

(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2014-198324

(P2014-198324A)

(43) 公開日 平成26年10月23日(2014.10.23)

| (51) Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード (参考) | | |
|--------------|--------------|------------------|------|-------|-----|-------------|-------|--|
| B01F | 5/00 | (2006.01) | B01F | 5/00 | | D | 3C081 | |
| B01F | 3/08 | (2006.01) | B01F | 3/08 | | Z | 4G035 | |
| B01J | 19/00 | (2006.01) | B01J | 19/00 | 321 | | 4G075 | |
| B81B | 1/00 | (2006.01) | B81B | 1/00 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-75420 (P2013-75420)
 (22) 出願日 平成25年3月29日 (2013.3.29)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100112874
 弁理士 渡邊 薫
 (72) 発明者 伊藤 達巳
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
 (72) 発明者 増原 慎
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
 Fターム(参考) 3C081 AA13 BA05 BA06 BA24 CA34
 EA28
 4G035 AB37 AC01 AC12 AE13
 4G075 AA13 AA39 BA10 BB05 BD01
 BD07 DA02 EA02 EB25 EB50

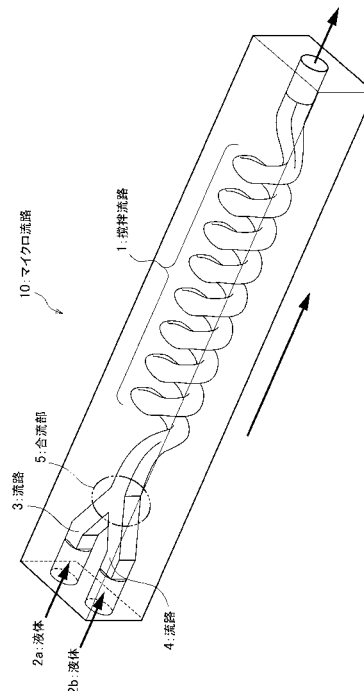
(54) 【発明の名称】 マイクロ流路及びマイクロ流体デバイス

(57) 【要約】

【課題】 攪拌効率が高いマイクロ流路及びマイクロ流体デバイスを提供する。

【解決手段】 1種又は2種以上の液体が通流するマイクロ流路に、三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路を設ける。また、このような攪拌流路を備えるマイクロ流路を用いて、マイクロ流体デバイスを構成する。そして、これらのマイクロ流路及びマイクロ流体デバイスでは、攪拌流路において、液体の混合、攪拌及び反応など行う。

【選択図】 図1



- 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】
三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路を備えるマイクロ流路。
- 【請求項 2】
前記攪拌流路は、螺旋状に形成されている請求項 1 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 3】
前記攪拌流路は、流路始端から流路終端までの間に、中心軸に垂直な断面が変化する請求項 1 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 4】
前記断面の変化は、断面形状の変化である請求項 3 に記載のマイクロ流路。 10
- 【請求項 5】
前記中心軸を軸に前記断面が回転するように変化する請求項 4 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 6】
前記断面の変化は、断面積の変化である請求項 3 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 7】
前記攪拌流路には、テーパ部又は逆テーパ部が複数設けられている請求項 6 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 8】
前記攪拌流路は、流路始端から流路終端までの間に、螺旋ピッチ、螺旋軌道半径及び螺旋軌道軸の位置のうち少なくとも 1 種が変化する請求項 2 に記載のマイクロ流路。 20
- 【請求項 9】
前記攪拌流路の始端は、第 1 流路と第 2 流路との合流部に接続されている請求項 1 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 10】
前記攪拌流路は三次元的な曲線を中心軸とする複数の流路で構成されており、
前記複数の流路は、
始端及び終端が共通であり、
前記中心軸に垂直な断面が拡大と縮小とを繰り返すと共に、
前記流路同士が交差するように形成されている
請求項 1 に記載のマイクロ流路。 30
- 【請求項 11】
前記攪拌流路は、マイクロチップに形成されている請求項 1 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 12】
前記攪拌流路の中心軸は、始端から終端までの間に、前記マイクロチップの長さ方向、幅方向及び厚さ方向における位置が、連続的に変化する請求項 11 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 13】
前記攪拌流路は、光造形法により形成されたものである請求項 11 に記載のマイクロ流路。
- 【請求項 14】 40
請求項 1 に記載のマイクロ流路を備えるマイクロ流体デバイス。
- 【請求項 15】
前記攪拌流路が脱着可能に形成されている請求項 14 に記載のマイクロ流体デバイス。
- 【発明の詳細な説明】
- 【技術分野】
- 【0001】
本技術は、マイクロ流路及びマイクロ流体デバイスに関する。より詳しくは、流路内において液体の混合や攪拌などを行うための技術に関する。
- 【背景技術】
- 【0002】 50

マイクロ流路により液体の混合や攪拌などを行う技術は、様々な用途に利用されている。このマイクロ流路に関して、従来、混合や攪拌の効率を上げるために、種々の検討がなされている（例えば、特許文献 1 ~ 12 参照。）。

【0003】

特許文献 1 には、合流流路とそれに連通する流路を層状に形成することで、拡散距離の短縮を図ったマイクロ流路が提案されている。また、特許文献 2 には、液体の混合性能を向上させるために、分岐と合流を繰り返す構成にしたマイクロリアクタが提案されている。更に、特許文献 3, 4 には、合流部に旋回流や対流を生じさせることで、液体の混合効率を向上させる技術が開示されている。

【0004】

一方、特許文献 5 ~ 7 には、流路内に配置した障害物、回転体又は電極などにより、流体に対流や乱流を発生させる技術が開示されている。また、特許文献 8 ~ 11 には、流路内に凹凸を設けることにより、内部を通流する液体の流れを変化させる技術が開示されている。更に、特許文献 12 に記載のマイクロリアクタは、基板の表面側流路と裏面側流路とを交互に通過させる構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2003 - 001077 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2010 / 131297 号

【特許文献 3】特開 2010 - 82491 号公報

【特許文献 4】特開 2011 - 67741 号公報

【特許文献 5】特開 2006 - 7007 号公報

【特許文献 6】特開 2006 - 43607 号公報

【特許文献 7】特開 2006 - 320877 号公報

【特許文献 8】特開 2005 - 199245 号公報

【特許文献 9】特開 2006 - 142210 号公報

【特許文献 10】特開 2008 - 212882 号公報

【特許文献 11】特開 2010 - 29747 号公報

【特許文献 12】特開 2006 - 255584 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前述した従来のマイクロ流路は、攪拌効率が十分とは言えない。加えて、特許文献 1 に記載されているような層構造にすると、流路構造が複雑になる。また、特許文献 1 に記載の技術は、拡散距離を短縮するためには、流路径を細くしなければならず、流路が詰まりやすくなる。同様に、特許文献 2 に記載の技術も、流路構造が複雑になる。

【0007】

特許文献 3, 4 に記載の技術は、より効果的な混合を行うためには、合流部に流路に対して比較的大きな空間が必要であり、また、流入速度を早くする必要もある。また、特許文献 5 ~ 7 に記載されている技術も、流路構造が複雑になり、更に、別途制御機構が必要になることもある。これに対して、特許文献 8 ~ 11 に記載の技術は、制御機構などはないが、流路壁面の凹凸のみで対流などを発生させるため効率が悪く、高い攪拌性能を得るためには流路長が長くなる。

【0008】

そこで、本開示は、攪拌効率が高いマイクロ流路及びマイクロ流体デバイスを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

10

20

30

40

50

本開示に係るマイクロ流路は、三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路を備える。

このマイクロ流路では、前記攪拌流路を螺旋状に形成することができる。

また、前記攪拌流路は、流路始端から流路終端までの間に、中心軸に垂直な断面が変化してもよい。

前記断面の変化は、断面形状の変化でもよい。

その場合、例えば、前記中心軸を中心に前記断面が回転する。

又は、前記断面の変化は、断面積の変化でもよい。

その場合、例えば、前記攪拌流路には、テーパ部又は逆テーパ部が複数設けられる。

一方、前記攪拌流路は、流路始端から流路終端までの間に、螺旋ピッチ、螺旋軌道半径及び螺旋軌道軸の位置のうち少なくとも1種が変化してもよい。

10

また、前記攪拌流路の始端は、第1流路と第2流路との合流部に接続することができる。

本開示のマイクロ流路は、前記攪拌流路が三次元的な曲線を中心軸とする複数の流路で構成されており、前記複数の流路は、始端及び終端が共通であり、前記中心軸に垂直な断面が拡大と縮小とを繰り返すと共に、前記流路同士が交差するように形成されていてもよい。

また、前記攪拌流路は、マイクロチップに形成されていてもよい。

その場合、前記攪拌流路の中心軸は、始端から終端までの間に、前記マイクロチップの長さ方向、幅方向及び厚さ方向における位置が、連続的に変化するように形成される。

このような攪拌流路は、例えば光造形法により形成することができる。

20

【0010】

本開示に係るマイクロ流体デバイスは前述したマイクロ流路を備えるものである。

このマイクロ流体デバイスでは、前記攪拌流路が脱着可能に形成されていてもよい。

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路を備えているため、攪拌効率が高いマイクロ流路及びマイクロ流体デバイスを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の第1の実施形態に係るマイクロ流路の構成例を示す斜視図である。

30

【図2】図1に示す攪拌流路1の形状を示す拡大斜視図である。

【図3】Aは断面が円形状の攪拌流路の全体形状を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図4】Aは断面が縦長の楕円形状の攪拌流路の全体形状を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図5】Aは断面が横長の楕円形状の攪拌流路の全体形状を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図6】Aは断面が矩形状の攪拌流路の全体形状を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図7】Aは本開示の第1の実施形態の第1変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

40

【図8】Aは本開示の第1の実施形態の第1変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の他の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図9】Aは本開示の第1の実施形態の第1変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の他の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図10】Aは本開示の第1の実施形態の第2変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図11】Aは本開示の第1の実施形態の第2変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図12】Aは本開示の第1の実施形態の第2変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の形

50

状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図13】Aは本開示の第2の実施形態に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図14】Aは本開示の第2の実施形態の第1変形例に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図であり、Bはその中心軸の位置などを示す図である。

【図15】本開示の第3の実施形態に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図である。

【図16】図15に示す攪拌流路101内での移流の発生原理を示す図である。

【図17】本開示の第4の実施形態に係るマイクロ流体デバイスの構成例を示す図である。

【図18】本開示の第5の実施形態に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図である。

【図19】本開示の第5の実施形態に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図である。

【図20】本開示の第5の実施形態に係るマイクロ流路の攪拌流路の形状例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本開示を実施するための形態について、添付の図面を参照して詳細に説明する。なお、本開示は、以下に示す各実施形態に限定されるものではない。また、説明は、以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態

(螺旋状の攪拌流路を備えるマイクロ流路の例)

2. 第1の実施の形態の第1変形例

(断面形状が変化する攪拌流路の例)

3. 第1の実施の形態の第2変形例

(螺旋軌道が変化する攪拌流路の例)

4. 第2の実施の形態

(規則性のない三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路を備えるマイクロ流路の例)

5. 第2の実施の形態の第1変形例

(規則性のない三次元的な曲線を中心軸とし断面形状が変化する攪拌流路の例)

6. 第3の実施の形態

(攪拌流路が複数の流路で構成されているマイクロ流路の例)

7. 第4の実施の形態

(マイクロ流体デバイスの例)

8. 第5の実施の形態

(攪拌流路の中心軸が直線の螺旋形状であるマイクロ流路の例)

【0014】

< 1. 第1の実施の形態 >

先ず、本開示の第1の実施の形態に係るマイクロ流路について説明する。図1は本実施形態のマイクロ流路の構成例を示す斜視図であり、図2はその攪拌流路の形状を示す拡大斜視図である。また、図3～6は攪拌流路の形状例を示す図である。

【0015】

[全体構成]

図1に示すように、本実施形態のマイクロ流路10は、例えば、液体1が導入される流路3と、液体2が導入される流路4とが合流する合流部5の下流側に、三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路1が設けられている。

【0016】

10

20

30

40

50

[攪拌流路 1]

攪拌流路 1 は、例えば、図 2 に示すような螺旋形状とすることができる。マイクロ流路は、流路径が 1 mm 以下（通常作製されているサイズは 500 μm 以下）と小さいことから、拡散による混合が速やかに行われるという特徴がある。その一方で、マイクロ流路は、液の流れが流路壁面に強く拘束されるため、流れ方向に対して垂直な面内方向の対流が発生しにくく、移流による混合が行われにくい。そこで、本実施形態のマイクロ流路 10 では、攪拌流路 1 を螺旋形状とすることで、流れに移流を発生させ、拡散による混合との相乗効果により、攪拌効率を高めている。

【 0017 】

なお、攪拌流路 1 の断面形状は、特に限定されるものではなく、図 3 に示すような円形状、図 4 に示すような縦長の楕円形状、図 5 に示すような横長の楕円形状、図 6 に示すような矩形状など、種々の形状を採用することができる。なお、ここで言う断面は、流路の中心軸 a に対して垂直な断面であり、以下の説明でも同様である。そして、流路の断面をこれらの形状にした場合でも、攪拌流路 1 は、流れに移流を発生させて攪拌効率を向上させることが可能である。即ち、攪拌流路 1 は、その断面形状によらず、高効率で液体を攪拌することができる。

【 0018 】

[動作]

本実施形態のマイクロ流路 10 では、例えば、流路 3 に液体 2 a が導入され、流路 4 に液体 2 a とは異なる液体 2 b が導入される。そして、液体 2 a と液体 2 b とは、合流部 5 で合流し、攪拌流路 1 に導入される。攪拌流路 1 では、拡散混合と移流により液体 2 a と液体 2 b とが、効率的に攪拌され、混合される。なお、攪拌流路 1 では、複数種の液体を混合するだけでなく、その液体間の反応、更には液体に溶存している分子、懸濁している物質間の反応を行うこともできる。具体的には、第 1 の液体を蛍光抗体液体とし、第 2 の液体に細胞が懸濁された液体を用いると、2 液間の混合に伴い細胞表面で抗原抗体反応を発生させ、細胞を蛍光染色することができる。

【 0019 】

[製造方法]

本実施形態のマイクロ流路 10 は、例えば光造形法により製造することができる。光造形法は、平板を積層する従来の手法では成形できなかった曲面形状や複雑な三次元形状も形成可能であることから、特に三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路 1 の形成に好適である。なお、マイクロ流路 10 の製造方法は、光造形法に限定されるものではなく、曲線的な三次元形状を形成可能なその他の手法を用いてもよい。

【 0020 】

また、本実施形態のマイクロ流路 10 は、攪拌流路 1 とその他の部分とを一体で形成してもよいが、攪拌流路 1 のみを別部材として作製し、別のマイクロ流路に挿入又は連結することもできる。その場合、攪拌流路 1 のみを光造形法などの手法で形成し、その他の部分は、流路が形成された基板を貼り合わせるなどの従来の方法で製造することができる。これにより、生産性を向上させることができる。

【 0021 】

本実施形態のマイクロ流路 10 は、螺旋形状の攪拌流路 1 を備えているため、この攪拌流路 1 において、移流と拡散との相乗効果により、高効率で液体を攪拌することができる。また、本実施形態のマイクロ流路 10 は、1 種の液体を攪拌するだけでなく、複数種の液体を混合する場合や流路中で反応させる場合などにおいても好適に使用することができる。

【 0022 】

< 2 . 第 1 の実施の形態の第 1 変形例 >

次に、本開示の第 1 の実施の形態の第 1 変形例に係るマイクロ流路について説明する。図 3 ~ 6 に示す攪拌流路 1 は、中心軸 a に対して垂直な断面が、流路始端 1 a から流路終端 1 b まで同一の形状となっているが、本開示はこれに限定されるものではなく、攪拌流

10

20

30

40

50

路は流路始端から流路終端の間で断面形状が変化する構成にすることもできる。

【0023】

図7～図9は本変形例のマイクロ流路に設けられた攪拌流路の形状例を示す図である。本変形例のマイクロ流路に設ける攪拌流路は、例えば、図7に示すように、断面の形状は同じであるが、位置によってその向きが異なるような構成とすることができる。具体的には、図7に示す攪拌流路21は、中心軸aに対して垂直な断面が、流路始端21aから流路終端21bに向かって、中心軸aを軸にして所定角度で回転しているような形状となっている。

【0024】

また、本変形例のマイクロ流路では、例えば、図8に示すように、攪拌流路の断面形状自体を変化させることもできる。図8に示す攪拌流路31では、流路始端31aから流路終端31bに向かって、中心軸aに対して垂直な断面の形状が連続的に変化する構成となっている。

10

【0025】

更に、本変形例のマイクロ流路では、例えば、図9に示すように、攪拌流路を、中心軸aに対して垂直な断面の大きさ(断面積)が連続的に変化する形状とすることもできる。図9に示す攪拌流路41は、流路始端41aから流路終端41bに向かって、中心軸aに対して垂直な断面の大きさ(断面積)が連続的に変化する結果、攪拌流路41の途中にテーパ部又は逆テーパ部が形成されている。

【0026】

このように、攪拌流路を、流路始端から流路終端までの間で断面形状が変化するような構成とすることにより、より複雑な移流(対流)を形成することができるため、攪拌効率が向上し、更に均一な混合を行うことができる。

20

【0027】

なお、本変形例のマイクロ流路における上記以外の構成及び効果は、前述した第1の実施形態と同様である。

【0028】

< 3. 第1の実施の形態の第2変形例 >

次に、本開示の第1の実施の形態の第2変形例に係るマイクロ流路について説明する。図1～図9には、中心軸aの螺旋軌道及び螺旋ピッチが一定である螺旋状の攪拌流路を示しているが、本開示はこれに限定されるものではなく、流路始端から流路終端までの間で、螺旋ピッチ、螺旋軌道半径及び螺旋軌道軸の位置などが変化してもよい。

30

【0029】

図10～図12は本変形例のマイクロ流路に設けられた攪拌流路の形状例を示す図である。本変形例のマイクロ流路には、例えば、図10に示すように、中心軸aの螺旋軌道のピッチが、流路始端51aから流路終端51bまでの間で、規則的又は不規則的に変化する攪拌流路51を設けることができる。

【0030】

また、本変形例のマイクロ流路には、例えば、図11に示すように、中心軸aの螺旋軌道の半径が、流路始端61aから流路終端61bまでの間で、規則的又は不規則的に変化する攪拌流路61を設けることができる。更に、本変形例のマイクロ流路には、例えば、図12に示すように、中心軸aの螺旋軌道の軸の位置が、流路始端71aから流路終端71bまでの間で三次元的に変化する攪拌流路71を設けてもよい。

40

【0031】

このように、流路始端から流路終端までの間で、螺旋ピッチ、螺旋軌道半径及び螺旋軌道軸の位置などが変化する攪拌流路を備えるマイクロ流路でも、前述した第1の実施形態のマイクロ流路と同様に、移流と拡散との相乗効果により、高効率で液体を攪拌することができる。なお、本変形例のマイクロ流路は、螺旋ピッチ、螺旋軌道半径及び螺旋軌道軸の位置のうち複数の条件が変化するような構成とすることもできる。

【0032】

50

なお、本変形例のマイクロ流路における上記以外の構成及び効果は、前述した第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 3 3 】

< 4 . 第 2 の実施の形態 >

次に、本開示の第 2 の実施形態に係るマイクロ流路について説明する。前述した第 1 の実施形態及びその変形例のマイクロ流路は攪拌流路が螺旋状であるが、本開示はこれに限定されるものではなく、攪拌流路は三次元的な曲線を中心軸とするものであればよい。

【 0 0 3 4 】

図 1 3 は本実施形態のマイクロ流路に設けられた攪拌流路の形状例を示す図である。本実施形態のマイクロ流路には、図 1 3 に示す中心軸 a が三次元的な曲線である攪拌流路 8 1 が設けられている。この攪拌流路 8 1 は、中心軸 a の位置が、流路始端 8 1 a から流路終端 8 1 b までの間で、規則的又は不規則的に変化する。

10

【 0 0 3 5 】

流路断面方向の移流（対流）は、流路壁面の向きが変化することにより発生する。従来の 2 次元軌道の流路では、その 2 次元軌道面と平行な 1 軸方向の力しか作用しないが、図 1 3 に示す攪拌流路 8 1 のように、3 次元軌道の流路では 2 軸方向の力を付与することができるため、より効率的に移流（対流）を発生させることができる。そして、本実施形態のマイクロ流路でも、攪拌流路において、移流と拡散との相乗効果により、高効率で液体を攪拌することができる。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態のマイクロ流路における上記以外の構成及び効果は、前述した第 1 の実施形態と同様である。

20

【 0 0 3 7 】

< 5 . 第 2 の実施の形態の第 1 変形例 >

次に、本開示の第 2 の実施の形態の第 1 変形例に係るマイクロ流路について説明する。図 1 3 に示す攪拌流路 8 1 は、中心軸 a に対して垂直な断面が、流路始端から流路終端まで同一の形状であるが、本開示はこれに限定されるものではなく、攪拌流路は、流路始端から流路終端の間で断面形状が変化する構成にしてもよい。

【 0 0 3 8 】

図 1 4 は本変形例のマイクロ流路に設けられた攪拌流路の形状例を示す図である。本変形例のマイクロ流路には、例えば、図 1 4 に示すように、中心軸 a に対して垂直な断面の形状が、流路始端 9 1 a から流路終端 9 1 b の間で、連続的に変化する構成の攪拌流路 9 1 を設けることができる。

30

【 0 0 3 9 】

図 1 4 に示す攪拌流路 9 1 のように、断面形状が変化する構成にすると、より効果的にかつ複雑な流路断面方向の移流（対流）を発生させることができるため、前述した第 2 の実施形態のマイクロ流路よりも、攪拌効率を高めることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、本変形例のマイクロ流路における上記以外の構成及び効果は、前述した第 2 の実施形態と同様である。

40

【 0 0 4 1 】

< 6 . 第 3 の実施の形態 >

次に、本開示の第 3 の実施形態に係るマイクロ流路について説明する。図 1 5 は本実施形態のマイクロ流路に設けられた攪拌流路の形状例を示す図であり、図 1 6 は図 1 5 に示す攪拌流路 1 0 1 内での移流の発生原理を示す図である。本実施形態のマイクロ流路には、三次元的な曲線を中心軸とする複数の流路で構成された攪拌流路 1 0 1 が設けられている。

【 0 0 4 2 】

図 1 5 に示すように、攪拌流路 1 0 1 は、流路始端 1 0 1 a と流路終端 1 0 1 b が共通な 2 本の流路で構成されており、各流路は、中心軸に垂直な断面が拡大と縮小とを繰り返

50

すと共に、繰り返し交差するように配置されている。そして、図 16 に示すように、この攪拌流路 101 では、2つの流路が交差する部分で、方向が異なる移流（対流）が発生するため、各流路を通流する液体を効率よく攪拌することができる。

【0043】

なお、本実施形態のマイクロ流路における攪拌流路以外の構成は、前述した第1の実施形態と同様である。

【0044】

< 7. 第4の実施の形態 >

次に、本開示の第4の実施形態に係るマイクロ流体デバイスについて説明する。図17は本実施形態のマイクロ流体デバイスの構成例を示す図である。本実施形態のマイクロ流体デバイス12は、前述した第1～第3の実施形態又はその変形例のマイクロ流路を備えるものであり、例えばチップやカートリッジなどの形態をとることができる。

10

【0045】

本実施形態のマイクロ流体デバイス12は、マイクロ流路が一体で形成されていてもよいが、図17に示すように、マイクロ流路又はその攪拌流路11が脱着可能に形成されていてもよい。そして、例えば、マイクロ流路がマイクロチップに形成されている場合、その攪拌流路の中心軸は、始端から終端までの間に、マイクロチップの長さ方向x、幅方向y及び厚さ方向zにおける位置が、連続的に変化する。

【0046】

図17に示すマイクロ流体デバイス12のように、マイクロ流路又はその攪拌流路11をモジュール13化し、マイクロ流体デバイスに部品として組み込む構成とすることにより、目的に応じて、攪拌流路の種類や構成を変更することが可能となる。その結果、ユーザーが交換する汎用品以外の他、用途が異なる専用流路デバイス設計も可能となる。

20

【0047】

また、攪拌流路以外の部分は、従来の製法を適用することができるため、ベースとなる流路デバイスの設計製造を単純化できる。一方、攪拌流路については、例えば、光造形法などの手法により、同時に多数の流路部材を形成することが可能である。その結果、生産性が向上すると共に、流体デバイス全体の流路設計も簡略化することができる。これにより、高効率で液体を攪拌することが可能で、汎用性のあるマイクロ流体デバイスを実現することができる。

30

【0048】

< 8. 第5の実施の形態 >

次に、本開示の第5の実施形態に係るマイクロ流路について説明する。図18～図20は本実施形態のマイクロ流路に設けられた攪拌流路の形状例を示す図である。本実施形態のマイクロ流路には、中心軸が直線であつ流路形状が螺旋状の攪拌流路が設けられている。

【0049】

本実施形態のマイクロ流路における攪拌流路は、例えば図18に示す攪拌流路111及び図19に示す攪拌流路121のように、中心軸に垂直な断面が一方向に回転するように変化する構成となっている。なお、攪拌流路の断面形状は、図18に示す攪拌流路111のような楕円状や図19に示す攪拌流路121のような矩形状には限定されず、種々の形状を採用することができる。

40

【0050】

また、本実施形態のマイクロ流路は、図20に示すように、流路始端から流路終端までの間に、中心軸に垂直な断面が回転するように変化する、その回転方向が反転を繰り返す構成の攪拌流路131を適用することもできる。

【0051】

本実施形態のマイクロ流路は、中心軸が直線であるため、第1～第3の実施形態及びその変形例のマイクロ流路の攪拌流路よりも攪拌性能は劣るが、流路壁面が連続的に変化しているため、従来のマイクロ流路よりも対流を引き起こす力は強く、攪拌効率は優れてい

50

る。

【0052】

また、本開示は、以下のような構成をとることもできる。

(1)

三次元的な曲線を中心軸とする攪拌流路を備えるマイクロ流路。

(2)

前記攪拌流路は、螺旋状に形成されている(1)に記載のマイクロ流路。

(3)

前記攪拌流路は、流路始端から流路終端までの間に、中心軸に垂直な断面が変化する(1)又は(2)に記載のマイクロ流路。

(4)

前記断面の変化は、断面形状の変化である(3)に記載のマイクロ流路。

(5)

前記中心軸を中心に前記断面が回転するように変化する(4)に記載のマイクロ流路。

(6)

前記断面の変化は、断面積の変化である(3)~(5)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(7)

前記攪拌流路には、テーパ部又は逆テーパ部が複数設けられている(1)~(6)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(8)

前記攪拌流路は、流路始端から流路終端までの間に、螺旋ピッチ、螺旋軌道半径及び螺旋軌道軸の位置のうち少なくとも1種が変化する(2)~(7)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(9)

前記攪拌流路の始端は、第1流路と第2流路との合流部に接続されている(1)~(8)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(10)

前記攪拌流路は三次元的な曲線を中心軸とする複数の流路で構成されており、前記複数の流路は、

始端及び終端が共通であり、

前記中心軸に垂直な断面が拡大と縮小とを繰り返すと共に、

前記流路同士が交差するように形成されている

(1)~(9)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(11)

前記攪拌流路は、マイクロチップに形成されている(1)~(10)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(12)

前記攪拌流路の中心軸は、始端から終端までの間に、前記マイクロチップの長さ方向、幅方向及び厚さ方向における位置が、連続的に変化する(11)に記載のマイクロ流路。

(13)

前記攪拌流路は、光造形法により形成されたものである(1)~(12)のいずれかに記載のマイクロ流路。

(14)

(1)に記載のマイクロ流路を備えるマイクロ流体デバイス。

(15)

前記攪拌流路が脱着可能に形成されている(14)に記載のマイクロ流体デバイス。

【符号の説明】

【0053】

1、21、31、41、51、61、71、81、91、101、111、121 攪

10

20

30

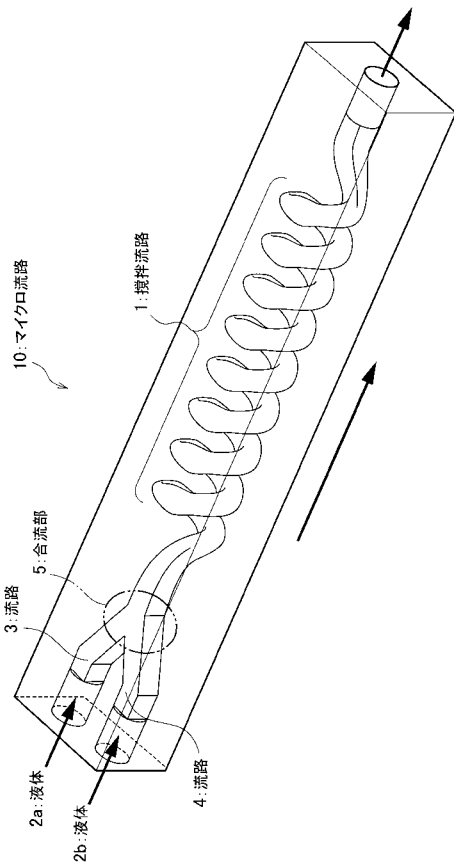
40

50

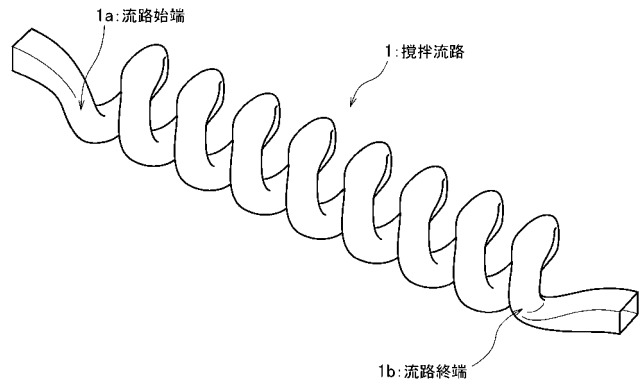
拌流路

- 1 a、2 1 a、3 1 a、4 1 a、5 1 a、6 1 a、7 1 a、8 1 a、9 1 a 流路始端
- 1 b、2 1 b、3 1 b、4 1 b、5 1 b、6 1 b、7 1 b、8 1 b、9 1 b 流路終端
- 2 a、2 b 液体
- 3、4 流路
- 5 合流部
- 1 0 マイクロ流路
- 1 1 攪拌流路
- 1 2 マイクロ流体デバイス
- 1 3 モジュール
- a 中心軸

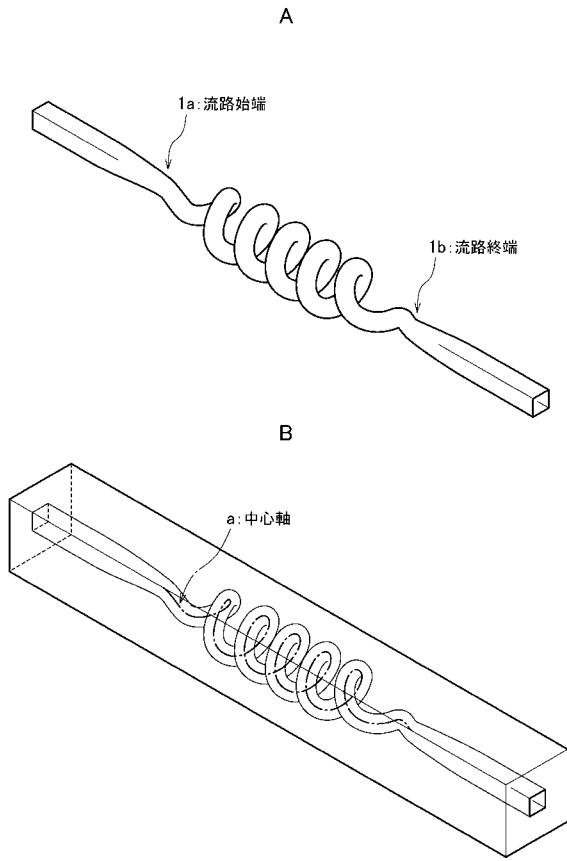
【 図 1 】



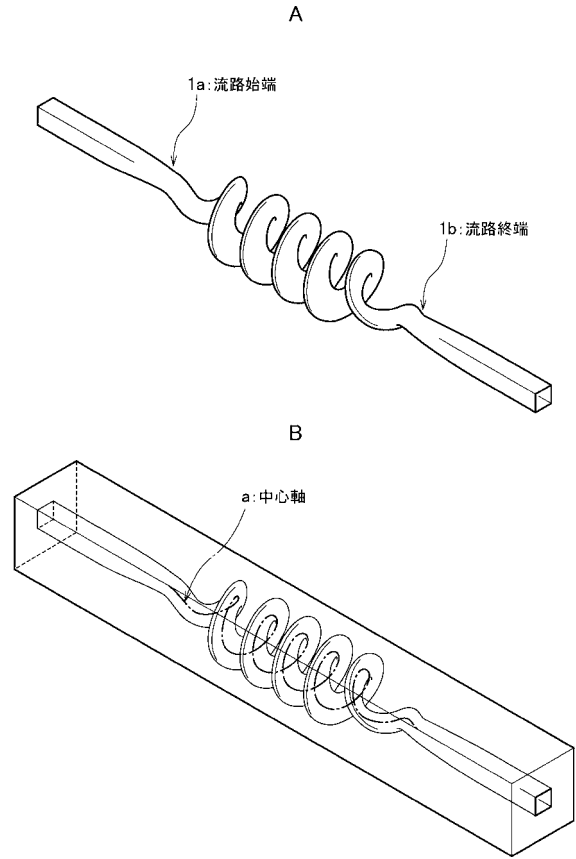
【 図 2 】



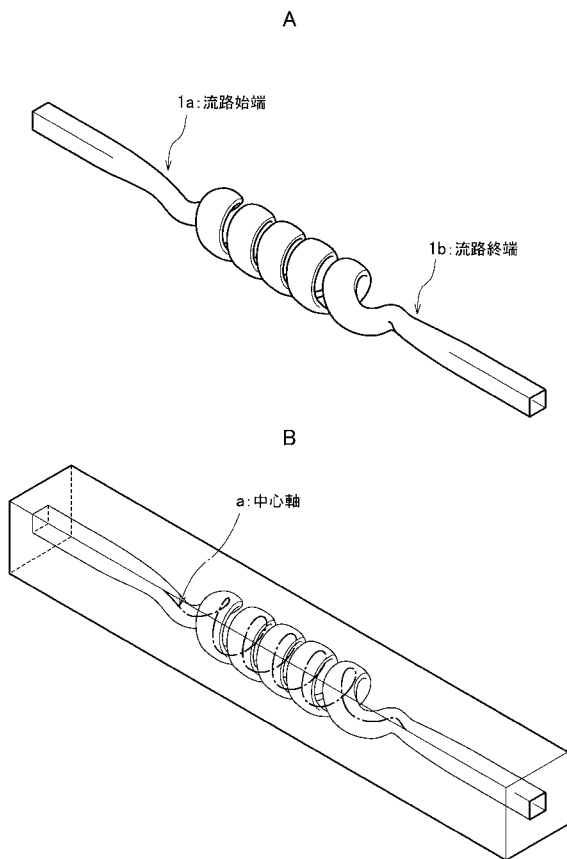
【 図 3 】



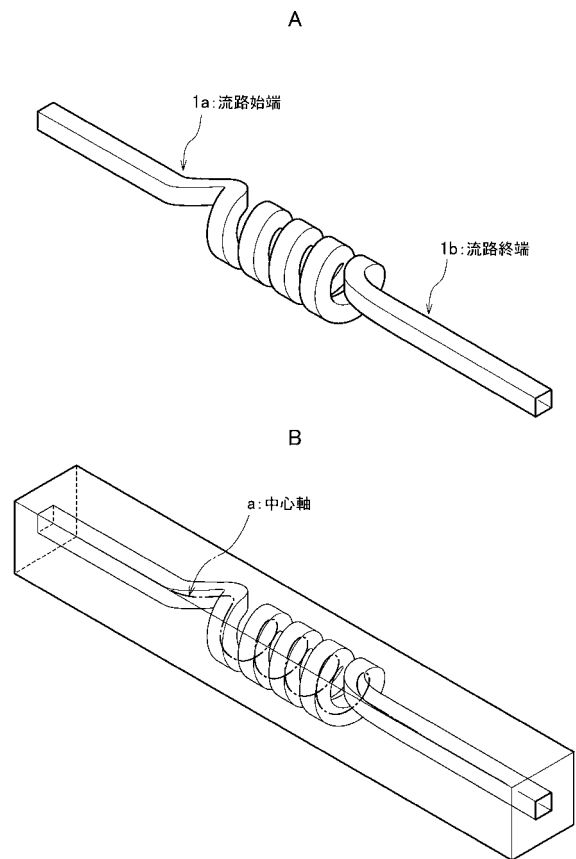
【 図 4 】



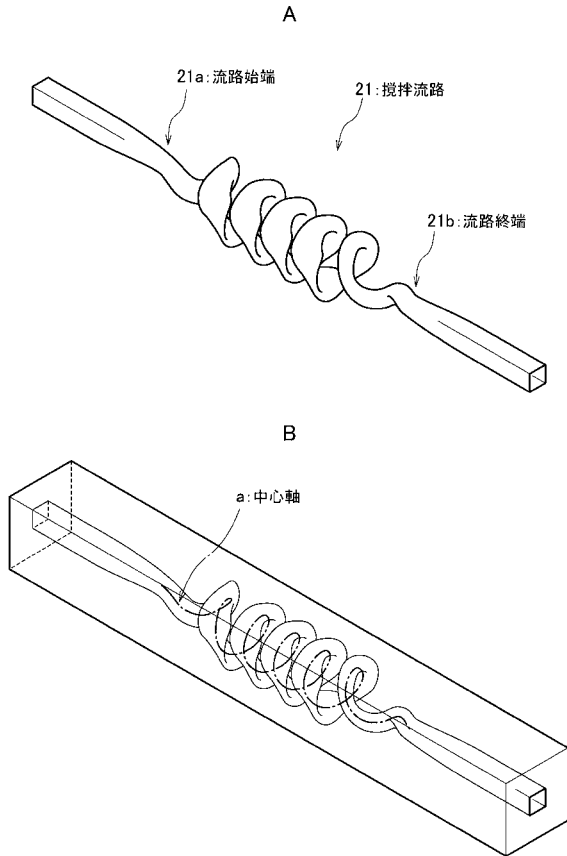
【 図 5 】



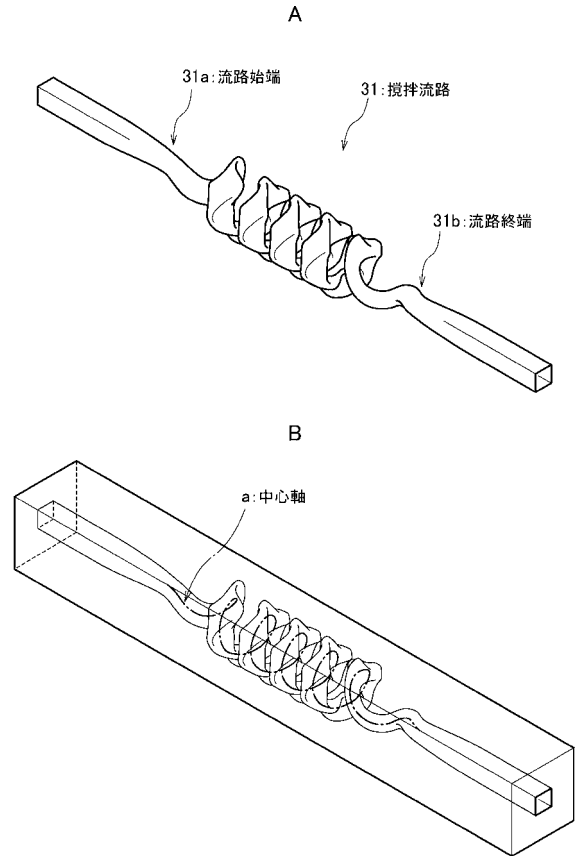
【 図 6 】



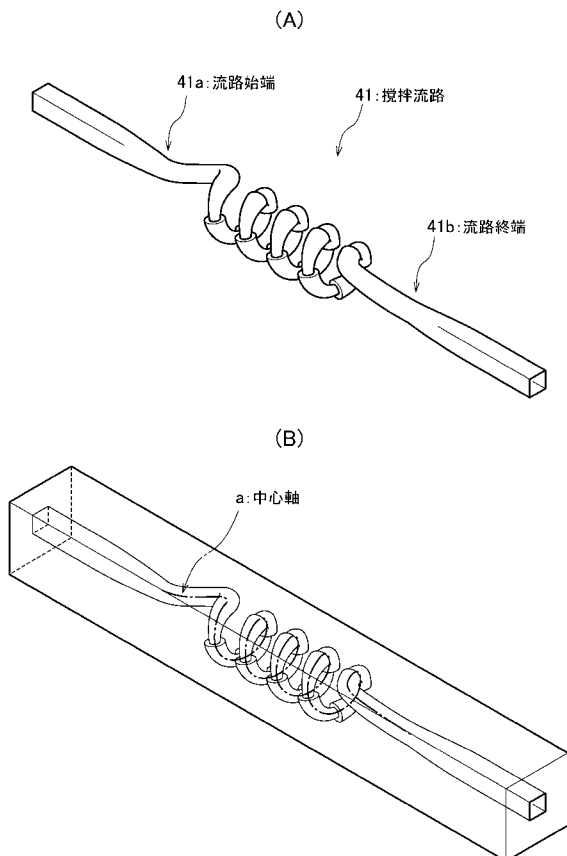
【 図 7 】



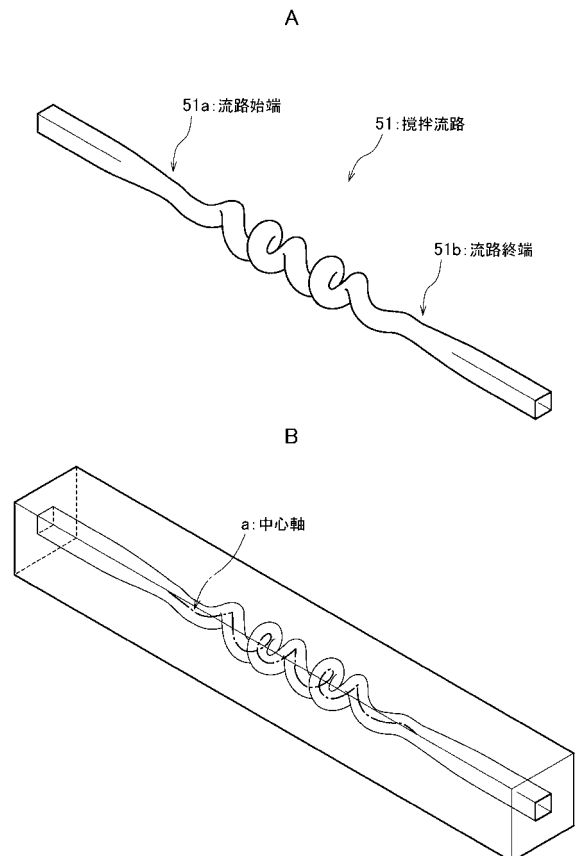
【 图 8 】



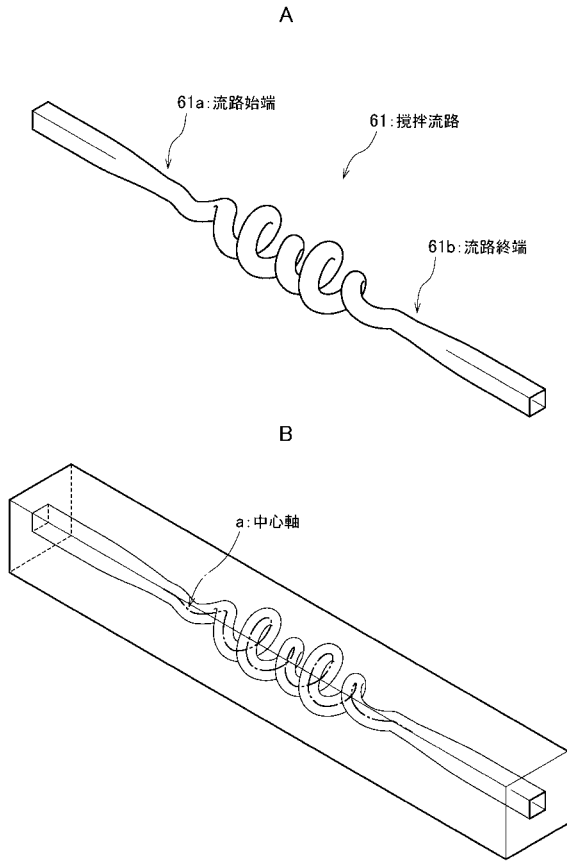
【 图 9 】



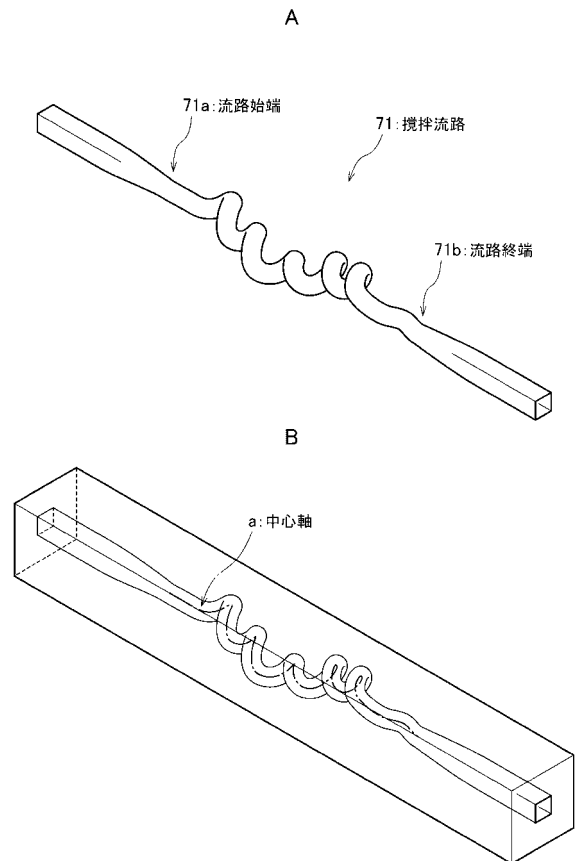
【 图 10 】



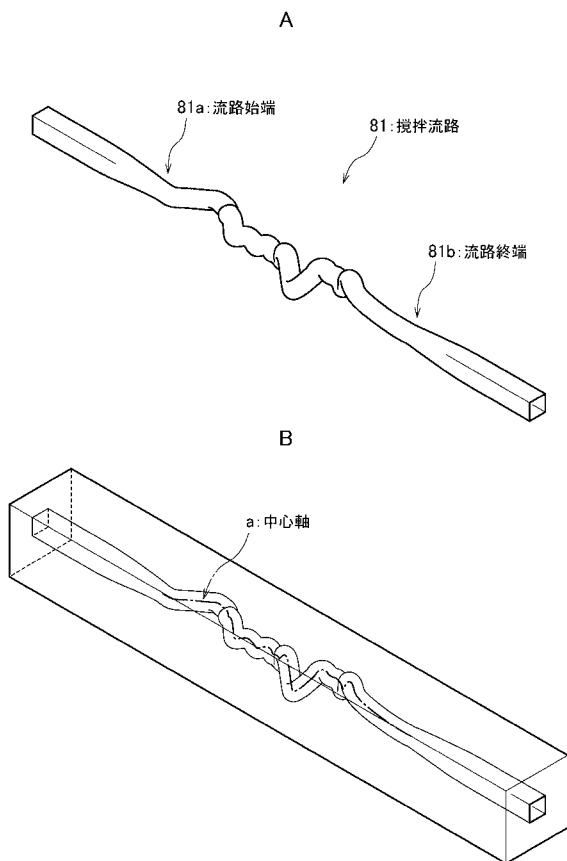
【 図 1 1 】



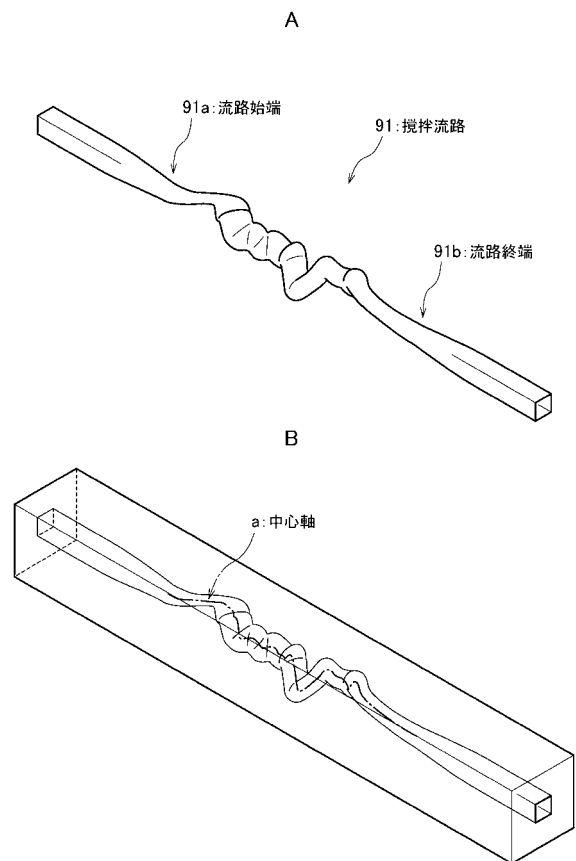
【 図 1 2 】



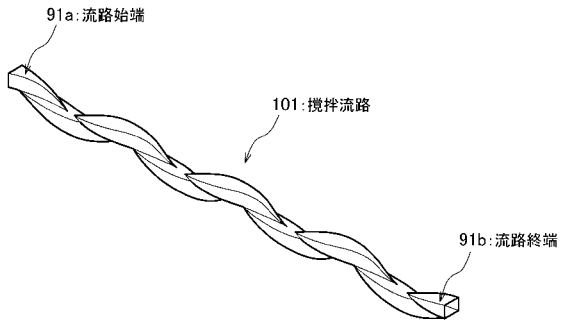
【 図 1 3 】



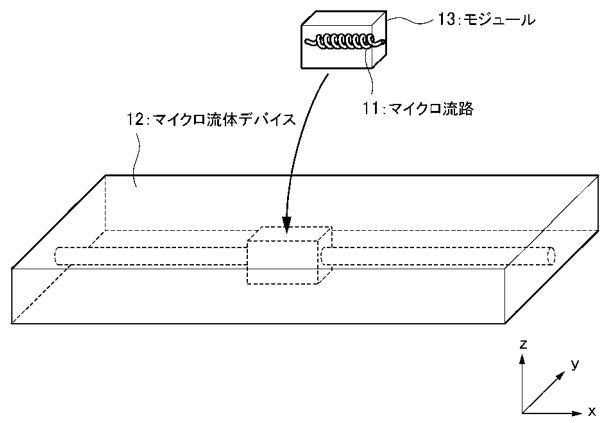
【 図 1 4 】



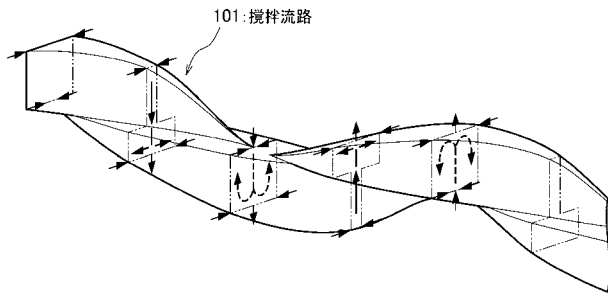
【図 15】



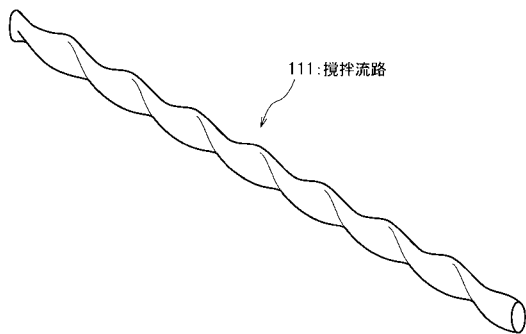
【図 17】



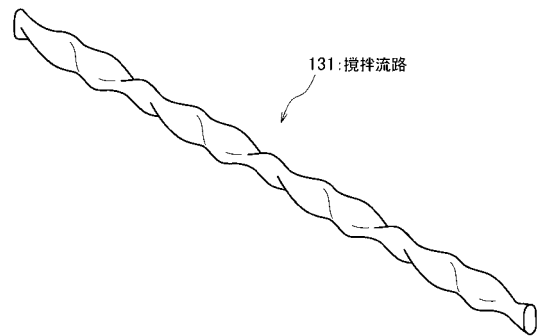
【図 16】



【図 18】



【図 20】



【図 19】

