

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-23406

(P2008-23406A)

(43) 公開日 平成20年2月7日(2008.2.7)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>B 0 1 J</b> 19/00	(2006.01)	B 0 1 J	19/00 3 2 1	4 G 0 7 5
<b>B 8 1 B</b> 1/00	(2006.01)	B 8 1 B	1/00	
<b>G 0 1 N</b> 37/00	(2006.01)	G 0 1 N	37/00 1 0 1	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-195154 (P2006-195154)	(71) 出願人	000005496
(22) 出願日	平成18年7月18日 (2006.7.18)		
		(74) 代理人	100101719
			弁理士 野口 恭弘
		(72) 発明者	太田 哲生
			神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士
			ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	高木 誠一
			神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士
			ゼロックス株式会社内
		Fターム(参考)	4G075 AA02 AA39 AA62 BA10 DA02
			EB01 EC25 FA01

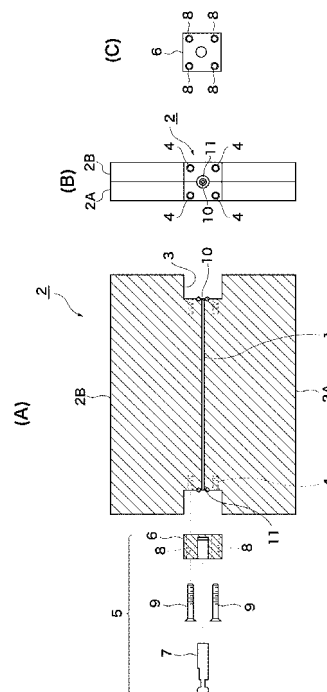
(54) 【発明の名称】 一体型接続部を有するマイクロリアクター装置

## (57) 【要約】

【課題】微小流路や給排チューブを閉塞したり汚したりすることがない接続部材を有し、その交換が容易なマイクロリアクター装置を提供すること。また、接続部においてスムーズな流れを得ることのできる一体型接続部を有するマイクロリアクター装置を提供すること。

【解決手段】マイクロリアクター本体、前記マイクロリアクター本体に形成された微小流路、及び、前記マイクロリアクター本体に着脱可能に設けられ、前記微小流路端部に給排パイプを接続する一体型接続部を有することを特徴とするマイクロリアクター装置、好ましくは、前記ジョイント部材の中心軸が、マイクロリアクター本体における前記微小流路端における接続方向に一致するように設ける。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

マイクロリアクター本体、  
前記マイクロリアクター本体内に形成された微小流路、及び、  
前記マイクロリアクター本体に着脱可能に設けられ、前記微小流路端部に給排パイプを  
接続する一体型接続部を有することを特徴とする

マイクロリアクター装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、マイクロリアクター装置に反応流体（液又は気体）を供給し又は排出するための給排パイプをマイクロリアクター本体に接続するための一体型接続部を有するマイクロリアクター装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

マイクロリアクターは、マイクロチャンネルリアクター又はマイクロ流体デバイスとも呼ばれ、典型的には数マイクロメートルから数百マイクロメートルの微小流路を有する微小反応器の総称である。マイクロリアクターを用いた化学反応のほとんどは流通系で行われる。微小流路を形成するためのマイクロリアクター本体には、種々の材質が用いられ、ガラス・プラスチック・金属・シリコンが例示できる。微小流路内の流通又は反応挙動を外部から観察するためには、ガラスやプラスチック等の透明な材質を使用することが便利である。

マイクロリアクター本体には、反応流体を供給（「導入」又は「注入」と同義である。）するための、及び排出（「回収」と同義である。）するためのパイプ（「チューブ」と同義である。）を接続するための接続部が必要である。このために、例えば液体クロマトグラフィー用接続部品を流用することも可能である。しかしながら、この場合、マイクロリアクター本体にすでに形成されている微小流路の部分に直接ネジ穴を開けようとすると、ネジ穴を掘削するときに出る削りかすが流路内に混入するおそれがあり、対策が必要となる。また、微小流路を２枚の基材の接合界面に形成したマイクロリアクター本体を用いる場合にはネジ止めが接合界面にくさびを入れるように働き、界面が剥がれるおそれもある。

## 【0003】

ガラス製やプラスチック製のマイクロリアクター本体に流体を供給又は排出するためのパイプを配管する場合、直接接着剤で貼り付けると簡便である。しかし、接着剤による接続は、微小流路や接続パイプを閉塞したり汚したりする懸念があり、一旦汚れるとこれを洗浄することが困難である。

このために、基材に試験液を通す流路を設けると共に、この流路に試験液を供給したり排出する供給パイプを取り付ける取付部を上記の供給口の周囲から突出するように上記基材に一体的に設けた化学マイクロデバイスが開示されている（特許文献１参照）。ここでは、流路は上基板と下基板の２つの基板の接着面に形成され、この２つの基板の接着前に取付部を予め上基板に一体的に取り付けた後に２つの基板を接着している。

化学マイクロデバイスの基材側面部に給排口が突出するように取り付けられている例が開示されている。この例では、流路を有する第１基材と、パイプを導入するパイプ取付部材を取り付けた第２基材とを接合して化学マイクロデバイスとしている（特許文献２参照）。

これらの特許文献１及び２では、パイプ取付部材の交換が容易でなく、又流路と直角方向に給排パイプが接続されたり、流路と給排パイプを接続する案内路が直角に交差しているために、スムーズな流体の導入と排出ができない。

## 【0004】

【特許文献１】特開２００４－１５０８９１号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 2】実用新案登録第 3 1 1 0 7 1 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明が解決しようとする一つの課題は、微小流路や給排パイプを閉塞したり汚したりすることがない接続部材を有し、その交換が容易なマイクロリアクター装置を提供することである。本発明が解決しようとする他の一つの課題は、接続部においてスムーズな流れを得ることのできる一体型接続部を有するマイクロリアクター装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、下記<1>の手段により解決された。好ましい実施態様である<2>~<7>と共に以下に記載する。

<1>マイクロリアクター本体、前記マイクロリアクター本体内に形成された微小流路、及び、前記マイクロリアクター本体に着脱可能に設けられ、前記微小流路端部に給排パイプを接続する一体型接続部を有することを特徴とするマイクロリアクター装置、

<2>マイクロリアクター本体が第1の基材及び第2の基材の接合により形成され、前記接合面に微小流路が形成された<1>に記載のマイクロリアクター装置、

<3>前記一体型接続部が、接続部本体、前記接続部本体に固定され給排パイプを接続可能なジョイント部材、及び、接続部本体をマイクロリアクター本体に着脱可能な固定手段を有する<1>又は<2>に記載のマイクロリアクター装置、

<4>前記ジョイント部材の中心軸が、マイクロリアクター本体における前記微小流路端における接線方向に一致するように設けられた<1>~<3>のいずれか1つに記載のマイクロリアクター装置、

<5>前記マイクロリアクター本体が微小流路端部付近に切り欠き部を有し、この切り欠き部に前記一体型接続部を着脱可能にはめ込んだ<1>~<4>のいずれか1つに記載のマイクロリアクター装置、

<6>前記接続部本体と前記マイクロリアクター本体との間に弾性部材で構成されたリング状の閉塞部材を取り付けた<1>~<5>のいずれか1つに記載のマイクロリアクター装置、

<7>第1の基材及び第2の基材が熱可塑性樹脂よりなる<1>~<6>のいずれか1つに記載のマイクロリアクター装置。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、マイクロリアクター本体の微小流路の端部にネジ穴加工をする必要がないので、流路が二つの基材の接合により形成されていても、接合面の接合を剥がすような外力が作用することがない。また、微小流路と給排パイプとがその接続部においてほぼ同一方向になるように接続可能であるため、粒子等の固形分を含んだ溶液等でも接続部で凝集を生じさせず、安定にかつ長時間の給排液が可能である。また、高粘度溶液を送液した場合も接続部が高圧送液にも耐えることができる。また、一体型接続部が着脱容易であるため、粒子の閉塞等が生じた場合でも、一体型接続部の交換や流路と給排パイプの清掃が簡単である。さらに、リアクター本体に直接給排パイプ接続のための加工をしていないため、一体型接続部の入れ替えにより給排パイプの種類やサイズの変更等が容易である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明のマイクロリアクター装置は、マイクロリアクター本体、前記本体内に形成された微小流路、及び、前記マイクロリアクター本体に着脱可能に設けられ、前記微小流路端部に給排パイプを接続する一体型接続部を有することを特徴とする。

以下、本発明のマイクロリアクター装置について、図面も参照しながら説明する。

【0009】

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明のマイクロリアクター装置の一例を示す概念図である。マイクロリアクター本体 2 は、2 枚の直方形アクリル樹脂板 2 A 及び 2 B を接合することにより形成されている。アクリル樹脂板 2 A の接合面のほぼ中央には、直線状流路が幅 500  $\mu\text{m}$ 、表面からの深さ 100  $\mu\text{m}$  で形成されている。このアクリル樹脂板 2 A と他の直方形アクリル樹脂板 2 B とを接合させることにより、微小流路 1 が形成されている。

マイクロリアクター本体 2 には、微小流路 1 の両端付近を含んで直方体状に切り取られた切り欠き部 3 が形成されている。この切り欠き部 3 には微小流路の端部 10 を中心にして 4 つのネジ穴 4 が設けられており、一体型接続部 5 はマイクロリアクター本体 2 の切り欠き部 3 に着脱可能に取り付けることができる。

一体型接続部 5 は、接続部本体 6 及びこの接続部本体 6 に給排パイプを接続するためのジョイント部材 7 よりなる。接続部本体 6 には 4 つの貫通穴 8 が設けられており、固定ネジ 9 によって、一体型接続部 5 をマイクロリアクター本体 2 に気密又は液密に取り付けることができる。マイクロリアクター本体 2 の微小流路端部と一体型接続部 5 の間に、弾性部材で構成されたリング状の閉塞部材 11 を挟み込んで密閉性を確保することができる。

#### 【0010】

本発明に使用できるマイクロリアクター本体の材質は、ガラス、プラスチック（合成樹脂）、金属及び半導体等から自由に選択できるが、透明なプラスチック（合成樹脂）を好ましく選択できる。アクリル樹脂板は、加工が容易であり、本発明に好ましく使用でき、日東樹脂（株）製のクラレックス S が例示できる。

#### 【0011】

本発明において、微小流路とは幅又は直径が好ましくは数  $\mu\text{m}$  ～数百  $\mu\text{m}$  の流路をいう。微小流路は、その幅又は直径が約 100  $\mu\text{m}$  ～約 2.0 mm とすることもできるが、100  $\mu\text{m}$  ～500  $\mu\text{m}$  が特に好ましい。

微小流路の幅又は直径が上記の数値の範囲内であると、粒子分散液を流しても粒子堆積で微小流路を閉塞させず、安定した層流を形成させることができる。

#### 【0012】

微小流路の形成方法は多岐にわたり、合成樹脂の射出成型により接合表面に半円形の窪みを有する板を成型して貼り合わせて円形の微小流路としても良い。また、接合する 2 枚の合成樹脂板の少なくとも片側の表面に所望の形状の窪みを微細加工により切削して貼り合わせて微小流路とすることもできる。微小流路の形成に使用できる微細加工手段の具体例としては、エンドミル、エッチング、YAG レーザー及び UV レーザーなどが挙げられる。

合成樹脂の表面に微小流路を形成した後、2 つの合成樹脂の表面同士を接着する場合、各種の公知の方法が採用でき、熱融着、接着剤による接着、超音波融着が例示できる。アクリル樹脂の接着には超音波融着などが好ましく用いられ、拡散接合が特に好ましい。

#### 【0013】

一体型接続部は、一体型接続部の基板を構成する接続部本体と、給排パイプを接続可能なジョイント部材とを有している。

なお、本発明において「給排パイプ」とは、マイクロリアクター本体に反応流体を供給（「導入」又は「注入」と同義である。）、もしくは排出（「回収」と同義である。）するためのパイプ（「チューブ」と同義である。）を意味する。

本発明に使用する一体型接続部の接続部本体の材質は、ガラス、プラスチック（合成樹脂）及び金属等から自由に選択できるが、透明なプラスチック（合成樹脂）を好ましく選択できる。接続部本体又はジョイント部の加工成形は機械加工でもよく、また、熱可塑性の合成樹脂の射出成型でも良い。

本発明において、給排パイプの材質は、ガラス、ゴム、プラスチック（合成樹脂）、金属等が使用できるが、プラスチック（合成樹脂）が好ましく、ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリビニルアルコール、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、これらの誘導体、及びこれらの共重合体等を好ましく選択できる。また、耐久性や機能性向上のた

10

20

30

40

50

めに、給排パイプを多層構造にして機能分離させてもよい。給排パイプの内径は、数 $\mu\text{m}$ ～数 $\text{mm}$ である。給排パイプの外径は、供給及び排出時の送液の圧力に耐え得るため、内径よりも数百 $\mu\text{m}$ ～数 $\text{mm}$ 大きいことが好ましい。

一体型接続部において、ジョイント部材は接続部本体に着脱可能であることが好ましい。例えば、図1では中心軸に流路を有する円筒形状のジョイント部材は、その接続部外周に設けたネジ山部で接続部本体に設けられたネジ溝部にネジ止めすることができる。接続部本体とジョイント部材との間には必要に応じて弾性を有する閉塞部材（オリング等）を使用しても良い。ジョイント部材の端部には給排パイプを接続するためにストッパーを有するパイプ接続部が設けられている。一体型接続部及びジョイント部材は、いくつかの実施態様を採ることができ、図1以外の実施態様は実施例に例示する。

10

#### 【0014】

本発明においてマイクロリアクター本体には一体型接続部が、好ましくは着脱可能に固定される。

マイクロリアクター本体に一体型接続部を固定する様式は、突出型でもよく、又は埋込型でも、この中間型でも良い。突出型は、矩形のマイクロリアクター本体に一体型接続部を外付けする方式である。これに対して、一体型接続部を固定する部分を凹状に切り欠いて、その部分に一体型接続部を埋め込むような埋込型とすることもできる。また、突出型と埋込型の中間である一部埋込型も採用できる。

#### 【0015】

マイクロリアクター本体と一体型接続部の接続部において、微小流路中のスムーズな流動を確保するためには、マイクロリアクター本体の微小流路端における微小流路の接線方向に一致する向きに一体型接続部のジョイント部材の中心軸がくるように設けることが好ましい。実施例3に示すように、半円形の微小流路においては、微小流路の端部の接線方向と給排パイプの向きが一致するように一体型接続部を設けている。

20

マイクロリアクター本体2の微小流路端部と一体型接続部5の間に、弾性部材で構成されたリング状の閉塞部材11を挟み込んで密閉性を確保することが好ましい。閉塞部材に用いられる弾性部材は、特に限定されず、ウレタン系ゴム、シリコン系ゴム及びフッ素系ゴムが例示できる。

#### 【実施例】

#### 【0016】

30

##### （実施例1）

図1に示すように、2枚の直方形アクリル樹脂板A及びB（日東樹脂（株）製、クラレックスS：縦76 $\text{mm}$ ×横100 $\text{mm}$ ×高さ8 $\text{mm}$ ）を重ね合わせ、重ね合わせ部を中心として含む樹脂板の側面部を一体型接続部の取り付け部分として、縦16 $\text{mm}$ ×横16 $\text{mm}$ ×高さ8 $\text{mm}$ の大きさだけ2箇所切り取り、対向する2つの切り欠き部を形成した。次いで、アクリル樹脂板Aにエンドミルを用いて微小流路（幅：500 $\mu\text{m}$ 深さ：100 $\mu\text{m}$ ）を直線状に形成した後、アクリル樹脂板AとBとを拡散接合により超音波融着して、接合面に微小流路を有するマイクロリアクター本体を作製した。

#### 【0017】

一体型接続部をマイクロリアクター本体に固定するために、マイクロリアクター本体の切り欠き部に微小流路の端部を中心にして4箇所にドリルを用いて穴をあけて（3 $\text{mm}$ ）ネジ切りをした。一体型接続部の接続部本体として使用するアクリル樹脂ブロック（縦16 $\text{mm}$ ×横16 $\text{mm}$ ×高さ8 $\text{mm}$ ）に、給排パイプを接続するためのジョイント部材をはめ込む穴（5 $\text{mm}$ ×深さ9 $\text{mm}$ ）をあけてネジ切りをした。接続部本体において、このネジ穴を中心にして、エンドミルを用いてマイクロリアクター本体のネジ穴の延長上に4つの貫通穴（5 $\text{mm}$ ）をあけた。ジョイント部材を接続した一体型接続部を、マイクロリアクター本体にO-リング（外：3.5 $\text{mm}$  内：1.0 $\text{mm}$ ）を介して固定ネジで固定した。

40

マイクロリアクター装置に給排パイプ（外径：3 $\text{mm}$  内径：2 $\text{mm}$  材質：シリコン樹脂）を接続して、トナー分散液をシリンジポンプにて送液したところ、8時間詰

50

まりもなく安定に送液することができた。

【 0 0 1 8 】

( 実施例 2 )

図 2 に示すように、一体型接続部の取り付け部分を 2 箇所切り取らない以外は、実施例 1 と同様にして、マイクロリアクター装置を製作した。一体型接続部がマイクロリアクター本体 1 2 の側面に突出して取り付けられたマイクロリアクター装置が得られた。

操作性は、実施例 1 と同様であった。

【 0 0 1 9 】

( 実施例 3 )

図 3 に示すように、マイクロリアクター本体 2 0 に形成された半円形の微小流路 2 1 に対して、流路端部における接線方向と給排パイプの向きが一致するように一体型接続部 5

10

を設けた。その他は実施例 2 と同様にしてマイクロリアクター装置を製作した。

操作性は、実施例 2 と同様であった。

【 0 0 2 0 】

( 実施例 4 )

図 4 ( A ) に示すジョイント部材 3 0 は、その中心軸を貫通して給排パイプ 3 1 を挿入固定することができる。接続部本体 3 2 の側面部に当接させる円形状の鏝部 3 3 より小径になった取付部 3 4 の外周に、図 4 ( B ) に示す接続部本体 3 2 に形成されたネジ溝 3 5 に対応するようにネジ山 3 6 を形成した。ジョイント部材 3 0 を接続した一体型接続部の一例を図 4 ( C ) に示す。その他は実施例 2 と同様にしてマイクロリアクター装置を製作した。

20

操作性は、実施例 2 と同様であった。

【 0 0 2 1 】

( 実施例 5 )

図 5 に示すように、接続部本体 4 1 にネジ山 4 6 を設けた給排パイプの取付部 4 2 を接続部本体から突出するように設けた。給排パイプの先端部に、リング状のシール材 4 3 が収容されたネジ山 4 6 に対応するようにネジ溝 4 7 を設けた補助取付具 4 4 を装着させ、この補助取付具 4 4 が上記の取付部 4 2 の外周を囲むように、上記の給排パイプ 4 5 を取付部 4 2 に差し込むように給排パイプを取付した。次いで、補助取付具 4 4 に設けたネジ溝 4 7 を取付部 4 2 に設けたネジ山 4 6 に沿って回転させながらネジ込み、補助取付具 4

30

4 の内部に設けたリング状のシール材 4 3 によって、給排パイプ 4 5 と取付部 4 2 と補助取付具 4 4 との間をシールさせるようにした。その他は実施例 1 と同様にしてマイクロリアクター装置を製作した。

操作性は、実施例 2 と同様であった。

【 0 0 2 2 】

( 比較例 1 )

図 6 に示すように、実施例 1 で使用したのと同じアクリル樹脂板 5 0 A 及び 5 0 B を使用し、アクリル樹脂板 A にエンドミルを使い実施例 1 と同じ微小流路 ( 幅 : 5 0 0  $\mu$  m 深さ : 1 0 0  $\mu$  m ) を作製した後、アクリル樹脂板 A 及び B を拡散接合にて融着することにより、接合面に微小流路を有するマイクロリアクター本体 5 0 を作製した。ジョイントをはめ込むネジ穴 5 1 を微小流路の端部を中心にして、ドリルにて穴 ( 5 m m  $\times$  深さ 9 m m ) をあけネジ切りをした。O - リングを挿入して、ジョイントをネジ留めにより取り付け

40

【 0 0 2 3 】

性能を確認するためイオン交換水を送液し正常な流れを確認した。次いで、トナー分散液をシリンジポンプにて送液したが、詰りが発生した。詰まりが発生した場所をマイクロスコープにて観察したところ、切削時のカスが混入していた。削りカスを除去しようとしたが取り除くことができなかった。カスを取り除くため超音波洗浄機を使用した

50

したが、やはり取り除くことができなかった。

トナー分散液をシリンジポンプにて送液したところ、ジョイントとネジ切り部分から液

漏れが発生したので、漏れ防止のためジョイントを強く締めこんだところ、接合部が剥がれてしまった。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明のマイクロリアクター装置において、埋込型の一体型接続部を設けた一例を示す概念図である。

【図2】本発明のマイクロリアクター装置において、突出型の一体型接続部を設けた一例を示す概念図である。

【図3】本発明のマイクロリアクター装置において、半円状の微小流路を設けた一例を示す概念図である。

【図4】本発明のマイクロリアクター装置において、一体型接続部に用いるジョイント部材の他の一例を示す概念図である。

【図5】本発明のマイクロリアクター装置において、一体型接続部に用いるジョイント部材の他の一例を示す概念図である。

【図6】一体型接続部を設けないマイクロリアクター装置の一例を示す概念図である。

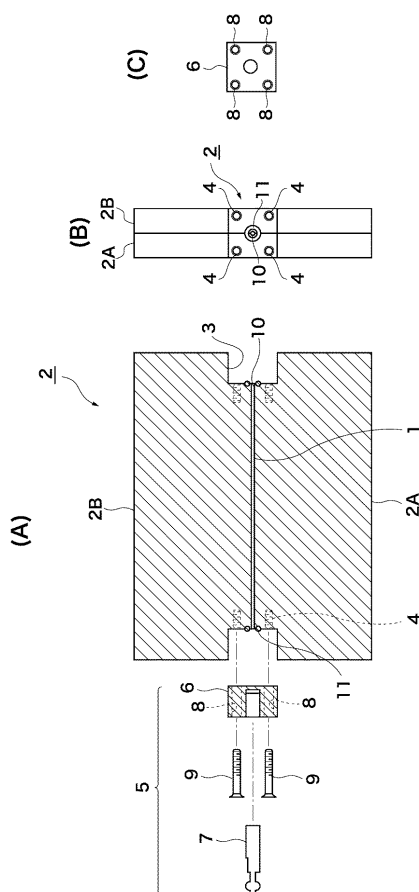
【符号の説明】

【0025】

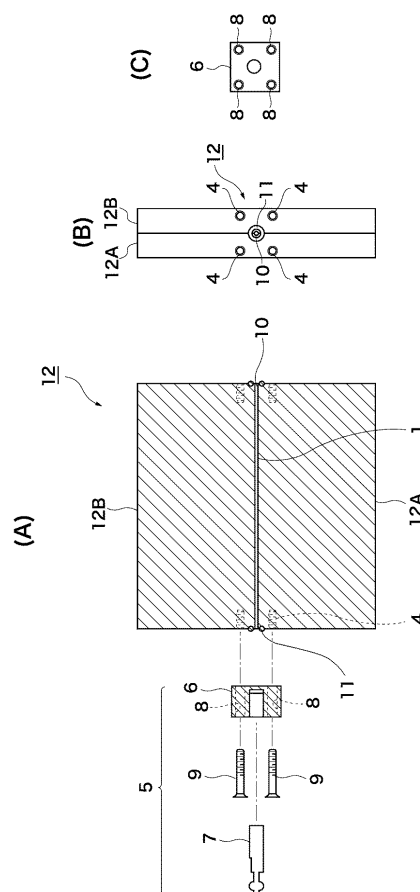
- |      |             |    |
|------|-------------|----|
| 1    | 微小流路        |    |
| 2    | マイクロリアクター本体 |    |
| 2 A  | 直方形アクリル樹脂板  | 20 |
| 2 B  | 直方形アクリル樹脂板  |    |
| 3    | 切り欠き部       |    |
| 4    | ネジ穴         |    |
| 5    | 一体型接続部      |    |
| 6    | 接続部本体       |    |
| 7    | ジョイント部材     |    |
| 8    | ネジ穴         |    |
| 9    | 固定ネジ        |    |
| 10   | 微小流路の端部     |    |
| 11   | リング状の閉塞部材   | 30 |
| 12   | マイクロリアクター本体 |    |
| 12 A | 直方形アクリル樹脂板  |    |
| 12 B | 直方形アクリル樹脂板  |    |
| 20   | マイクロリアクター本体 |    |
| 21   | 半円形の微小流路    |    |
| 30   | ジョイント部材     |    |
| 31   | 吸排パイプ       |    |
| 32   | 接続部本体       |    |
| 33   | 円形状の鍔部      |    |
| 34   | 取付部         | 40 |
| 35   | ネジ溝         |    |
| 36   | ネジ山         |    |
| 40   | 一体型接続部      |    |
| 41   | 接続部本体       |    |
| 42   | 取付部         |    |
| 43   | リング状のシール材   |    |
| 44   | 補助取付具       |    |
| 45   | 給排パイプ       |    |
| 46   | ネジ山         |    |
| 47   | ネジ溝         | 50 |

- 50 マイクロリアクター本体  
 50A 直方形アクリル樹脂板  
 50B 直方形アクリル樹脂板  
 51 ネジ穴

【図1】

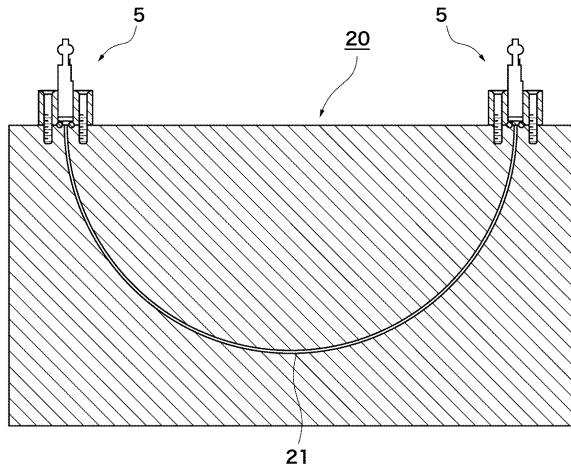


【図2】

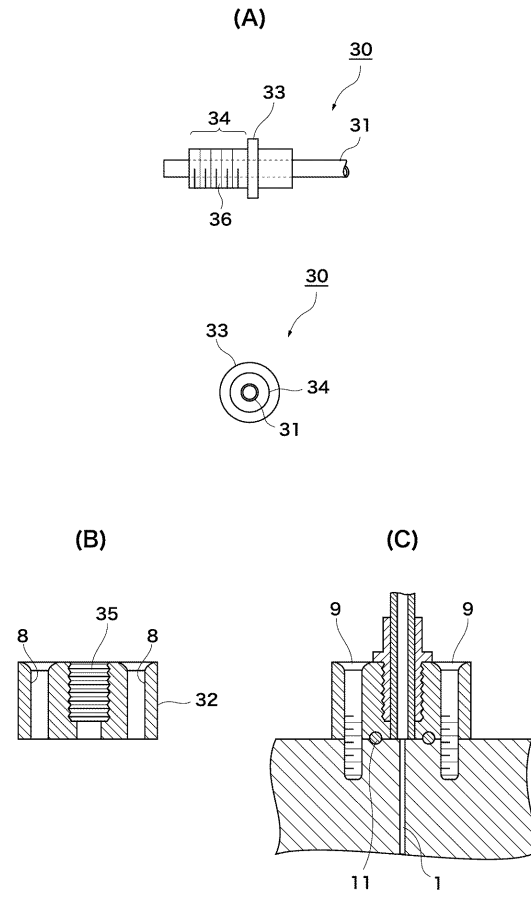




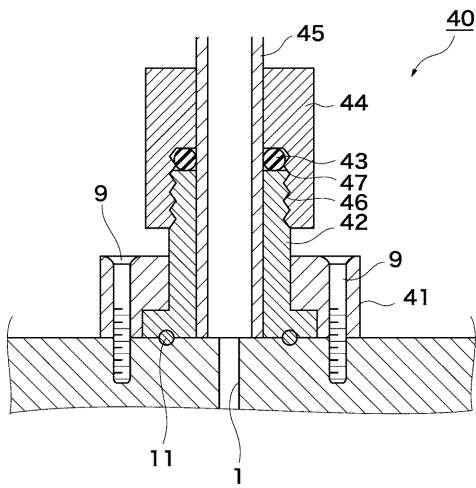
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

