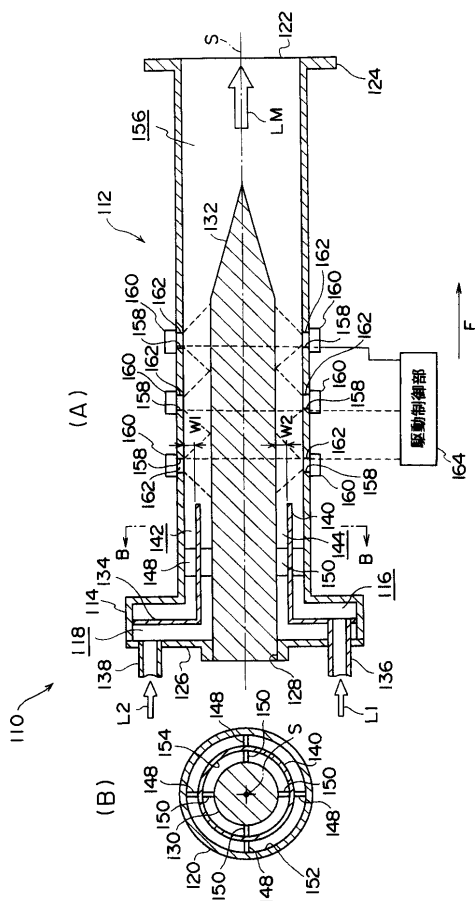
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 長沢 英治
神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内
- (72)発明者 白石 文子
神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フイルム株式会社内

審査官 山本 吾一

- (56)参考文献 特開2003-47840(JP,A)
特開平8-52337(JP,A)
国際公開第02/38262(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01F 3/00 - 5/00
B01F 11/00
B01F 13/00
G01N 37/00
B01J 19/00
JSTPlus(JDreamII)