

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年3月7日(07.03.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/044610 A1

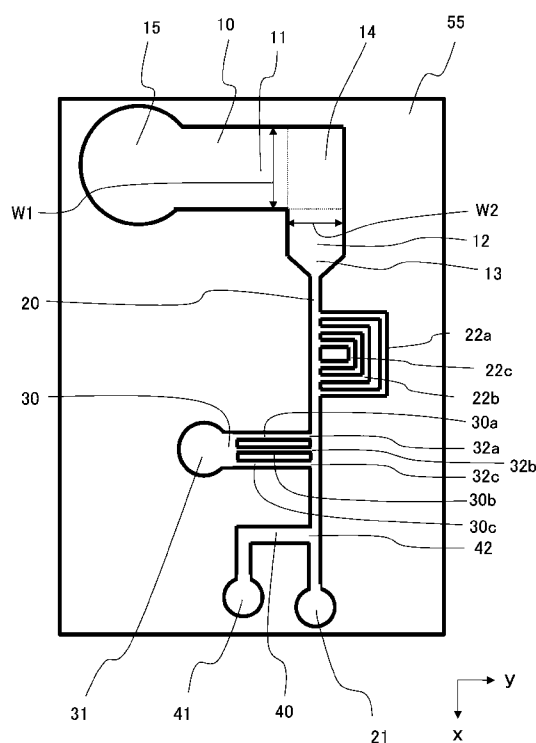
- (51) 国際特許分類:
B03B 5/00 (2006.01) C12M 1/00 (2006.01)
B03B 11/00 (2006.01) C12M 1/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/030940
- (22) 国際出願日: 2018年8月22日(22.08.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-165703 2017年8月30日(30.08.2017) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 米田 将史 (YONETA, Masashi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 中園 純平 (NAKAZONO, Jumpei); 〒6128501 京

都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: PARTICLE SEPARATION DEVICE AND PARTICLE SEPARATION APPARATUS USING SAME

(54) 発明の名称: 粒子分離デバイスおよびそれを用いた粒子分離装置



(57) Abstract: A particle separation device according to the present disclosure has a first flow path, a second flow path, and a plurality of branch flow paths. The first flow path has an inlet (opening). The second flow path is connected to the first flow path. Each of the plurality of branch flow paths is connected to the second flow path and has an outlet (opening). The first flow path has a curved part, a first part, and a second part. In a plane view, the curved part curves in the direction of flow path extension. In a plane view, the first part is adjacent to the curved part and positioned more to the inlet (opening) side than the curved part. In a plane view, the second part is adjacent to the curved part and positioned more to the second flow path side than the curved part. In a plane view, the width in the second part of the first flow path is smaller than the width in the first part of the first flow path.



WO 2019/044610 A1

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本開示の粒子分離デバイスは、第1流路と第2流路と複数の分岐流路とを有している。第1流路は流入口（開口）を有している。第2流路は第1流路に接続されている。複数の分岐流路は、第2流路に各々接続されており各々流出口（開口）を有している。第1流路は屈曲部と第1部分と第2部分とを有している。屈曲部は平面視において流路が延びる方向が屈曲している。第1部分は平面視において屈曲部に隣接して屈曲部よりも流入口（開口）側に位置している。第2部分は平面視において屈曲部に隣接して屈曲部よりも第2流路側に位置している。平面視において第1流路の第2部分における幅が第1流路の第1部分における幅よりも小さい。

明 細 書

発明の名称：粒子分離デバイスおよびそれを用いた粒子分離装置

技術分野

[0001] 本開示は、粒子分離デバイスおよびそれを用いた粒子分離装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、流入口と複数の流出口とを有する、幅が数 μm ～数百 μm の微小な流路構造（マイクロ流路）を用いて、液体中の粒子を分離抽出する粒子分離デバイスが知られている（例えば、特許文献1を参照。）。このような粒子分離デバイスでは、例えば、複数種類の粒子を含む液体（例えば血液）を流入口から流入させると、複数種類の粒子（例えば、赤血球および白血球）を分離して、複数の流出口から別々に抽出することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-76016号公報

発明の概要

[0004] 本開示の粒子分離デバイスは、第1流路と、第2流路と、複数の分岐流路とを有している。前記第1流路は、流入口を有している。前記第2流路は、前記第1流路に接続されている。前記複数の分岐流路は、前記第2流路に各々接続されており、各々流出口を有している。前記第1流路は、屈曲部と、第1部分と、第2部分とを有している。前記屈曲部は、平面視において、流路が延びる方向が屈曲している。前記第1部分は、平面視において、前記屈曲部に隣接して該屈曲部よりも前記流入口側に位置している。前記第2部分は、平面視において、前記屈曲部に隣接して該屈曲部よりも前記第2流路側に位置している。平面視において、前記第1流路の前記第2部分における幅が、前記第1流路の前記第1部分における幅よりも小さい。

[0005] 本開示の粒子分離装置は、前記粒子分離デバイスと、前記流入口に液体を流入させるためのポンプとを有している。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]本開示の粒子分離デバイスの第1の例を模式的に示す平面図である。
[図2]本開示の粒子分離デバイスの第2の例を模式的に示す平面図である。
[図3]本開示の粒子分離デバイスの第3の例を模式的に示す平面図である。
[図4]本開示の粒子分離デバイスの第4の例を模式的に示す平面図である。
[図5]本開示の粒子分離デバイスの第5の例を模式的に示す平面図である。
[図6]本開示の粒子分離デバイスの第6の例を模式的に示す平面図である。
[図7]本開示の粒子分離デバイスの第7の例を模式的に示す平面図である。
[図8]本開示の粒子分離装置の例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

- [0007] 特許文献1に記載された粒子分離デバイスでは、主流路の上流と下流とを接続するバイパス流路を構成し、バイパス流路の下流側端部から主流路へ流入する液体によって、主流路における一方の壁面側へ液体中の粒子を押し付け、主流路の一方の壁面に開口した分岐流路へ粒子を流入させて分離する。しかしながら、液体中の粒子がバイパス流路へ流入してしまい、バイパス流路が詰まってしまうことがあった。
- [0008] 本開示の粒子分離デバイスは、このようなトラブルの発生を低減することができる。以下、本開示の粒子分離デバイスおよびそれを用いた粒子分離装置について詳細に説明する。
- [0009] 図1は、本開示の粒子分離デバイスの第1の例を模式的に示す平面図である。なお、図1においては、作図を容易にするために、隠れた構造を示す、本来は破線で示すべき線も実線で示している。
- [0010] 本開示の粒子分離デバイスは、第1流路10と、第2流路20と、複数の分岐流路(30、40)とを有している。第1流路10は、流入口(開口15)を有している。第2流路20は、第1流路10に接続されている。複数の分岐流路(30、40)は、第2流路20に各々接続されており、各々流出口(開口31、開口41)を有している。第1流路10は、屈曲部14と、第1部分11と、第2部分12とを有している。屈曲部14は、平面視において、流路が延びる方向が屈曲している

。第1部分11は、平面視において、屈曲部14に隣接して屈曲部14よりも流入口（開口15）側に位置している。第2部分12は、平面視において、屈曲部14に隣接して屈曲部14よりも第2流路20側に位置している。そして、平面視において、第1流路10の第2部分12における幅W2が、第1流路10の第1部分11における幅W1よりも小さい。この構成が、本開示の粒子分離デバイスの基本構成である。本開示の粒子分離デバイスはこの基本構成を有していればよく、その他の構成は必須ではなく適宜変更が可能である。なお、図1において、第1流路10における、流路が延びる方向が屈曲している部分における内側の角を始点として、流路の幅方向（流路が延びる方向に垂直な方向）に引いた2本の線（図1に点線で示す）で挟まれた部分を屈曲部14とし、平面視において、屈曲部14に隣接して屈曲部14よりも流入口（開口15）側に位置している幅が一定の部分を第1部分11とし、平面視において、屈曲部14に隣接して屈曲部14よりも第2流路20側に位置する幅が一定の部分を第2部分12とする。

[0011] この基本構成により、第1流路10の第2部分12および第2流路20において、液体中の粒子を、流路の横断面における一方側へ寄せることができるので、その後の粒子の分離を容易にすることができる。

[0012] 以下、本開示の粒子分離デバイスの第1の例について、詳細に説明する。第1流路10、第2流路20および分岐流路（30、40）は、基板55に形成されている。基板55は、種々の材料を用いて形成することができる。例えば、基板55の材料として、アクリル、ポリカーボネート、PDMS（ジメチルポリシロキサン）等の各種樹脂材料や、ガラス、シリコン、セラミックス等の無機材料や、ステンレスなどの各種金属材料を用いることができる。また、複数種類の材料を組み合わせて用いても良い。透明な材料を用いて基板55を構成すると、内部の流路を流れる液体を外部から視認できるのでよい。

[0013] 例えば、一方もしくは両方に溝や穴を形成した2枚の基板を、例えば直接接合や接着剤を用いた接合によって貼り合わせることにより、第1流路10、第2流路20および分岐流路（30、40）を有する基板55を容易に作製すること

ができる。溝や穴等の形成には、例えば、ウェットエッチング、ドライエッチング、レーザー加工、機械加工等の従来周知の技術を用いることができる。第1流路10、第2流路20および分岐流路(30、40)の断面形状は、例えば矩形状とすることができるが、矩形以外の断面形状を有する部分があってもよい。流路の深さは一定とするのがよいが、局所的に若干深さが異なる部分が存在しても構わない。第1流路10、第2流路20および分岐流路(30、40)の深さは、例えば、分離する粒子の大きさ等に応じて設定することができ、例えば、 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ とすることができる。第1流路10、第2流路20および分岐流路(30、40)の幅は、分離する粒子の大きさに応じて設定することができ、例えば、 $\text{数}\mu\text{m}\sim \text{数百}\mu\text{m}$ 程度とすることができる。

[0014] 第1流路10は、開口15、屈曲部14、第1部分11、第2部分12および第3部分13を有している。開口15は、外部から液体が流入する流入口であり、基板5の上面に開口している。

[0015] 屈曲部14は、平面視において、流路が延びる方向が屈曲している部分である。本例では、屈曲部14において、流路が延びる方向が、y方向からx方向へ 90° 屈曲している。なお、屈曲部14において屈曲する角度は、例えば、 90° ($85^\circ\sim 95^\circ$)とすることができるが、他の角度としても構わない。

[0016] 第1部分11は、平面視において、屈曲部14に隣接して屈曲部14よりも開口15側に位置している部分である。第1部分11の幅W1は、例えば、 $0.4\text{mm}\sim 1.6\text{mm}$ 程度とすることができる。また、第1部分11と開口15との間に、幅が異なる部分があっても構わない。開口15と屈曲部14との間の長さは、例えば、 $2\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 程度とすることができる。

[0017] 第2部分12は、平面視において、屈曲部14に隣接して屈曲部14よりも第2流路20側に位置している部分である。第2部分12の幅W2は、例えば、 $0.2\text{mm}\sim 0.8\text{mm}$ 程度であり、且つ第1部分11の幅W1よりも小さい値とすることができる。

[0018] 第3部分13は、平面視において、上流側から下流側に向かうにつれて幅が小さくなる部分である。第3部分13は、第1流路10の下流側の端部に位

置する部分であり、第3部分13における下流側（図1における+x方向側）の端部に第2流路20が接続されている。なお、第3部分13を有していることにより、第1流路10から第2流路20への液体の流れをスムーズにすることができるが、場合によっては第3部分13を有していなくても構わない。

[0019] 第2流路20は、第1流路10に接続されており、開口21を有している。開口21は、基板55の下面に開口している。開口21は、第2流路20の下流側の端部に設けられており、第1流路10から流入した液体のうち、分岐流路（30、40）に流入しなかった液体が開口21から流出する。

[0020] 本例の粒子分離デバイスは、第2流路20に接続された複数のバイパス流路（22a、22b、22c）を有している。なお、図1では、図示を容易にするために3つのバイパス流路（22a、22b、22c）を有する例を示したが、実際には、例えば、10本～30本程度のバイパス流路を形成することができる。

[0021] バイパス流路（22a、22b、22c）の各々は、第2流路20の内壁面に開口した2つの接続口を有しており、2つの接続口を介して第2流路20に接続されている。2つの接続口の一方は、第2流路20の上流側（開口15側）に位置しており、2つの接続口の他方は、第2流路20の下流側（開口21側）に位置している。開口15側に位置する接続口の断面の大きさは、分離したい粒子の大きさよりも小さくするとよく、そうした場合には、バイパス流路（22a、22b、22c）への粒子の流入を低減することができる。そして、バイパス流路（22a、22b、22c）の各々において、開口15側に位置する接続口から液体が流入し、開口21側に位置する接続口から液体が第2流路20へ流出する。これにより、第2流路20を流れる液体中の粒子を、第2流路20におけるバイパス流路（22a、22b、22c）と反対側の壁面（図1の-y方向側の壁面）に押し付けることができる。

[0022] なお、本例では、複数のバイパス流路（22a、22b、22c）を有する例を示したが、場合によっては、複数のバイパス流路（22a、22b、22c）を有していなくても構わない。また、第2流路20の横断面における粒子が流れる位置を制御するために、例えば、第2流路20の内壁に1つ以上の段差または

突起を設けるようにしても構わない。

- [0023] 分岐流路30は、一方端が複数の流路（30 a、30 b、30 c）に分岐しており、複数の流路（30 a、30 b、30 c）の各々が、第2流路20に接続されている。流路30 aは、第2流路20の内壁面に開口した接続口32 aを有しており、接続口32 aを介して第2流路20に接続されている。流路30 bは、第2流路20の内壁面に開口した接続口32 bを有しており、接続口32 bを介して第2流路20に接続されている。流路30 cは、第2流路20の内壁面に開口した接続口32 cを有しており、接続口32 cを介して第2流路20に接続されている。
- [0024] 分岐流路30は、他方端に開口31を有している。開口31は、液体が流出する流出口であり、基板55の下面に開口している。そして、複数の接続口（32 a、32 b、32 c）を介して第2流路20から流入した液体が開口31から外部へ流出する。
- [0025] なお、図1では、図示を容易にするために、分岐流路30の一方端が3本の流路（30 a、30 b、30 c）に分岐した例を示したが、用途に応じて更に多数の流路に分岐することができ、例えば、10本～30本程度の流路に分岐することができる。
- [0026] 分岐流路40は、開口41と、接続口42とを有している。接続口42は第2流路20の内壁面に開口しており、接続口42を介して分岐流路40と第2流路20とが繋がっている。開口41は、液体が流出する流出口であり、基板55の下面に開口している。そして、接続口42を介して第2流路20から流入した液体が開口41から外部へ流出する。
- [0027] 接続口32 a、接続口32 b、接続口32 cおよび接続口42は、第2流路20におけるバイパス流路（22 a、22 b、22 c）と反対側の壁面、すなわち、第2流路20における粒子が近接して流れる壁面に設けられている。また、接続口32 a、接続口32 b、接続口32 cおよび接続口42は、液体が流れる方向に沿って並んで設けられている。そして、接続口42は、分岐流路30が有する複数の接続口（接続口32 a、接続口32 bおよび接続口32 c）よりも下流側（流入口である開口15から遠い側）に位置している。

[0028] 分岐流路30が有する複数の接続口（接続口32 a、接続口32 bおよび接続口32 c）の開口の大きさは、分離したい粒子のうちの最も小さいものは流入し、それよりも大きい粒子は流入し難い大きさに設定される。よって、分離抽出したい粒子のうちの最も小さいものは接続口32 a、接続口32 bおよび接続口32 cから分岐流路30へ流入し、流出口である開口31から外部へ流出する。このようにして、分離したい粒子のうちの1番目に小さいものを開口31から抽出することができる。

[0029] 例えば、血液中の赤血球および白血球を分離抽出する場合には、赤血球の方が白血球よりも小さいため、赤血球は、接続口32 a、接続口32 bおよび接続口32 cから分岐流路30へ流入し、開口31から外部へ流出するため、開口31から赤血球を抽出することができる。この場合には、接続口32 a、接続口32 bおよび接続口32 cの大きさは、例えば15 μ m程度に設定することができる。

[0030] 接続口42の開口の大きさは、分離したい粒子のうちの2番目に小さいものは流入し、それよりも大きい粒子は流入し難い大きさに設定することができる。よって、分離抽出したい粒子のうちの2番目に小さいものは接続口42から分岐流路40へ流入し、流出口である開口41から外部へ流出する。このようにして、分離したい粒子のうちの2番目に小さいものを開口41から抽出することができる。例えば、血液中の赤血球および白血球を分離抽出する場合には、白血球の方が赤血球よりも大きいため、白血球は、接続口42から分岐流路40へ流入し、開口41から外部へ流出するため、開口41から白血球を抽出することができる。この場合には、接続口42の大きさは、例えば20 μ m程度に設定される。

[0031] 開口21は、接続口42よりも下流側（流入口である開口15から遠い側）に位置しており、基板55の下面に開口している。そして、第2流路20に流入した液体のうち、分岐流路30および分岐流路40へ流入しなかった残りの液体が開口21から外部へ流出する。例えば、血液中の赤血球および白血球を分離抽出する場合には、血液から赤血球および白血球の殆どを取り除いた残りの成分

を、流出口である開口21から抽出することができる。

[0032] なお、例えば、血液中の赤血球および白血球を分離抽出する場合、赤血球の大きさおよび白血球の大きさには各々ばらつきがあるため、例えば、サイズが小さめの白血球が、最も小さい接続口32 a、接続口32 bおよび接続口32 cを介して分岐流路30に流入し、赤血球とともに流出口（開口31）から抽出されることがある。また、その逆に、分岐流路40の流出口（開口41）から流出した液体中に赤血球が混在することもある。しかしながら、分岐流路30の流出口（開口31）から流出する液体中の赤血球の数は白血球の数よりもはるかに多く、分岐流路40の流出口（開口41）から流出する液体中の赤血球の数は白血球の数よりもはるかに多い。本開示における「分離」とは、このような状態にできることを意味するものであり、1つの混在も無いように分離できることを意味するものではない。

[0033] このようにして、流入口（開口15）に流入した液体が複数の流出口（開口31、開口41、開口21）から流出し、液体中の粒子を分離して異なる流出口から抽出することができる。

[0034] 本開示の粒子分離デバイスでは、本例のように、平面視において、第1流路10が、上流側から下流側に向かうにつれて幅が小さくなる第3部分13を有しており、第2流路20が、第3部分13における下流側の端部に接続されているようにしてもよい。このような構成を有するときには、第1流路10から第2流路20への液体の流れをスムーズにすることができる。

[0035] また、本開示の粒子分離デバイスでは、本例のように、平面視において、屈曲部14において、第1部分11における上流側から下流側へ向かう方向（図1の+y方向）に対して、液体の流れる方向が右側へ屈曲しているとともに、第2流路20において、上流側から下流側へ向かう方向（図1の+x方向）に対して、分岐流路（30、40）が右側に接続されているようにしてもよい。このような構成を有するときには、第2流路20における分岐流路（30、40）が接続される側に液体中の粒子を偏らせることができるので、粒子の分離効率を高めることができる。

[0036] また、本開示の粒子分離デバイスでは、本例のように、平面視において、屈曲部14は、第1部分11における上流側から下流側へ向かう方向（図1の+y方向）に対して、右側へ屈曲するように構成されており、分岐流路（30、40）は、上流側から下流側へ向かう方向（図1の+x方向）に対して、第2流路20の左側に接続されているようにしてもよい。このような構成を有するときには、第2流路20におけるバイパス流路（22a、22b、22c）が接続する側と反対側（図1における-y方向側）に液体中の粒子を偏らせることができるので、バイパス流路（22a、22b、22c）への液体中の粒子の流入を低減することができる。

[0037] 次に、本開示の粒子分離デバイスの第2の例について説明する。図2は、本開示の粒子分離デバイスの第2の例を模式的に示す平面図であり、第3部分13と第2流路20との接続部付近のみを拡大して示した図である。なお、本例では、前述した第1の例と異なる部分について説明し、同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

[0038] 本例では、図2に示すように、平面視において、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面23aと第1流路10の内壁面16aとが接する部分23cが、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面23bと第1流路10の内壁面16bとが接する部分23dよりも、下流側（流入口である開口15から遠い側であり、図1および図2における+x方向側）に位置している。このような構成を有しているときには、第2流路20における分岐流路（30、40）が接続する側へ液体中の粒子を更に偏らせることができる。また、第2流路20の内壁面23aと第1流路10の内壁面16aとが接する部分23cと、第2流路20の内壁面23bと第1流路10の内壁面16bとが接する部分23dとの、第2流路20における上流側から下流側へ向かう方向（図1および図2における+x方向）に沿った距離は、適宜設定することができる。この距離は、例えば、第2流路20の幅方向（図1および図2におけるy方向）の寸法の2倍以上にするとよい。

[0039] 次に、本開示の粒子分離デバイスの第3の例について説明する。図3は、

本開示の粒子分離デバイスの第3の例を模式的に示す平面図であり、第3部分13と第2流路20との接続部付近のみを拡大して示した図である。なお、本例では、前述した第1の例と異なる部分について説明し、同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

[0040] 本例では、図3に示すように、平面視において、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面24aと左側の内壁面24aに接する第1流路10の内壁面17aとが成す角度 $\theta 1$ が、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面24bと右側の内壁面24bに接する第1流路10の内壁面17bとが成す角度 $\theta 2$ よりも大きい。このような構成を有しているときには、第2流路20における分岐流路(30、40)が接続する側へ液体中の粒子を更に偏らせることができる。また、角度 $\theta 1$ および角度 $\theta 2$ は、適宜設定することができるが、例えば、 $\theta 1$ は $\theta 2$ の1.5倍～3倍程度とすることができる。 $\theta 1$ は、例えば $60^\circ \sim 90^\circ$ 程度とすることができ、 $\theta 2$ は、例えば $30^\circ \sim 60^\circ$ 程度とすることができる。

[0041] 次に、本開示の粒子分離デバイスの第4の例について説明する。図4は、本開示の粒子分離デバイスの第4の例を模式的に示す平面図である。なお、本例では、前述した第1の例と異なる部分について説明し、同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

[0042] 本例では、図4に示すように、平面視において、屈曲部14は、第1部分11における上流側から下流側へ向かう方向(図4の+y方向)に対して左側へ屈曲するように構成されており、分岐流路(30、40)は、上流側から下流側へ向かう方向(図4の-x方向)に対して第2流路20の左側に接続されている。このような構成を有するときには、第2流路20における分岐流路(30、40)が接続する側に液体中の粒子を偏らせることができるので、粒子の分離効率を高めることができる。

[0043] また、本例では、図4に示すように、平面視において、屈曲部14において、第1部分11における上流側から下流側へ向かう方向(図4の+y方向)に対して左側へ、液体の流れる方向が屈曲しているとともに、第2流路20にお

いて、上流側から下流側へ向かう方向（図4の $-x$ 方向）に対して右側にバイパス流路（22a、22b、22c）が接続されている。このような構成を有するときには、第2流路20におけるバイパス流路（22a、22b、22c）が接続する側と反対側（図4における $-y$ 方向側）に液体中の粒子を偏らせることができるので、バイパス流路（22a、22b、22c）への液体中の粒子の流入を低減することができる。

[0044] 次に、本開示の粒子分離デバイスの第5の例について説明する。図5は、本開示の粒子分離デバイスの第5の例を模式的に示す平面図であり、第3部分13と第2流路20との接続部付近のみを拡大して示した図である。なお、本例では、前述した第4の例と異なる部分について説明し、同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

[0045] 本例では、図5に示すように、平面視において、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面25aと第1流路10の内壁面18aとが接する部分25cが、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面25bと第1流路10の内壁面18bとが接する部分25dよりも、下流側（流入口である開口15から遠い側であり、図4および図5における $-x$ 方向側）に位置している。このような構成を有しているときには、第2流路20における分岐流路（30、40）が接続する側へ液体中の粒子を更に偏らせることができる。また、第2流路20の内壁面25aと第1流路10の内壁面18aとが接する部分25cと、第2流路20の内壁面25bと第1流路10の内壁面18bとが接する部分25dとの、第2流路20における上流側から下流側へ向かう方向（図4および図5における $-x$ 方向）に沿った距離は、適宜設定することができる。この距離は、例えば、第2流路20の幅方向（図4および図5における y 方向）の寸法の2倍以上にするとよい。

[0046] 次に、本開示の粒子分離デバイスの第6の例について説明する。図6は、本開示の粒子分離デバイスの第6の例を模式的に示す平面図であり、第3部分13と第2流路20との接続部付近のみを拡大して示した図である。なお、本例では、前述した第4の例と異なる部分について説明し、同じ構成要素には

同じ符号を付して重複する説明を省略する。

[0047] 本例では、図6に示すように、平面視において、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面26aと右側の内壁面26aに接する第1流路10の内壁面19aとが成す角度 $\theta 3$ が、第2流路20における、上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面26bと左側の内壁面26bに接する第1流路10の内壁面19bとが成す角度 $\theta 4$ よりも大きい。このような構成を有しているときには、第2流路20における分岐流路(30、40)が接続する側へ液体中の粒子を更に偏らせることができる。また、角度 $\theta 3$ および角度 $\theta 4$ は、適宜設定することができるが、例えば、 $\theta 3$ は $\theta 4$ の1.5倍～3倍程度とすることができる。 $\theta 3$ は、例えば $60^\circ \sim 90^\circ$ 程度とすることができ、 $\theta 4$ は、例えば $30^\circ \sim 60^\circ$ 程度とすることができる。

[0048] 次に、本開示の粒子分離デバイスの第7の例について説明する。図7は、本開示の粒子分離デバイスの第7の例を模式的に示す平面図である。なお、本例では、前述した第1の例と異なる部分について説明し、同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

[0049] 本例では、図7に示すように、バイパス流路(22a、22b、22c)に代えてバイパス流路(22d、22e)を有しており、バイパス流路(22d、22e)の各々が有する2つの接続口のうちの上流側(流入口である開口15に近い側)に位置するものは、屈曲部14の外側の角部の近傍の内壁面に開口している。バイパス流路(22d、22e)の各々が有する2つの接続口のうちの下流側(流入口である開口15から遠い側)に位置するものは、前述した第1の例と同様に、第2流路20の内壁面に開口している。すなわち、バイパス流路(22d、22e)は、屈曲部14の外側の角部の近傍と、第2流路20の途中とを接続している。屈曲部14では、液体中の粒子が内側に偏って流れ、屈曲部14の外側の角部の近傍には粒子が殆ど存在していないため、本例で示した構成により、バイパス流路(22d、22e)に粒子が流入してバイパス流路(22d、22e)に詰まりが生じるのを更に低減することができる。

[0050] 次に、本開示の粒子分離装置について説明する。図8は、本開示の粒子分

離装置の例を模式的に示す図である。本開示の粒子分離装置は、粒子分離デバイス61と、ポンプ62とを有している。粒子分離デバイス61は、前述した第1の例の粒子分離デバイスであり、粒子分離デバイス61の流入口（開口15）とポンプ62とがチューブ63で接続されている。そして、ポンプ62から送られた液体は、チューブ63を通過して粒子分離デバイス61の流入口（開口15）へ流入する。

[0051] ポンプ62は、粒子を含んだ流体（液体）を粒子分離デバイス61の流入口（開口15）へ流入させるためのものであり、既知の種々のポンプを使用することができる。ポンプ62は、粒子を含んだ少量の液体を一定の流速で粒子分離デバイス61の流入口（開口15）へ流入させる機能を有していることが望ましい。ポンプ62には、例えばシリンジポンプを好適に使用することができるが、電気浸透流ポンプ、蠕動ポンプ、ガスポンプ等の他のポンプを用いることもできる。

[0052] チューブ63は、使用する液体に応じて既知の種々の材質からなるチューブを用いて構成することができる。チューブ63には、例えば、シリコーンチューブを好適に用いることができる。なお、チューブ63は必須ではなく、例えば、粒子分離デバイス61とポンプ62とを直接接続するような場合には、チューブ63を有していなくても構わない。

[0053] なお、本開示の粒子分離デバイスおよび粒子分離装置は、上述した複数の例に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。例えば、異なる例で示された構成を幾つか組み合わせたような構成としても構わない。

符号の説明

- [0054] 10：第1流路
11：第1部分
12：第2部分
13：第3部分
14：屈曲部
15：流入口（開口）

21、31、41 : 流出口 (開口)

20 : 第2流路

22 a、22 b、22 c、22 d、22 e : バイパス流路

30、40 : 分岐流路

61 : 粒子分離デバイス

62 : ポンプ

請求の範囲

- [請求項1] 流入口を有する第1流路と、
該第1流路に接続された第2流路と、
該第2流路に各々接続されており、各々流出口を有する複数の分岐流路と
を有する粒子分離デバイスであって、
平面視において、
前記第1流路は、流路が延びる方向が屈曲している屈曲部と、該屈曲部に隣接して該屈曲部よりも前記流入口側に位置する第1部分と、前記屈曲部に隣接して該屈曲部よりも前記第2流路側に位置する第2部分とを有しており、
前記第1流路の前記第2部分における幅が、前記第1流路の前記第1部分における幅よりも小さい、粒子分離デバイス。
- [請求項2] 平面視において、
前記第1流路は、上流側から下流側に向かうにつれて幅が小さくなる第3部分を有しており、前記第2流路は、前記第3部分における下流側の端部に接続されている、請求項1に記載の粒子分離デバイス。
- [請求項3] 平面視において、
前記屈曲部は、前記第1部分における上流側から下流側へ向かう方向に対して右側へ屈曲するように構成されており、
前記分岐流路は、上流側から下流側へ向かう方向に対して前記第2流路の右側に接続されている、請求項1または請求項2に記載の粒子分離デバイス。
- [請求項4] 平面視において、
前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面と前記第1流路の内壁面とが接する部分が、
前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面と前記第1流路の内壁面とが接する部分よりも下流側に位置し

ている、請求項3に記載の粒子分離デバイス。

[請求項5]

平面視において、

前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面と該左側の内壁面に接する前記第1流路の内壁面とが成す角度が、

前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面と該右側の内壁面に接する前記第1流路の内壁面とが成す角度よりも大きい、請求項3または請求項4に記載の粒子分離デバイス。

[請求項6]

平面視において、

前記屈曲部は、前記第1部分における上流側から下流側へ向かう方向に対して左側へ屈曲するように構成されており、

前記分岐流路は、上流側から下流側へ向かう方向に対して前記第2流路の左側に接続されている、請求項1または請求項2に記載の粒子分離デバイス。

[請求項7]

平面視において、

前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面と前記第1流路の内壁面とが接する部分が、

前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面と前記第1流路の内壁面とが接する部分よりも下流側に位置している、請求項6に記載の粒子分離デバイス。

[請求項8]

平面視において、

前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して右側の内壁面と該右側の内壁面に接する前記第1流路の内壁面とが成す角度が、

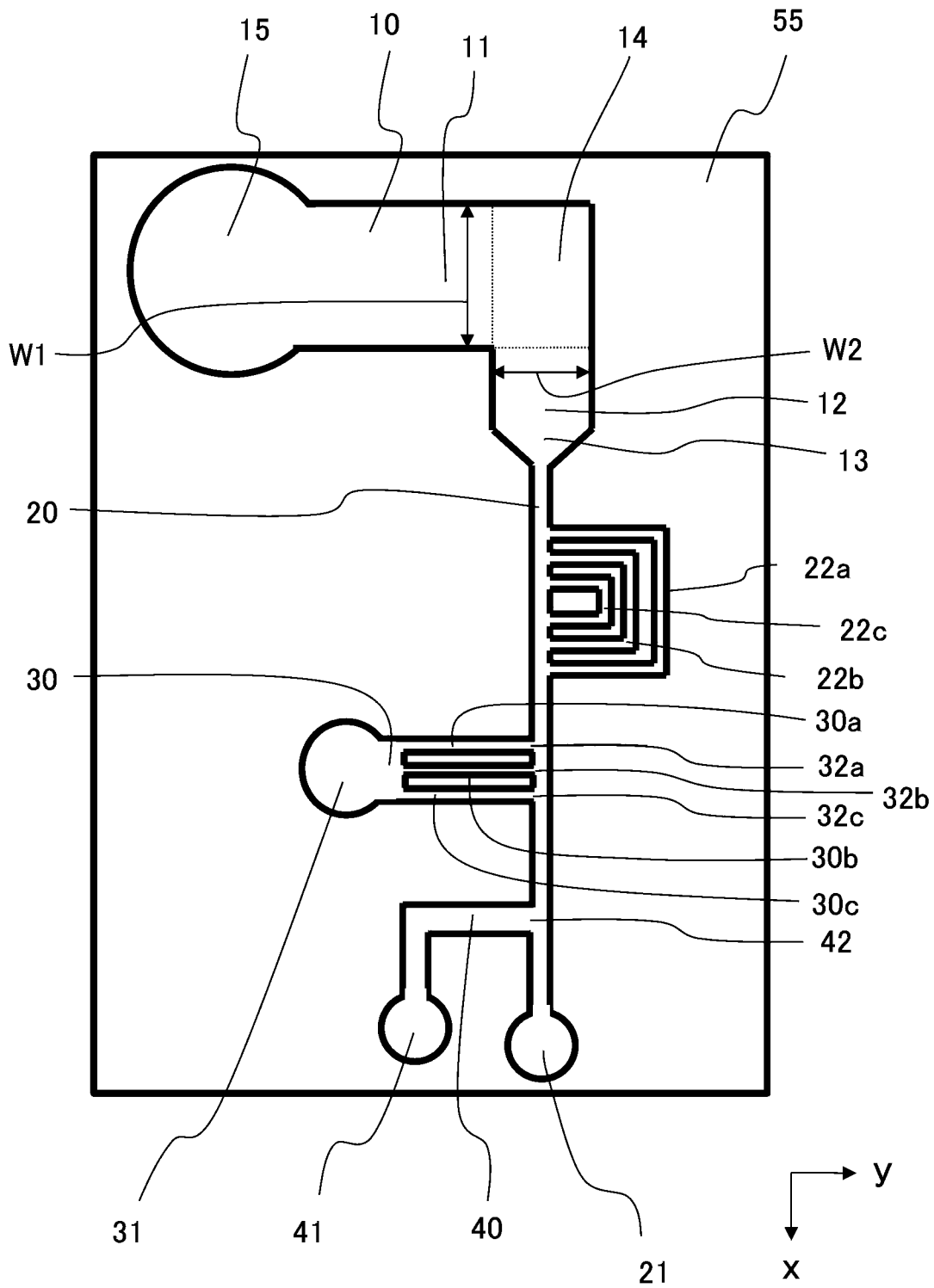
前記第2流路における上流側から下流側へ向かう方向に対して左側の内壁面と該左側の内壁面に接する前記第1流路の内壁面とが成す角度よりも大きい、請求項6または請求項7に記載の粒子分離デバイス。

[請求項9]

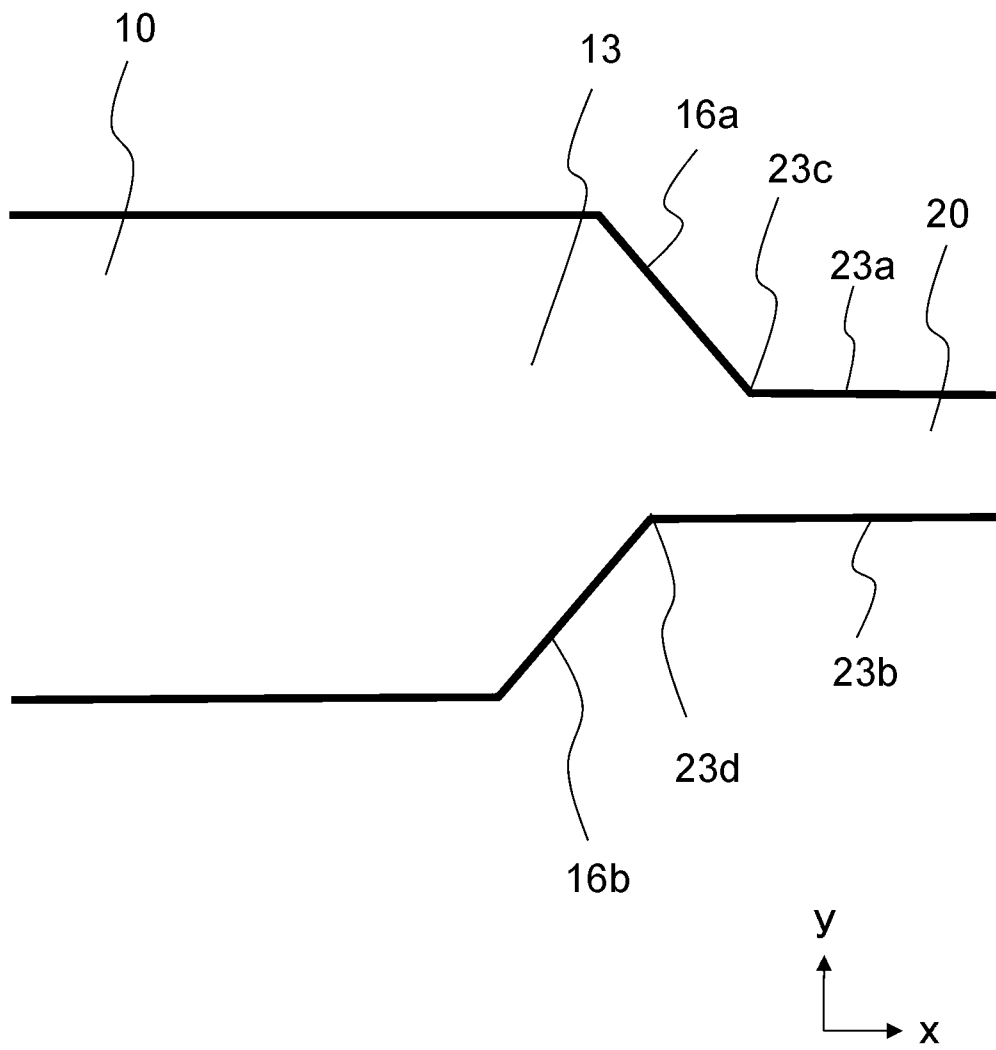
請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の粒子分離デバイスと、

前記流入口に流体を流入させるためのポンプと
を有する、粒子分離装置。

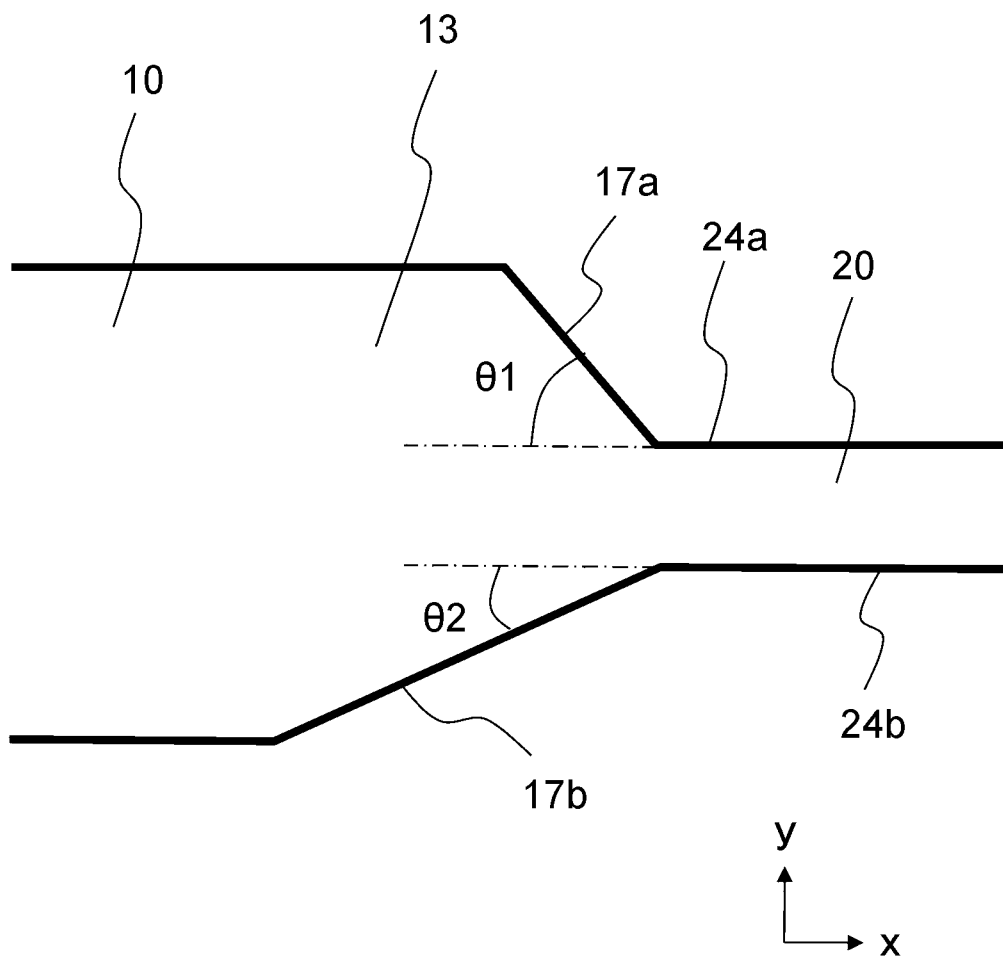
[図1]



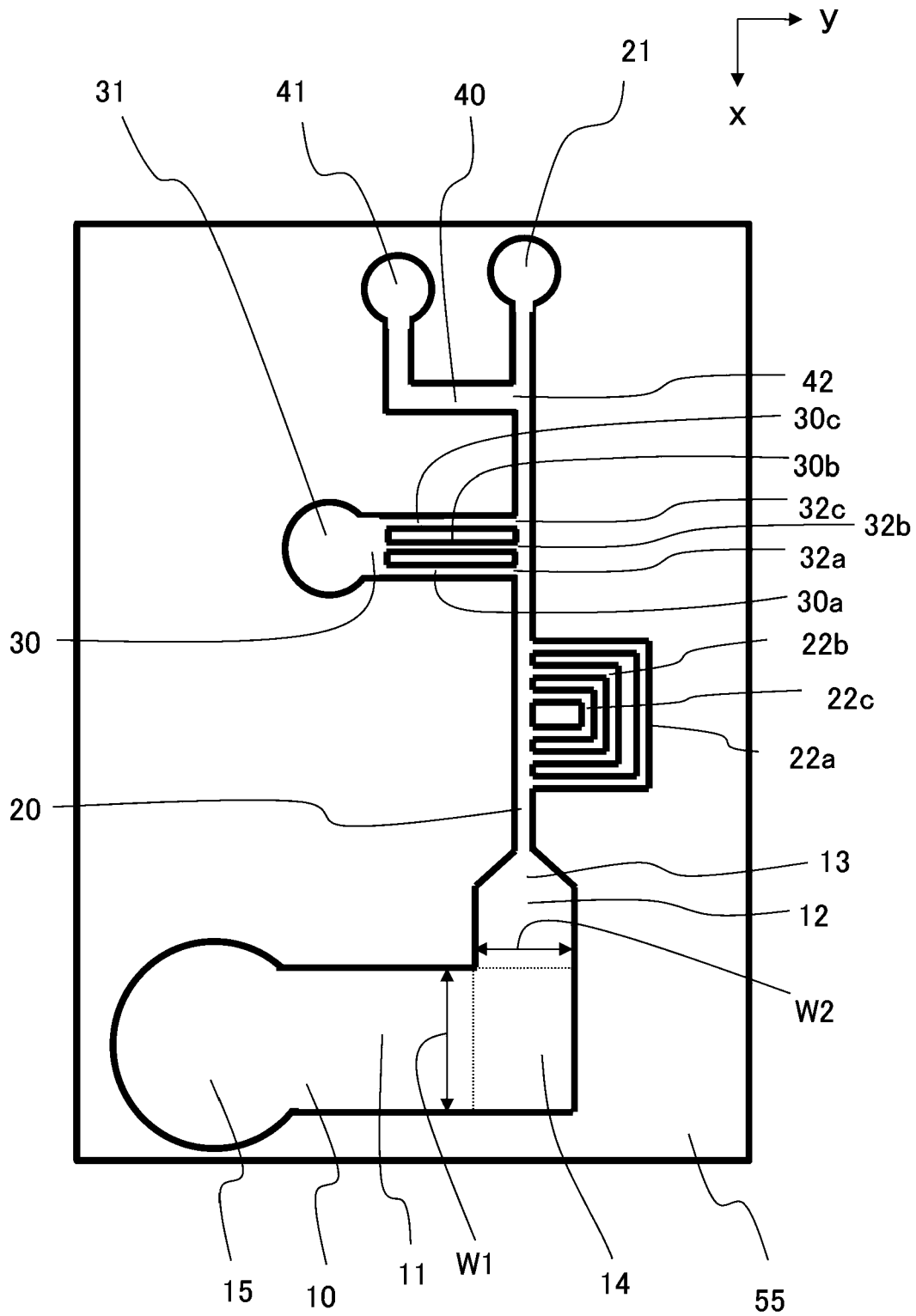
[図2]



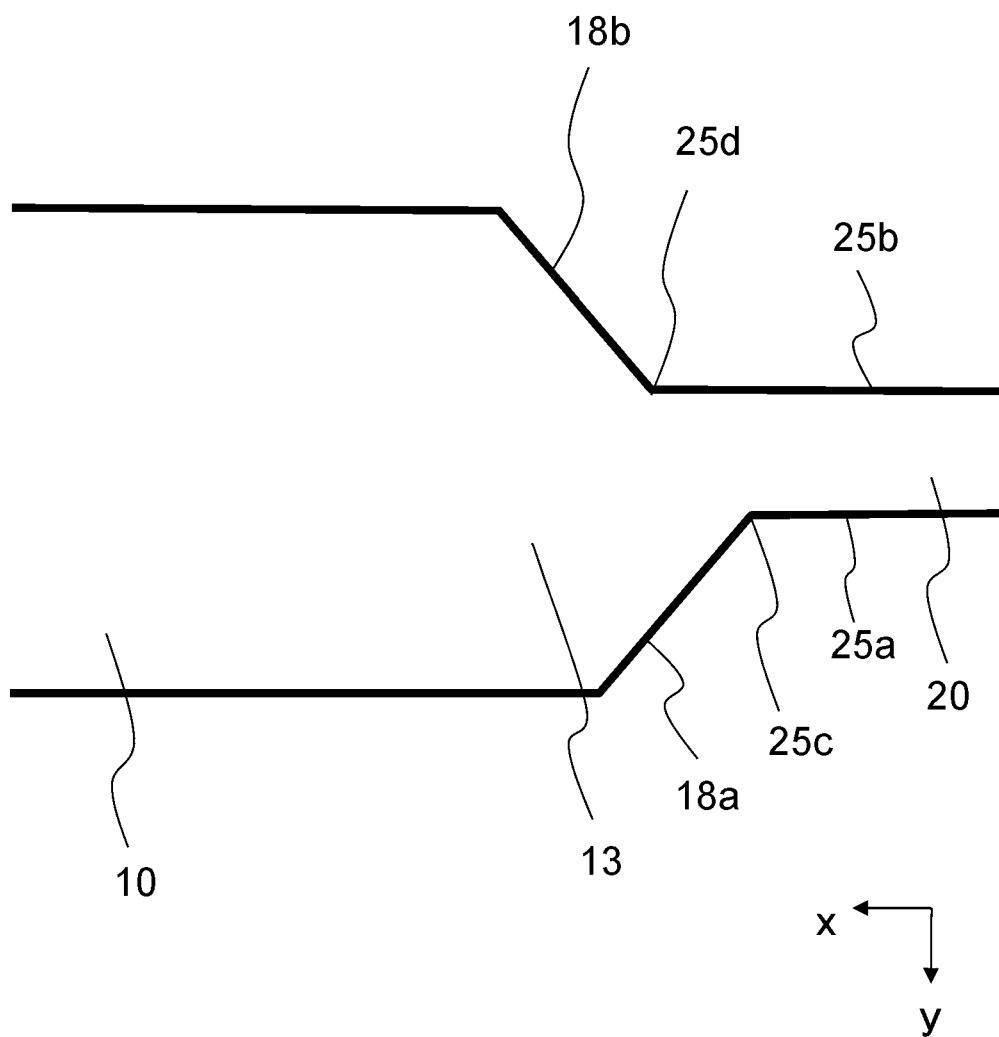
[図3]



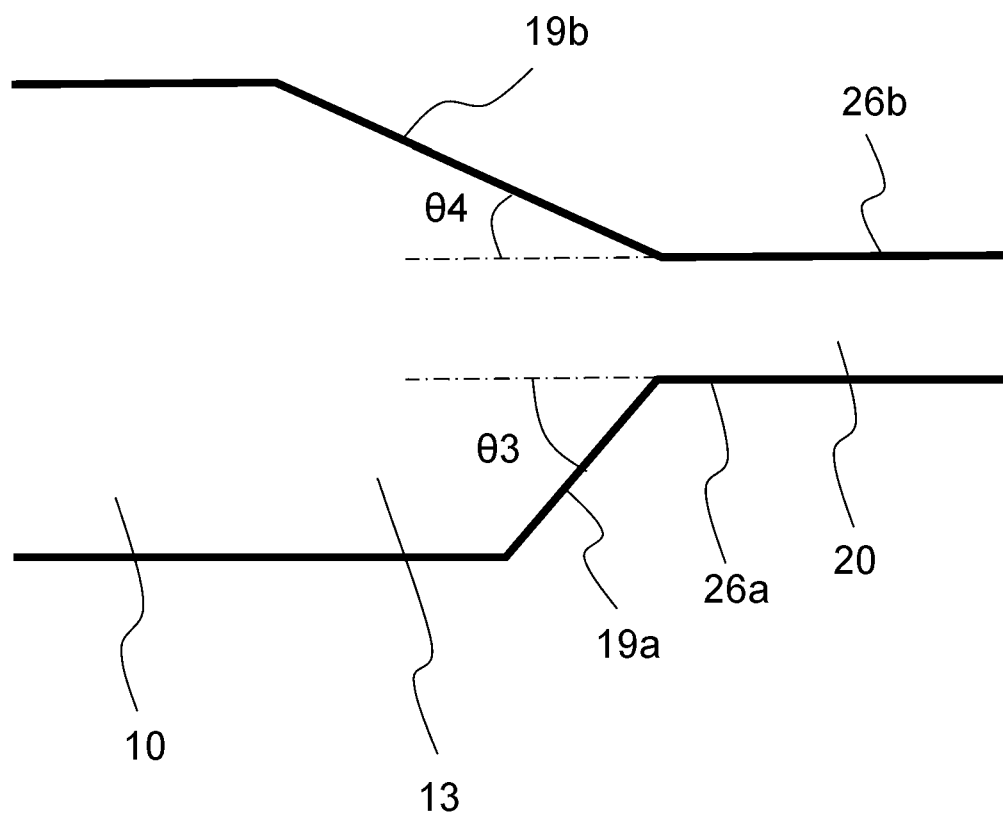
[図4]



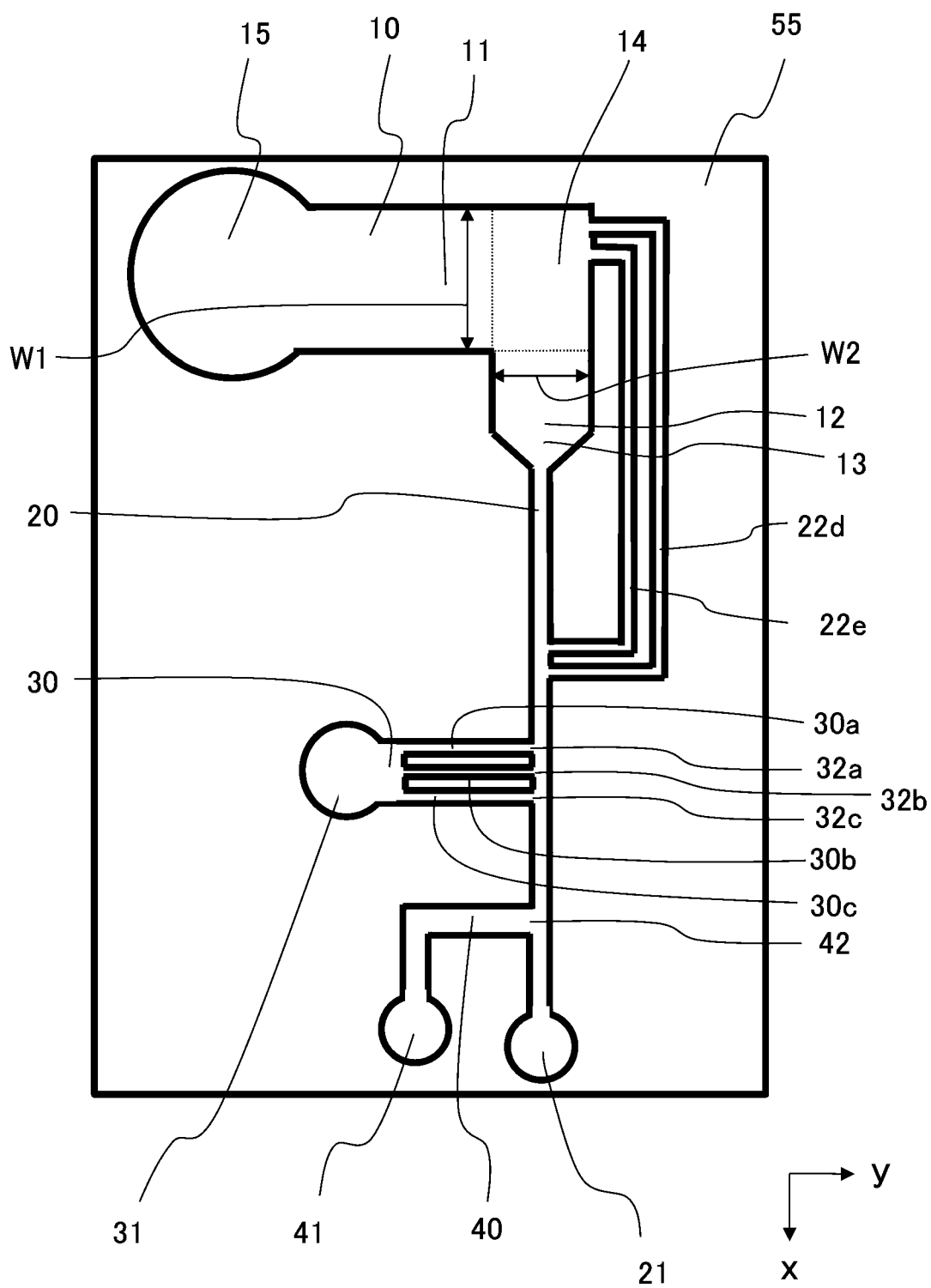
[図5]



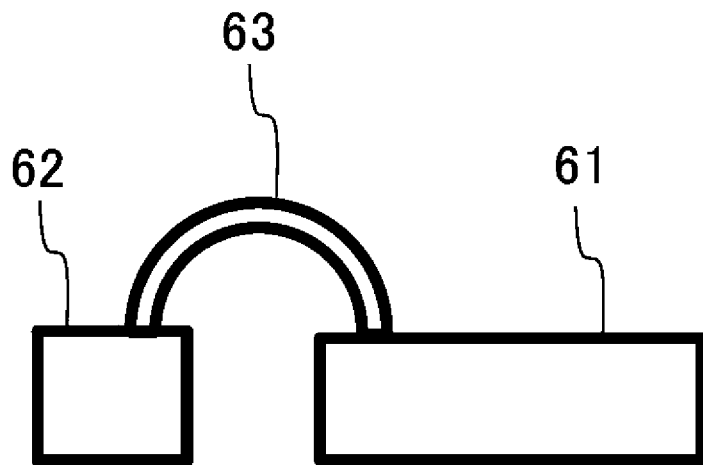
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B03B5/00 (2006.01) i, B03B11/00 (2006.01) i, C12M1/00 (2006.01) i,
C12M1/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B03B5/00, B03B11/00, C12M1/00, C12M1/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2007-175684 A (SEKI, Minoru) 12 July 2007, claims 1-2, 11, paragraphs [0001], [0010]-[0016], [0033]-[0045], [0066]-[0075], [0078]-[0082], fig. 1, 4, 6 (Family: none)	1, 3, 6, 9 2 4-5, 7-8
Y	WO 2008/142850 A1 (PANASONIC CORP.) 27 November 2008, paragraphs [0062]-[0063], fig. 10 & US 2010/0126922 A1, paragraphs [0100]-[0101], fig. 10 & EP 2145687 A1	2
A	JP 2012-76016 A (CHIBA UNIVERSITY) 19 April 2012, claim 1, paragraphs [0001], [0018], [0041]-[0043], [0046]-[0068], fig. 1-4 (Family: none)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 November 2018 (05.11.2018)

Date of mailing of the international search report
20 November 2018 (20.11.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B03B5/00(2006.01)i, B03B11/00(2006.01)i, C12M1/00(2006.01)i, C12M1/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B03B5/00, B03B11/00, C12M1/00, C12M1/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-175684 A (関 実) 2007.07.12, [請求項1] ~ [請求項2]、[請求項11]、[0001]、[0010] ~ [0016]、[0033] ~ [0045]、[0066] ~ [0075]、[0078] ~ [0082]、[図1]、[図4]、[図6]（ファミリーなし）	1, 3, 6, 9
Y		2
A		4-5, 7-8
Y	WO 2008/142850 A1 (パナソニック株式会社) 2008.11.27, [0062] ~ [0063]、[図10] & US 2010/0126922 A1, [0100]-[0101], FIG. 10 & EP 2145687 A1	2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.11.2018

国際調査報告の発送日

20.11.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

増田 健司

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

4Q

4156

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-76016 A (国立大学法人 千葉大学) 2012.04.19, [請求項1]、[0001]、[0018]、[0041]～[0043]、[0046]～[0068]、[図1]～[図4] (ファミリーなし)	1-9