

(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
2014 年 12 月 18 日(18.12.2014)

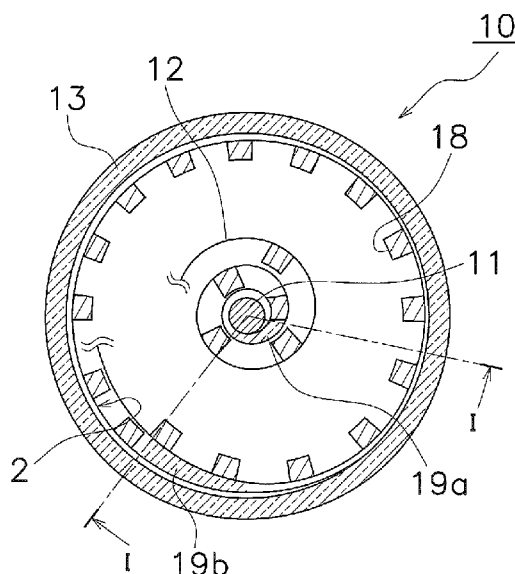


(10) 国際公開番号
WO 2014/199889 A1

- (51) 国際特許分類:
B01J 19/00 (2006.01) G01N 21/27 (2006.01)
B03C 5/02 (2006.01) G01N 27/447 (2006.01)
B81B 1/00 (2006.01) G01N 37/00 (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/064919
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 5 日(05.06.2014)
- (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 2013-124624 2013 年 6 月 13 日(13.06.2013) JP
- (71) 出願人: 日本写真印刷株式会社(NISSHA PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町 3 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 阪下 麻子(SAKASHITA, Asako); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町 3 番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 中山 鉄矢(NAKAYAMA, Tetsuya); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町 3 番地 日本写真印刷株式会社内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MICROFLUID DEVICE AND DIELECTROPHORETIC DEVICE

(54) 発明の名称: マイクロ流体デバイス及び誘電泳動装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a microfluid device and a dielectrophoretic device suitable for accurately separating large quantities of particles. [Solution] A microfluid device (10) is provided with an insulative transparent film (12), spacers (18), a first electrode, a second electrode, and a grounding electrode. The transparent film (12) is wrapped around a conducting shaft (11), i.e., a central shaft, and has a spiral shape in a cross-section perpendicular to the central shaft. As a result of the spacers (18) being provided between a prescribed layer and a layer outside thereof of the transparent film (12), a space is provided between the prescribed layer and the layer outside thereof of the transparent film (12). The space provided by the spacers (18) forms a flow path (2) that has a spiral shape in a cross-section perpendicular to the central shaft and extends along the central shaft. The first electrode, the second electrode, and the grounding electrode are formed on the transparent film (12) and electrophoresis occurs in a fluid flowing through the flow path (2) due to a high-frequency voltage being impressed on these electrodes.

(57) 要約:

[続葉有]



【課題】大量の粒子を精度よく分離するのに適したマイクロ流体デバイス及び誘電泳動装置を提供する。 【解決手段】マイクロ流体デバイス１０は、絶縁性の透明フィルム１２とスペーサ１８と第１電極、第２電極及び接地電極を備えている。透明フィルム１２は、導体軸１１、つまり中心軸の周りに巻回され、中心軸に垂直な断面における形状が渦巻状である。スペーサ１８によって、透明フィルム１２の所定の周とその外側の周との間に配置されて所定の周と外側の周にある透明フィルム１２の間に隙間が設けられる。スペーサ１８による隙間で、中心軸に垂直な断面における形状が渦巻状であって中心軸に沿って延びる流路２が形成される。第１電極、第２電極及び接地電極は透明フィルム１２上に形成されており、これら電極に高周波電圧が印加されることによって流路２を流れる流体内で誘電泳動が生じる。

明 細 書

発明の名称： マイクロ流体デバイス及び誘電泳動装置

技術分野

[0001] 本発明は、マイクロ流体デバイス及びマイクロ流体デバイスを使用する誘電泳動装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、経済性や環境保護の観点から、ガラスなどの小さな基板に微細な溝や空洞を形成し、化学反応、細胞培養、分離検出等のプロセスに用いる粒子などの量をできるだけ減らすことが試みられている。このようなプロセスに用いられるマイクロ流体デバイスとして、例えば、特許文献1（特開2006-26791号公報）には、厚さ1mmのガラス基板の上に、幅及び高さが各200 μ m、長さが50mmの微細流路を持つマイクロ流体デバイスが記載されている。

また、特許文献2には、このようなラボオンアチップ（Lab-on-a-chip）の大量生産を可能にするため、1枚の樹脂フィルムを打ち抜いてスリットを形成し、このスリットが形成されている部分を他の2枚の樹脂フィルムで挟むマイクロ流体デバイスの製造方法が開示されている。この特許文献2には、単に3枚の樹脂フィルムのサンドイッチ構造でラボオンアチップを形成するだけでなく、複数のスリットを有するサンドイッチ構造の樹脂フィルムを巻き取ることにより、ロール状に形成されたラボオンアチップを得る技術が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-26791号公報

特許文献2：特開2004-243193号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献１や特許文献２に記載されている従来のマイクロ流体デバイスは、一般的に、図１８（a）に示されているマイクロ流体デバイス１００のように、２枚の基板１０１、１０２と、それらに対向させて形成された微細流路１０３と、微細流路１０３に形成されている誘電泳動用の電極１０４、１０５と、一方の基板１０２を開口させて形成されている液流入口１０６及び液流出口１０７と側壁形成部材１０８とを備えている。特許文献２のロール状に形成されたラボオンチップも多数のスリットの各々は、前述のような構成になっている。

 このようなマイクロ流体デバイス１００を使って行われる、流体内に存在する異種の粒子１２０の分離は、特定の誘電率帯の粒子１２０を電極１０４、１０５間に引き付けるなどしてトラップすることで実現される。電極１０４、１０５間が粒子で埋め尽くされる（飽和する）と、それ以上粒子１２０をトラップできず、粒子の分離が行われなくなる。そこで、分離能力を向上させるには電極面積を拡大させるのが有効であることが分かる。しかし、そのためには微細流路１０３を大きくせざるを得ず、従来のマイクロ流体デバイス１００の構造は、大量の粒子を処理するということには不向きである。

 また、微細流路１０３に高低差があると、そこに流体のよどみが発生し、粒子１２０が滞留、粒子の回収率が低下してしまう。例えば、図１８（b）には、このようなよどみが発生するマイクロ流体デバイス１００の一部領域ＡＡが拡大されて示されている。誘電泳動の対象となっている粒子１２０が矢印１２２の方向に流れている流体１２１によって移動している状態において、よどみ領域１１０では、流体１２１の流速が遅くなるため、流体がよどんで粒子１２０の溜りができてしまう。このような粒子の溜りができると、粒子の分離精度が低下する。

 さらに、トラップする粒子数が多くなると、トラップされている粒子１２０に後方から新たに流れてくる粒子１２０が衝突し、トラップされるべきものが意図せずに押し出されて分離精度（分留精度）が低下してしまう可能性がある。

[0005] 本発明の課題は、大量の粒子を精度よく分離するのに適したマイクロ流体デバイス及び誘電泳動装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 以下に、課題を解決するための手段として複数の態様を説明する。これら態様は、必要に応じて任意に組み合わせることができる。

本発明の一見地に係るマイクロ流体デバイスは、中心軸の周りに巻回され、中心軸に垂直な断面における形状の少なくとも一部が渦巻状である絶縁シートと、絶縁シートの所定の周とその外側の周との間に配置されて所定の周と外側の周にある絶縁シートの上に隙間を設け、中心軸に垂直な断面における形状の少なくとも一部が渦巻状であって中心軸に沿って延びる流路を形成するスペーサと、絶縁シート上に形成され、流路を流れる流体内で誘電泳動を生じさせる電界を形成するための電極と、を備えるものである。

このように構成されたマイクロ流体デバイスでは、巻かれた絶縁シートの断面に占める渦巻状の流路の占有割合が大きくなるとともに粒子の溜りなどができ難くなり、大量の粒子を精度よく分離し易くなる。

[0007] マイクロ流体デバイスは、絶縁シートの最外周に沿う内壁を有し、一方の開口部から他方の開口部に向けて渦巻状の流路を通して流体を流すための中空筒状のケースをさらに備えて構成されてもよい。

このように構成されたマイクロ流体デバイスでは、一方の開口部から他方の開口部に向けてケース内に流体を流すことによって、流路に流体を導けるので大量の流体をマイクロ流体デバイスに通しやすくなり、大量の粒子の分離が容易になる。

[0008] マイクロ流体デバイスは、ケースの他方の開口部に取り付けられ、流路を通過した流体を回収するための漏斗をさらに備えてもよい。

このように構成されたマイクロ流体デバイスでは、流路を通過した流体の回収が漏斗によって容易になる。

[0009] 電極は、絶縁シートの表面に形成されている電圧印加電極と、絶縁シートの裏面に矩形状に形成されている接地電極とを含むものであってもよい。

この場合、巻回された絶縁シートにおいて、適切な位置に接地電極を配置し易くなる。

[0010] 電圧印加電極は、複数の櫛歯を有する櫛型電極であってもよい。この場合、粒子をトラップする箇所を増やすことができ、大量の粒子を分離し易くなる。

櫛型電極は、複数の前記櫛歯の延びる方向が、流路の延びる方向に対して直交する向きよりも傾斜した向きであって直交する向きとのなす角が45度までの範囲で設定されていてもよい。この場合、櫛型電極の間に既にトラップされている粒子があっても、後から流れてくる粒子がトラップされている粒子を避けて通りやすくなり、大量の粒子を分離するときの精度が向上する。

[0011] マイクロ流体デバイスは、中心軸に沿って絶縁シートの最内周に配置され、接地電極に電氣的に接続されている棒状の導体軸をさらに備えるものであってもよい。

このように構成されたマイクロ流体デバイスでは、導体軸によって、絶縁シートに巻き込まれる接地電極の接地が容易になる。

[0012] 流路は、絶縁シートの巻き始めと巻き終わりの隙間の間隔が変化する領域を除いた隙間の間隔が一定の領域に形成されているものであってもよい。

この場合、流路の高さを一定に揃えることができるので、渦巻状の流路の高さに起因する流速の差を小さくでき、高い粒子の分離精度を得やすくなる。

[0013] 本発明の一見地に係る誘電泳動装置は、上述のマイクロ流体デバイスと、マイクロ流体デバイスに対して流体を流すための送液装置と、電極に電力を供給するための電源部と、を備えるものである。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、マイクロ流体デバイスにおいて、大量の粒子を精度よく分離することができる。また、このようなマイクロ流体デバイスを備える誘電泳動装置においても同様の効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]第1実施形態に係る誘電泳動装置の構成の概要を示す概念図。
- [図2]図1の検査部を説明するための概念図。
- [図3]第1実施形態に係るマイクロ流体デバイスの外観を示す斜視図。
- [図4]第1電極と第2電極が形成されている表面側の透明フィルムの平面図。
- [図5]接地電極が形成されている裏面側の透明フィルムの平面図。
- [図6]スペーサの配置を説明するための拡大平面図。
- [図7]マイクロ流体デバイスの製造方法の一例を説明するためのフローチャート。
- [図8] (a) スペーサフィルムの貼られた長尺の透明フィルムの模式的な断面図、(b) ダイカットロールによるスペーサフィルムのカットを示す模式的な断面図、(c) スペーサフィルムからのスペーサの分離を示す模式的な断面図。
- [図9] (a) 透明フィルムを漏斗に嵌め込む工程を示す模式図、(b) 導体軸にガイドを取り付ける工程を示す模式図、(c) ケースを被せる工程を示す模式図、(d) ケースを収縮させる工程を示す模式図、(e) ガイドを除去する工程を説明するための模式図。
- [図10]巻き始めの透明フィルムの構造を説明するための模式的な断面図。
- [図11]渦巻状に巻かれた透明フィルムの構造を説明するための模式的な断面図。
- [図12]マイクロ流体デバイスの中心軸に沿う方向の断面図。
- [図13] (a) 図12のAB部の拡大断面図、(b) 図12のAC部の拡大断面図。
- [図14]粒子のトラップを説明するための透明フィルムの模式的な断面図。
- [図15] (a) 第2実施形態のマイクロ流体デバイスの透明フィルムの平面図、(b) 第2実施形態の誘電泳動装置の一部の構成を示す概念図。
- [図16]第2実施形態における粒子のトラップを説明するための透明フィルムの模式的な断面図。

[図17] (a) 変形例における透明フィルムの電極の平面形状を説明するための拡大平面図、(b) 図17(a)の透明フィルムをスクロール状に巻いた状態を示す斜視図。

[図18] (a) 従来のマイクロ流体デバイスの構成を説明するための模式的な断面図、(b) 従来のマイクロ流体デバイスにおけるよどみを説明するための模式的な断面図。

発明を実施するための形態

[0016] <第1実施形態>

(1) 誘電泳動装置の構成の概要

図1及び図2を用いて、マイクロ流体デバイスを使用する誘電泳動装置の構成の概要について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る誘電泳動装置の構成の概念図である。図2は、第1実施形態の誘電泳動装置の検出機能を説明するための概念図である。図1に示されている誘電泳動装置1は、交流電界を掛けたときの異種粒子の流体中の挙動の差異を利用して、同種の粒子ごとに分離する機能を有している。そのために、誘電泳動装置1は、マイクロ流体デバイス10と、送液ポンプ20と、サンプル回収部30と、電源部40と、検出部50と、制御デバイス60とを備えている。このような誘電泳動装置1は、送液ポンプ20からマイクロ流体デバイス10を通過してサンプル回収部30に流体が流れ、そのために送液ポンプ20とマイクロ流体デバイス10とサンプル回収部30が送液チューブ（図示せず）で接続されている。

送液ポンプ20は、例えば、流体が充填されているシリンジ（図示せず）を含んでいる。シリンジには、流体と一緒に、分離対象の異種の粒子が入っている。そして、このシリンジによって流体に一定の圧力が加えられ、流体がマイクロ流体デバイス10からサンプル回収部30の各部において一定の流速で流れる。また、シリンジには粒子が入っているので、粒子が、流体の流れに乗ってマイクロ流体デバイス10を通過してサンプル回収部30に運ばれる。ここでは、送液ポンプ20のシリンジが流体供給機能と粒子供給機能

の2つの機能を兼用する場合について説明したが、これらの機能を異なる機器に分担して流体と粒子を別の機器からそれぞれ供給させるように送液ポンプ20を構成することもできる。

サンプル回収部30は、第1サンプル回収部31と第2サンプル回収部32と切換バルブ33とを有している。マイクロ流体デバイス10から流れてくる流体は、切換バルブ33の接続に応じて、第1サンプル回収部31又は第2サンプル回収部32に回収される。ここでは、流体を2つの第1サンプル回収部31と第2サンプル回収部32で回収する場合について示しているが、サンプル回収部は3つ以上あってもよい。

[0017] 電源部40は、発生する高周波電圧の周波数を変更する機能を有する高周波電源41と接地端子42とを有する。これら高周波電源41も接地端子42もマイクロ流体デバイス10の電極に接続される。この電源部40とマイクロ流体デバイス10との接続については後ほど詳しく説明する。

検出部50は、検出デバイス51と検出プローブ52とを有する。これら検出デバイス51と検出プローブ52にどのような種類のものを用いるかは、検出方法などに応じて適宜選択される。図2には、光学的な検出によってマイクロ流体デバイス10を流れる粒子の検出を行う場合の検出部50の構成が示されているが、図2の検出部50についての説明は後ほど行う。

上述の送液ポンプ20とサンプル回収部30と電源部40と検出部50は、制御デバイス60によって制御される。それにより、例えば、自動的に、送液を行って検出を行いながら適切なタイミングで切換バルブ33を切り換え、第1サンプル回収部31と第2サンプル回収部32にそれぞれ所望の粒子を回収することができる。

[0018] (2) 検出部の概観

図2は、検出部の構成の一例を説明するための概念図である。この図2には、マイクロ流体デバイス10の断面が示されている。マイクロ流体デバイス10は、透明のホルダー53に固定されており、その中を光が透過するように構成されている。

図2に示されている検出部50は、光学検査を行うために、検出プローブ52が光ファイバ52aと光源52bで構成されている。光源52bは、光ファイバ52aに与える光を発する例えばLED（発光ダイオード）を有している。光源52bから入射した光は、光ファイバ52aを通してマイクロ流体デバイス10に導かれ、マイクロ流体デバイス10の中を通過して再び光ファイバ52aに戻る。マイクロ流体デバイス10の中を通過した光は、光ファイバ52aから検出デバイス51に入射する。

検出デバイス51は、例えば分光器51aとフィッティング処理デバイス51bとモニタ出力デバイス51cとで構成される。検出デバイス51に入射した光は、例えば分光器51aのCCD（電荷結合素子）を使って分光される。フィッティング処理デバイス51bは、分光器51aから分光に関するデータを受信する。モニタ出力デバイス51cは、フィッティング処理デバイス51bからフィッティング処理の結果を受信して検出結果を表示する。フィッティング処理デバイス51bは、例えば分光フィッティング処理により得られる照射光に対する反射光のピークシフトの違いから、マイクロ流体デバイス10の電極間に粒子がトラップされているか否かを識別する。例えば、フィッティング処理デバイス51bにおいて干渉スペクトルの波長変化を観測することで、流体中に含まれている特定種類の粒子を検出することができる。

また、検出部50の他の例としては、検出プローブ52にCCDカメラを用い、検出デバイス51としてCCDカメラが捕らえた映像を拡大して表示する表示装置を用いることができる。このような構成を用いれば、例えばマイクロ流体デバイス10に捕集された細胞の様子を高倍率のCCDカメラを使って観察することができる。

[0019] （3）マイクロ流体デバイスの構造

図3には、マイクロ流体デバイス10を斜め上から見た状態が示されている。図3に表れているマイクロ流体デバイス10を構成している部材は、円柱棒状の導体軸11と、導体軸11の周りに巻回されている絶縁性の透明フ

フィルム 12 と、透明フィルム 12 を収納している中空円筒状の透明のケース 13 と、透明フィルム 12 の下部に取り付けられている剛性の高い樹脂製の漏斗 14 と、透明フィルム 12 に形成されている第 1 電極 15 及び第 2 電極 16 の一部である。後述するように、ケース 13 は熱収縮する材料で構成されており、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）のシュリンクフィルムを用いることができる。

図 4 に示されているように、第 1 電極 15 及び第 2 電極 16 は、透明フィルム 12 の表面側に形成されており、第 1 電極 15 も第 2 電極 16 も透明の導電材料で構成されている。マイクロ流体デバイス 10 は、図 4 及び図 5 に示されているように、透明フィルム 12 の裏面側に形成されている接地電極 17 及びスペーサ 18 をさらに備えている。接地電極 17 も、第 1 電極 15 や第 2 電極 16 と同様に、光透過性と屈曲性を有する導電材料で形成されている。

[0020] （3－1）透明フィルム

透明フィルム 12 は、PET、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、ポリカーボネート（PC）及びポリウレタンなどの透明な樹脂からなる。これらの樹脂は、高い絶縁性を有している。透明フィルム 12 の厚みは、巻回して流路を形成することを考慮すると、 $50\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ 程度が好ましい。なお、第 1 実施形態においては、検出部 50 で光学的な検出を行うため透明フィルム 12 が使用されるが、光を用いない方法で検出を行う場合や検出部 50 を設けないような誘電泳動装置の場合には不透明な絶縁シートを用いることもできる。

透明フィルム 12 には、第 1 電極 15 と第 2 電極 16 をそれぞれ外部の配線に接続するための電極取り出し部 12a, 12b が設けられている。この電極取り出し部 12a, 12b にそれぞれ形成されている引き出し部 15b, 16b が形成されている。図 4 の矢印 AW1 の方向が流体の流れる方向、つまり流路の向きである。この電極取り出し部 12a, 12b は、流体が流れる方向に長く延びているので、透明フィルム 12 を円筒に巻いたときに円

筒の上端部よりも外に突出するように構成できる。

[0021] (3-2) 電極

第1電極15、第2電極16及び接地電極17は、透明フィルム12と同様の理由から第1実施形態においては、光透過性と屈曲性を有するカーボンナノチューブ(CNT)、ポリ3,4-エチレンジオキシチオフェン(PEDOT)、金属ナノファイバ、金属メッシュ及び薄膜めっきなどで形成されている。ここでいう金属とは、例えば銅(Cu)、銀(Ag)、アルミニウム(Al)及び金(Au)などである。

第1電極15と第2電極16は、図4に示されているように、櫛歯15a, 16aが交互に並ぶように配置されている一対の櫛型電極である。図4に示されている第1電極15と第2電極16の櫛歯15a, 16aは、流路に対して直交する向きに延びている。つまり、流体の流れる方向である矢印AW1に対して櫛歯15a, 16aが直交するように配置されている。

接地電極17の形成されている透明フィルム12の裏面側が、透明フィルム12を巻回しするときに内側に巻き込まれる。つまり、一対の第1電極15と第2電極16の形成されている表面側が円筒の外側に表れる。

[0022] (3-3) スペーサ

スペーサ18は、絶縁体である。スペーサ18は、例えば円柱、球、ドーム、四角柱などの形状に設計される。スペーサ18の高さは、例えば100 μ m~500 μ mに設定されるのが好ましい。このスペーサ18の配置は、例えば、図6に示されているような千鳥配置にすることができる。千鳥配置にするときの横方向のピッチPcと縦方向のピッチPlは、例えば0.5mm~3mmの範囲内で設定されるのが好ましい。スペーサ18の材料には、PET、PMMA、PC、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ポリイミド(PI)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)及びレジストなどが用いられる。スペーサ18は、透明であってもよく、不透明であってもよい。

[0023] (4) マイクロ流体デバイスの製造方法

（４－１）製造工程の概要

マイクロ流体デバイスの製造方法について、図７乃至図１１を用いて説明する。図７は、マイクロ流体デバイス１０の製造工程の概要を示すフローチャートである。マイクロ流体デバイス１０の製造においては、まず、図４及び図５に示されている第１電極１５、第２電極１６及び接地電極１７が形成される電極パターニング工程Ｓ１が実施される。電極のパターニングは、両面に金属箔が形成されている、透明フィルム１２の材料である長尺の透明フィルム８０（図８（ａ）参照）を用いて連続的に行われる。例えばスクリーン印刷などによってマスキングした後に、金属箔がエッチングされることによって、図４及び図５に示されているような形状に金属箔がパターニングされて、第１電極１５、第２電極１６及び接地電極１７が形成される。

次に、スペーサ配置工程Ｓ２が実施される。図５及び図６に示されているスペーサ１８は、スペーサフィルムを用いる方法、フォトレジストをパターニングする方法及びドットスペーサを配置する方法などを用いて形成される。これらのうちのスペーサフィルムを用いる方法について後述する。これらの方法も長尺の透明フィルム８０に対して連続して行うことができる。

次に、第１電極１５、第２電極１６及び接地電極１７並びにスペーサ１８が形成された長尺の透明フィルム８０の外形がカットされる（フィルム外形カット工程Ｓ３）。このカットによって、平面形状が長方形をした透明フィルム１２が形成される。そして、透明フィルム１２の一辺に沿って導体軸１１が接着される（軸・フィルム接着工程Ｓ４）。導体軸１１と透明フィルム１２の接着が完了した後、例えば接着剤が乾燥した後に、透明フィルム１２が導体軸１１の周りにスクロール状に巻き付けられる（フィルム巻き付け工程Ｓ５）。最後に、導体軸１１に巻き付けられた透明フィルム１２が円筒状のケース１３に組み込まれる（ケース組込み工程Ｓ６）。これらフィルム巻き付け工程Ｓ５とケース組込み工程Ｓ６を含むマイクロ流体デバイスの組み立てについては後ほど説明する。

[0024] （４－２）スペーサの形成

図 8 (a) に示されているのは、第 1 電極 15、第 2 電極 16 及び接地電極 17 の形成された長尺の透明フィルム 80 に長尺のスペーサフィルム 81 が貼合された状態である。次に、図 8 (b) に示されているように、ダイカットロール 82 によってスペーサ 18 になる部分とそれ以外の部分を分離できるようにスペーサフィルム 81 がハーフカットされる。長尺のスペーサフィルム 81 の不要な部分 81 a が除去されて、スペーサ 18 が長尺の透明フィルム 80 に残る (図 8 (c) 参照)。このように不要な部分 81 a が除去された長尺の透明フィルム 80 はロール状に巻き取られて保管される。そして、マイクロ流体デバイス 10 の製造時に、必要な枚数の透明フィルム 12 が長尺の透明フィルム 80 から切り出される。

[0025] (4-3) マイクロ流体デバイスの組み立て

図 9 (a) 乃至図 9 (e) には、マイクロ流体デバイス 10 の組立工程が示されている。導体軸 11 に巻き付けられた円筒状の透明フィルム 12 は、まず、図 9 (a) に示されているように、その下方の端部が漏斗 14 に嵌め込まれる。次に、図 9 (b) に示されている円筒状のガイド 85 が導体軸 11 の上方の端部に嵌め込まれる。この円筒状のガイド 85 の外径は、円筒状の透明フィルム 12 の外径と同じか、又は透明フィルム 12 の外径よりも少し大きく設定されている。ただし、ガイド 85 の外径は、漏斗 14 の外径と同じか、又は漏斗 14 の外径よりも小さく設定されている。このガイド 85 の外側を通して中空円筒状のケース 13 が漏斗 14 の外周に嵌め込まれる (図 9 (c) 参照)。このようにケース 13 が漏斗 14 に嵌るように、ケース 13 の内径は、漏斗 14 の外径よりも大きく設定されている。ケース 13 が熱で収縮する材料で形成されていることから、図 9 (c) の状態で全体を加熱することによりケース 13 が収縮して、図 9 (d) に示されている状態になる。図 9 (d) の状態になるように加熱を停止させるため、例えばケース 13 の外径がガイド 85 の外径に一致したところを基準として加熱停止のタイミングがはかられる。加熱が停止されてケース 13 の収縮が止まったら、ガイド 85 が導体軸 11 から外されてマイクロ流体デバイス 10 の組み立て

が完了する（図9（e）参照）。ケース13が熱収縮してケース13の内壁が透明フィルム12の最外周に密着し、かつケース13の内壁が漏斗14の外周で固定されることにより、円筒状に巻かれた透明フィルム12の外側が支持されて漏斗14と透明フィルム12は固定される。

[0026] （4－4）透明フィルム12の巻き始めと巻き終わり

まず、巻き始め（軸心側）の透明フィルム12の構造について説明する。図10において、導体軸11は例えば導電性接着剤が塗られた接地電極17の上に置かれる。そして、導体軸11は、矢印AW2の方向に一周だけ接地電極17に巻き付けられる。従って、透明フィルム12の軸心側の接着領域Ar1は、導体軸11の外周と同じ長さを有している。図10からも分かるように、この接着領域Ar1には、導体軸11と接地電極17との電氣的な接続を行わせるため、スペーサ18は配置されていない。

ところで、透明フィルム12を導体軸11の周りに巻き付けると、巻き始めと巻き終わりを除き、スペーサ18によって任意の周とその外側の周との間に、一定の間隔の隙間が形成される。そして、この隙間が流路2になる。流路2は、導体軸11が延びる中心軸方向に向かって延びている。この流路2によって、導体軸11の長手方向に対して垂直な断面（中心軸に対して垂直な断面）において透明フィルム12が渦巻状になる（図12参照）。つまり、流路2も渦巻状の断面形状を持つことになる。

図12は、図11のI－I線に沿って切断した断面図である。図11と図12を参照すると、巻き始めと巻き終わりに断面形状が楔形をした透明のスペーサ19a, 19bが挿入されているのが分かる。例えば、導体軸11の周りに透明フィルム12が巻き付けられるときに、これら楔形のスペーサ19a, 19bを一緒に巻き込む。それにより、図12の流路領域Ar2に流体が流れる。このようなスペーサ19a, 19bによって巻き始めと巻き終わりの隙間の間隔が一定でないところに流体が流れなくなるということは、言い換えると、流路の高さが一定になるということである。流路の高さが一定になると、誘電泳動によって均一な粒子の分離が行えるので、粒子の分析

や粒子の分留の精度が向上する。このような誘電泳動としては、例えば数種類の粒子が混在している懸濁液の中から粒子の誘電率の違いを利用して分離する誘電泳動がある。

[0027] また、巻き始めと巻き終わりには、図4に示されている電極取り出し分12a, 12bが配置される。図13(a)は、図12に示されているマイクロ流体デバイス10の一部領域ABを模式的に示す拡大断面図であり、図13(b)はマイクロ流体デバイス10の他の領域ACを模式的に示す拡大断面図である。電源部40の高周波電源41は、一方の電源端子41aが引き出し部15bに接続され、他方の電源端子41bが引き出し部16bに接続される。また、導体軸11には電源部40の接地端子42が接続される。

高周波電源41から第1電極15と第2電極16との間に高周波電圧を印加すると、図14に示されているように、異なる2種類の粒子3a, 3bのうち、一方の粒子3aが第1電極15と第2電極16との間にトラップされ、他方の粒子3bがトラップされずに流路2を流れる。なお、図14において、第1電極15と第2電極16との間に描かれている曲線は電界を表しており、矢印AW3が流体の流れる向きを表している。この状態で光ファイバ52a(図2参照)から光が照射されると、トラップされている粒子3aの特性に応じた周波数の光の吸収や反射などが生じる。従って、図2に示されている検出デバイス51を使って、光ファイバ52aで受光した光を分光器51aで分光してフィッティング処理デバイス51bで処理することで、モニタ出力デバイス51cに粒子3aのトラップに関する表示を行うことができる。

[0028] <第2実施形態>

本発明の第2実施形態に係るマイクロ流体デバイス及び誘電泳動装置は、電極の形態を除いては第1実施形態のマイクロ流体デバイス10及び誘電泳動装置1と同じである。第1実施形態のマイクロ流体デバイス10が第1電極15と第2電極の2つの橢型電極を有しているのに対し、第2実施形態のマイクロ流体デバイスは一つの橢型電極しか有していない点が異なっている

。そのため、以下においては、第2実施形態のマイクロ流体デバイスの透明フィルムと電極について説明し、他の構成については説明を省略する。

[0029] (5) 透明フィルムと電極

図15(a)には、第2実施形態の透明フィルムと電極が模式的に示されている。なお、透明フィルム12Aと橢型電極15A以外のマイクロ流体デバイス10Aの構成は、マイクロ流体デバイス10と同様であるので、図15(a)では図示省略されている。透明フィルム12Aは、第1実施形態の透明フィルム12と同じ材質で形成され、厚みも同じに構成される。なお、第1実施形態と同様に第2実施形態においても、検出部50で光を用いない方法で検出を行う場合や検出部50を設けないような誘電泳動装置の場合には不透明な絶縁シートを用いることができる。

透明フィルム12Aには、一つの電極取り出し部12Aaが設けられている。これは、一つの橢型電極15Aのみが透明フィルム12Aの表面側に形成されているためである。透明フィルム12Aの裏面側には、接地電極17Aが形成されている。この透明フィルム12Aは第1実施形態の透明フィルム12と同様にスクロール状に巻回される(図15(b)参照)。そして、橢型電極15Aは、図15(b)に示されている電源部40Aの高周波電源41の一方の電源端子41aに接続され、接地電極17Aは、高周波電源41の他方の電源端子41bに接続される。ここでは、他方の電源端子41bが接地端子42に接続されている。このような第2実施形態の誘電泳動装置1Aは、この電源部40Aの構成を除いて第1実施形態の誘電泳動装置1と同様に構成できる。そのため、図15(b)では、電源部40Aと導体軸11と透明フィルム12Aと橢型電極15A以外の誘電泳動装置1Aの構成は、誘電泳動装置1と同様であるので、図示省略されている。

図16には、マイクロ流体デバイス10Aの内部で異種の粒子が分離されている状態が示されている。図16において、矢印AW4が流体の流れる方向である。高周波電界は、橢型電極15Aと接地電極17Aとの間で生じている。図16に示されている高周波電界では、粒子3cがトラップされ、粒

子 3 d が流路 2 A を通過している。この高周波電界の周波数が変化すると、粒子 3 c のトラップを解除することができる。

[0030] (6) 特徴

(6-1)

以上説明したように、透明フィルム 12, 12 A (絶縁シートの例) は、中心軸の周りに巻回され、図 11 などに示されているように、中心軸に垂直な断面における形状が渦巻状である。また、図 12 などに示されているように、例えば透明フィルム 12, 12 A の所定の周 r1 とその外側の周 r2 との間に配置されて所定の周 r1 と外側の周 r2 にある透明フィルム 12 の間にスペーサ 18 が配置され、隙間が設けられている。この隙間が流路 2, 2 A であって、流路 2, 2 A は、導体軸 11 に垂直な断面、つまり中心軸に垂直な断面における形状が渦巻状であって中心軸に沿って延びている。円筒状のマイクロ流体デバイス 10, 10 A のケース 13 の断面内周のうち薄い透明フィルム 12, 12 A と導体軸が占める面積以外のほぼ全てが渦巻状の流路 2, 2 A であり、巻かれた透明フィルム 12, 12 A の断面に占める渦巻状の流路の占有割合が大きくなるので、大量の粒子を精度よく分離し易くなる。

[0031] マイクロ流体デバイス 10, 10 A の電極には、透明フィルム 12, 12 A の表面に形成されている第 1 電極 15 及び第 2 電極 16 や楕型電極 15 A (電圧印加電極の例) 並びに透明フィルム 12, 12 A の裏面に矩形状に形成されている接地電極 17 がある。この場合、スクロール状に巻回された透明フィルム 12, 12 A において、図 14 や図 16 などに示されているように、隣接する流路 2, 2 A の第 1 電極 15 及び第 2 電極 16 の電界を接地電極 17 でシールドできるなど、適切な位置に接地電極 17 を配置し易くなる。

[0032] 上述の説明では、第 1 電極 15 及び第 2 電極 16 や楕型電極 15 A が流体の流れる方向に対して直交する向きに楕歯 15 a, 16 a が延びる場合について説明した。しかし、図 17 のマイクロ流体デバイス 10 B において、一

対の第1電極15B（楕型電極の例）及び第2電極16B（楕型電極の例）は、交互に並ぶ櫛歯15Ba, 16Baの延びる方向が、流路の延びる方向（矢印AW5の方向）に対して直交する向きよりも傾斜した向きであって直交する方向とのなす角が45度（矢印AW6の方向）までの範囲で設定されている。この場合、第1電極15Bと第2電極16Bの櫛歯15Ba, 16Baの間に既にトラップされている粒子3eがあっても、後から流れてくる粒子3fがトラップされている粒子3eを避けて通りやすくなり、大量の粒子を分離するときの精度が向上する。

櫛歯15a, 16aが延びる方向についてもう少し詳しく説明する。まず、図17の矢印AW7の方向が流路の延びる方向（矢印AW5の方向）に対して直交する向きである。この矢印AW7の向きよりも θ 度だけ傾斜した向きが矢印AW8の方向である。

なお、この矢印AW7の方向とのなす角 θ が45度よりも大きいと（例えば矢印AW9の向きに櫛歯15a, 16aが延びると）、トラップすべき粒子3eが流体の流れによって流されやすくなるので、傾斜する角度 θ は45度以下が好ましい。つまり、矢印AW6の方向が直交する向きとのなす角が45度の方向であるから、矢印AW6の方向を境界として矢印AW8のある方が好ましい方向で矢印AW9のある方が好ましくない方向である。

また、図15に示されている楕型電極15Aの場合も、櫛歯15Aaの延びる方向が櫛歯15Ba, 16Baと同様に傾斜していてもよい。

[0033] マイクロ流体デバイス10, 10Aの導体軸11は、中心軸に沿って透明フィルム12, 12Aの最内周に配置され、接地電極17, 17Aに電氣的に接続されている。そのため、導体軸11を電源部40の接地端子42に接続すれば接地電極17, 17Aが接地でき、絶縁性の透明フィルム12, 12Aに巻き込まれる接地電極17, 17Aの接地が容易になる。

[0034] 誘電泳動装置1, 1Aは、上述のマイクロ流体デバイス10, 10Aを備え、そしてマイクロ流体デバイス10, 10Aに対して流体を流すための送液ポンプ20（送液装置の例）と、電極に電力を供給するための電源部40

とを備えているので、誘電泳動装置 1, 1 A も大量の粒子を精度よく分離することができる。

[0035] (6-2)

中空円筒状のケース 13 は、図 12 などに示されているように、透明フィルム 12, 12 A の最外周に沿う内壁 13 a を有している。このケース 13 によって、ケース 13 の一方の開口部 13 b から他方の開口部 13 c に向けて流路 2, 2 A を通して流体が流れるように構成されている。一方の開口部 13 b から他方の開口部 13 c に向けてケース 13 の中に流体を流すことによって、流路 2, 2 A に流体を導けるので大量の流体をマイクロ流体デバイス 10, 10 A に通しやすくなり、大量の粒子の分離が容易になる。

[0036] (6-3)

図 3 などに示されている漏斗 14 は、ケース 13 の他方の開口部 13 c に取り付けられている。この漏斗 14 を使って、流路 2, 2 A を通過した流体が回収される。このように流路 2, 2 A を通過した流体は、漏斗 14 によって簡単に回収される。

[0037] (6-4)

流路 2, 2 A は、楔形のスペーサ 19 a, 19 b によって巻き始めと巻き終わりの部分に流体が流れないように構成される。つまり、透明フィルム 12, 12 A の巻き始めと巻き終わりの隙間の間隔が変化する領域を除いた隙間の間隔が一定の領域に形成されている。この場合、流路 2, 2 A の高さを一定に揃えることができるので、渦巻状の流路 2, 2 A の高さに起因する流速の差を小さくでき、高い粒子の分離精度を得やすくなる。

[0038] (7) 変形例

(7-1)

上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、流路 2 は中心軸に対する垂直な断面において渦巻状に繋がった形状の場合について説明した。つまり、所定の周とその外周にある透明フィルム 12, 12 A の隙間が島状に点在するスペーサ 18 によって形成されて流路 2 が形成されている。そのため、断面渦

巻状の流路 2 は、渦巻きの方向に流体が移動できるものとなっている。しかし、渦巻きに沿う方向への流体の流れを、例えば中心軸に沿って伸びるリブなどによって制限し、中心軸方向に沿う流体の流れを整えるように構成することもできる。

[0039] (7-2)

上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、一枚の透明フィルム 12, 12A の表面側と裏面側とを用いて流路 2 が構成されている。このように、一枚の透明フィルム 12, 12A で構成する方が、材料が少なく済むという点で好ましい。しかし、例えば、2 枚の絶縁シートをそれぞれ表面側と裏面側に別々に配して、それらをスクロール状に巻いて断面渦巻状の流路を構成してもよく、流路を構成するための絶縁シートは一枚の場合に限られない。

[0040] (7-3)

上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、透明フィルム 12, 12A の巻き始めや巻き終わりに、透明の楔形のスペーサ 19a, 19b を挿入する場合について説明したが、スペーサ 19a, 19b が挿入されている領域に流体を流さない構成はこれだけには限られない。例えば、この部分を遮蔽するような壁を設けて、巻き始めと巻き終わりの隙間の間隔が変化する領域を、流路 2 から分離された中空のスペースとすることもできる。例えば中空のスペースを形成するための壁が透明であれば、検出用の光を透過させることもできる。

[0041] (7-4)

上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、ケース 13 が円筒状で、透明フィルム 12, 12A の最外周が円筒状である場合について説明したが、ケース 13 の内壁 13a や透明フィルム 12, 12A の最外周の断面形状は円には限られない。例えば、正方形や正方形以外の多角形などであってもよい。

[0042] (7-5)

上記第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、検出部 50 を備える誘電泳動装置 1, 1A について説明したが、検出部を設けなくて、本願発明の誘電泳動

装置を単に分留装置として用いることもできる。

以上、本発明の第1実施形態及び第2実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態及び変形例は必要に応じて任意に組み合わせ可能である。

符号の説明

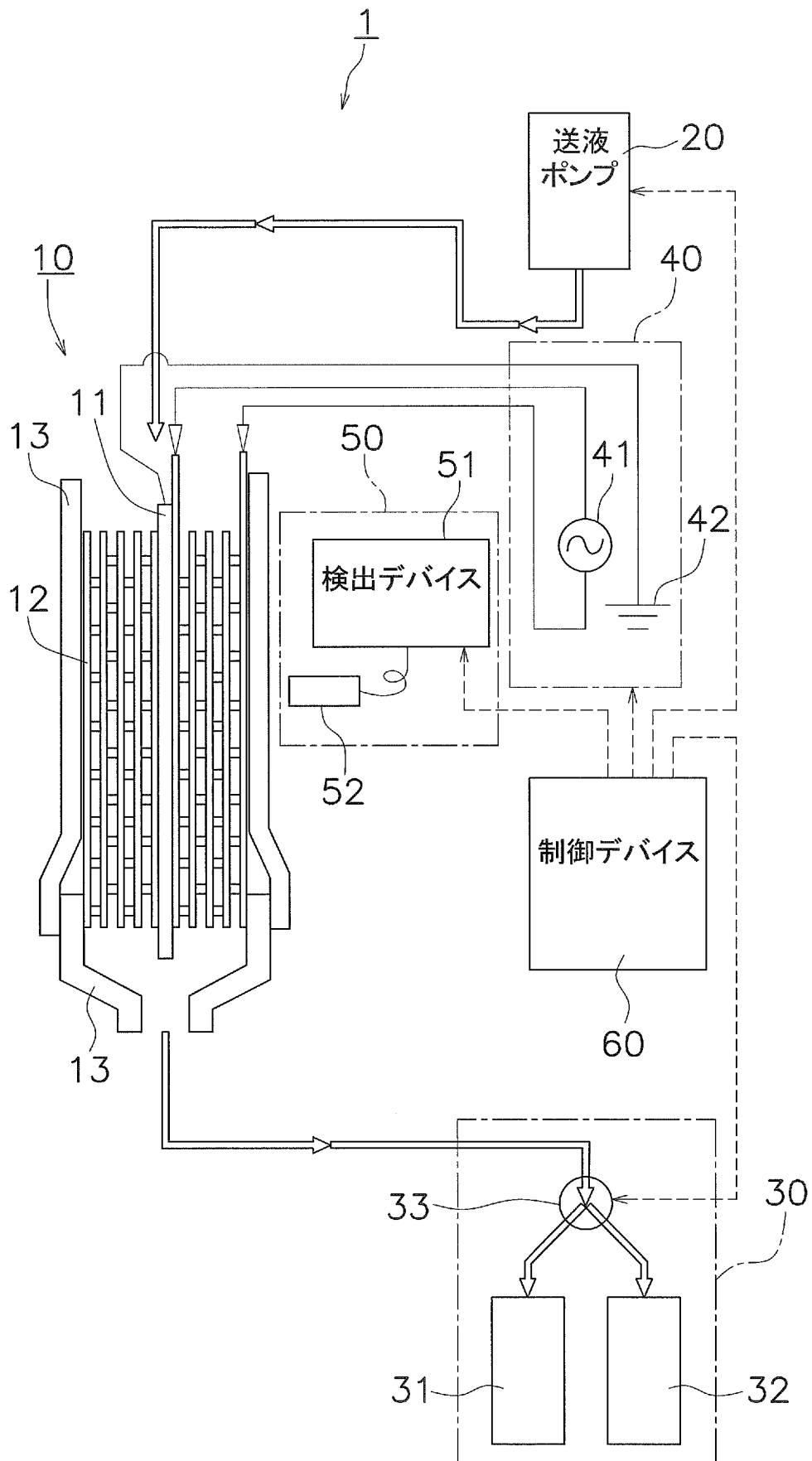
- [0043] 1, 1 A 誘電泳動装置
2, 2 A 流路
10, 10 A, 10 B マイクロ流体デバイス
12, 12 A 透明フィルム
13 ケース
14 漏斗
15, 15 B 第1電極
15 A 櫛型電極
16, 16 B 第2電極
17 接地電極
18 スペーサ
20 送液ポンプ
30 サンプル回収部
40 電源部
50 検出部

請求の範囲

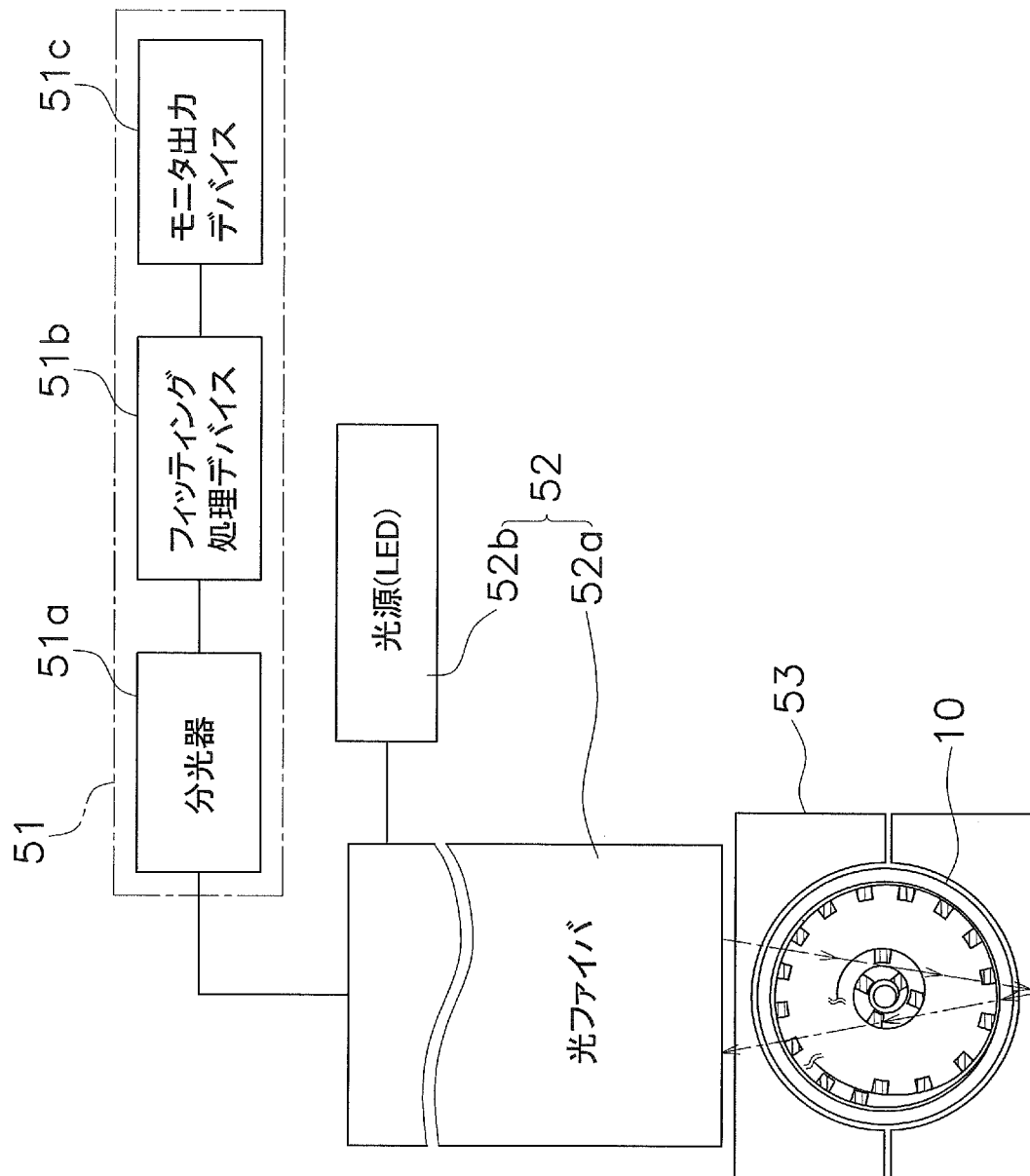
- [請求項1] 中心軸の周りに巻回され、前記中心軸に垂直な断面における形状の少なくとも一部が渦巻状である絶縁シートと、
- 前記絶縁シートの所定の周とその外側の周との間に配置されて前記所定の周と前記外側の周にある前記絶縁シートの間に隙間を設け、前記中心軸に垂直な断面における形状の少なくとも一部が渦巻状であって前記中心軸に沿って延び、両端が前記中心軸の軸方向に開口する流路を形成するスペーサと、
- 前記絶縁シート上に形成され、前記流路を流れる流体内で誘電泳動を生じさせる電界を形成するための電極と、
- を備える、マイクロ流体デバイス。
- [請求項2] 前記絶縁シートの最外周に沿う内壁を有し、一方の開口部から他方の開口部に向けて渦巻状の前記流路を通して前記流体を流すための中空筒状のケースをさらに備える、
- 請求項1に記載のマイクロ流体デバイス。
- [請求項3] 前記ケースの前記他方の開口部に取り付けられ、前記流路を通過した前記流体を回収するための漏斗をさらに備える、
- 請求項2に記載のマイクロ流体デバイス。
- [請求項4] 前記電極は、前記絶縁シートの表面に形成されている電圧印加電極と、前記絶縁シートの裏面に矩形状に形成されている接地電極とを含む、
- 請求項1から3のいずれか一項に記載のマイクロ流体デバイス。
- [請求項5] 前記電圧印加電極は、複数の櫛歯を有する櫛型電極である、
- 請求項4に記載のマイクロ流体デバイス。
- [請求項6] 前記櫛型電極は、複数の前記櫛歯の延びる方向が、前記流路の延びる方向に対して直交する向きよりも傾斜した向きであって直交する向きとのなす角が45度までの範囲で設定されている、
- 請求項5に記載のマイクロ流体デバイス。

- [請求項7] 前記中心軸に沿って前記絶縁シートの最内周に配置され、前記接地電極に電氣的に接続されている棒状の導体軸をさらに備える、請求項4から6のいずれか一項に記載のマイクロ流体デバイス。
- [請求項8] 前記流路は、前記絶縁シートの巻き始めと巻き終わりの前記隙間の間隔が変化する領域を除いた前記隙間の間隔が一定の領域に形成されている、請求項1から7のいずれか一項に記載のマイクロ流体デバイス。
- [請求項9] 請求項1から8のいずれかに記載の前記マイクロ流体デバイスと、前記マイクロ流体デバイスに対して流体を流すための送液装置と、前記電極に電力を供給するための電源部と、を備える、誘電泳動装置。

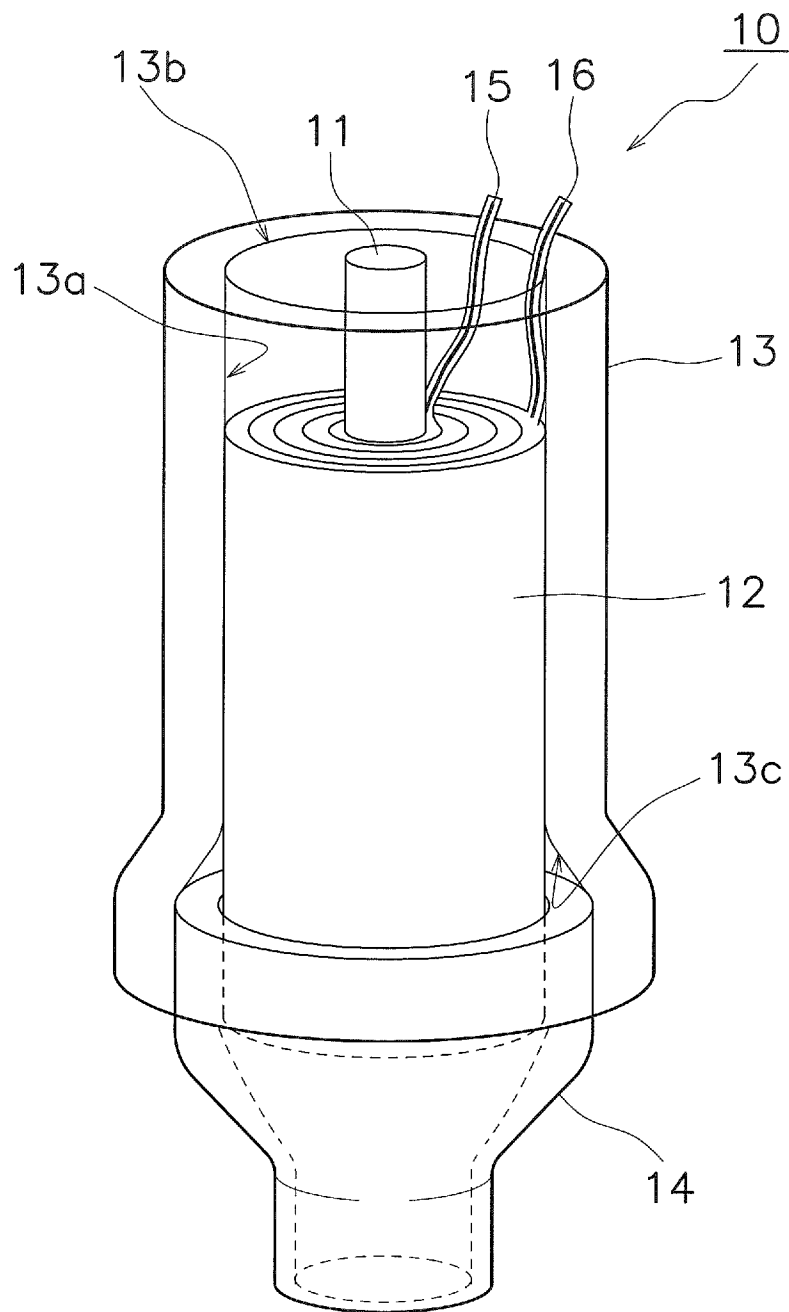
[図1]



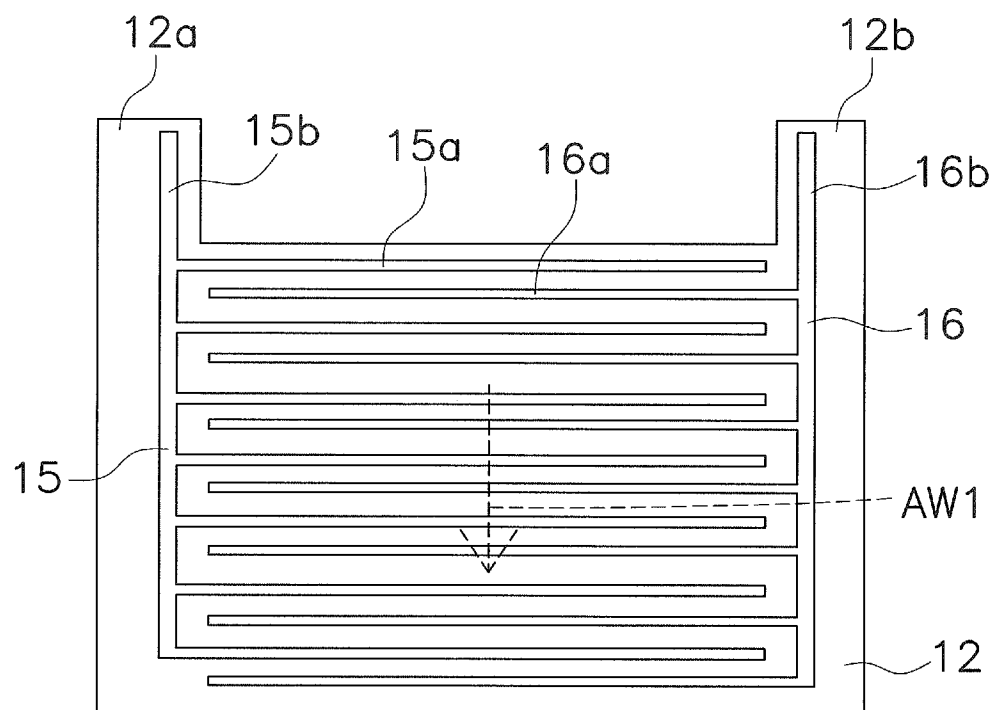
[図2]



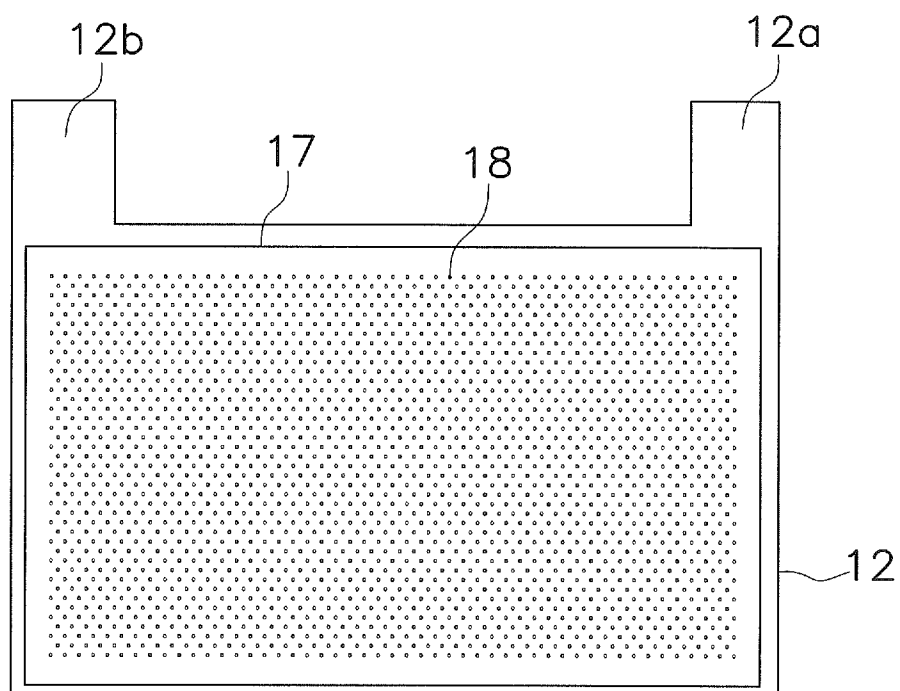
[図3]



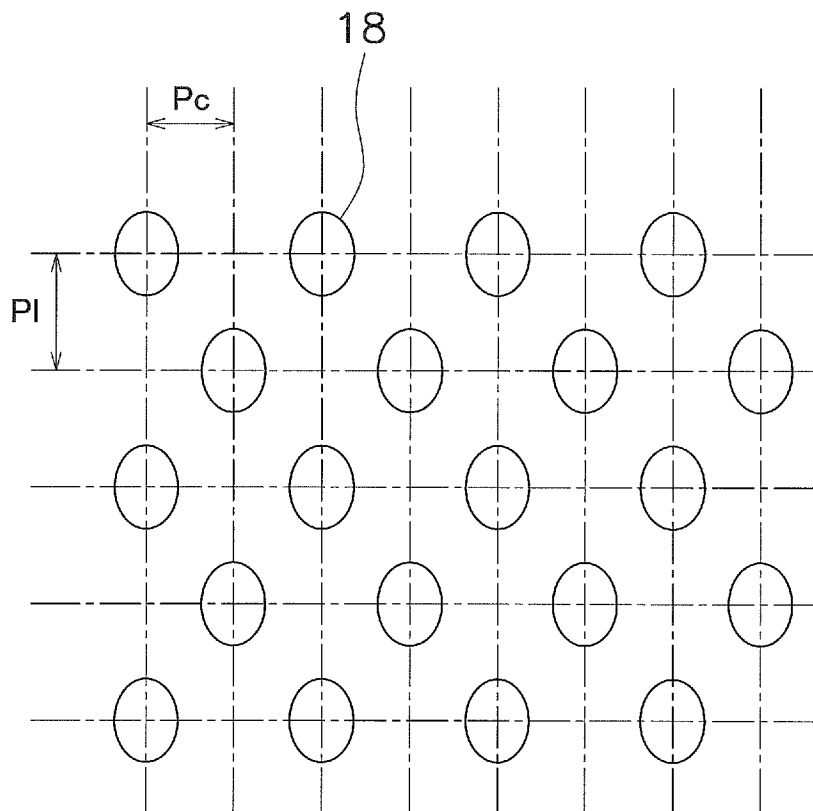
[図4]



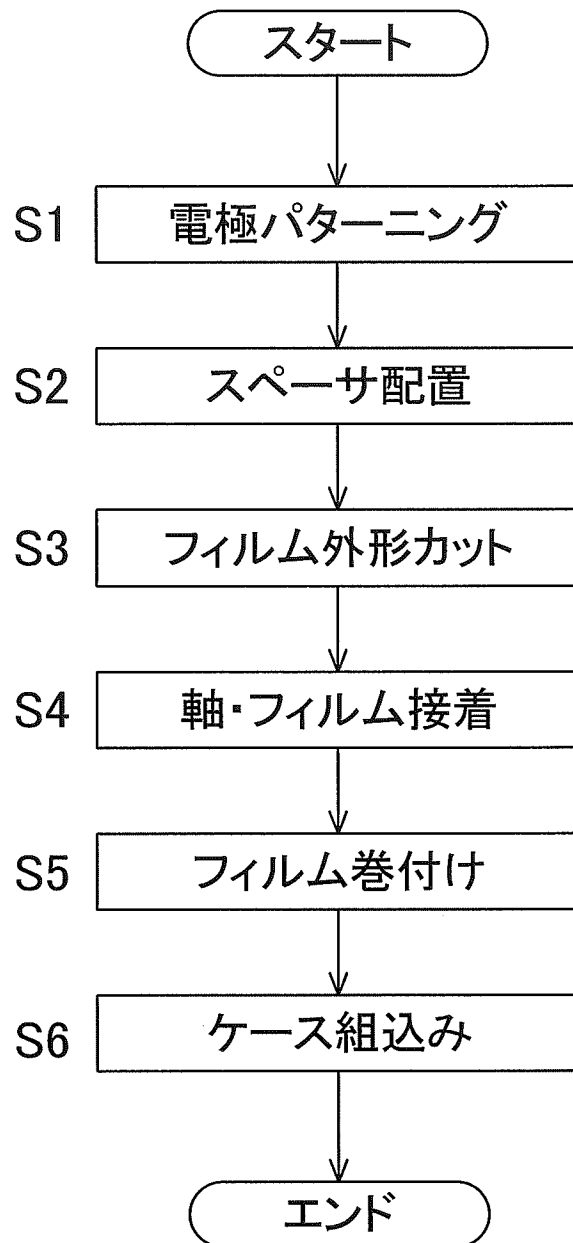
[図5]



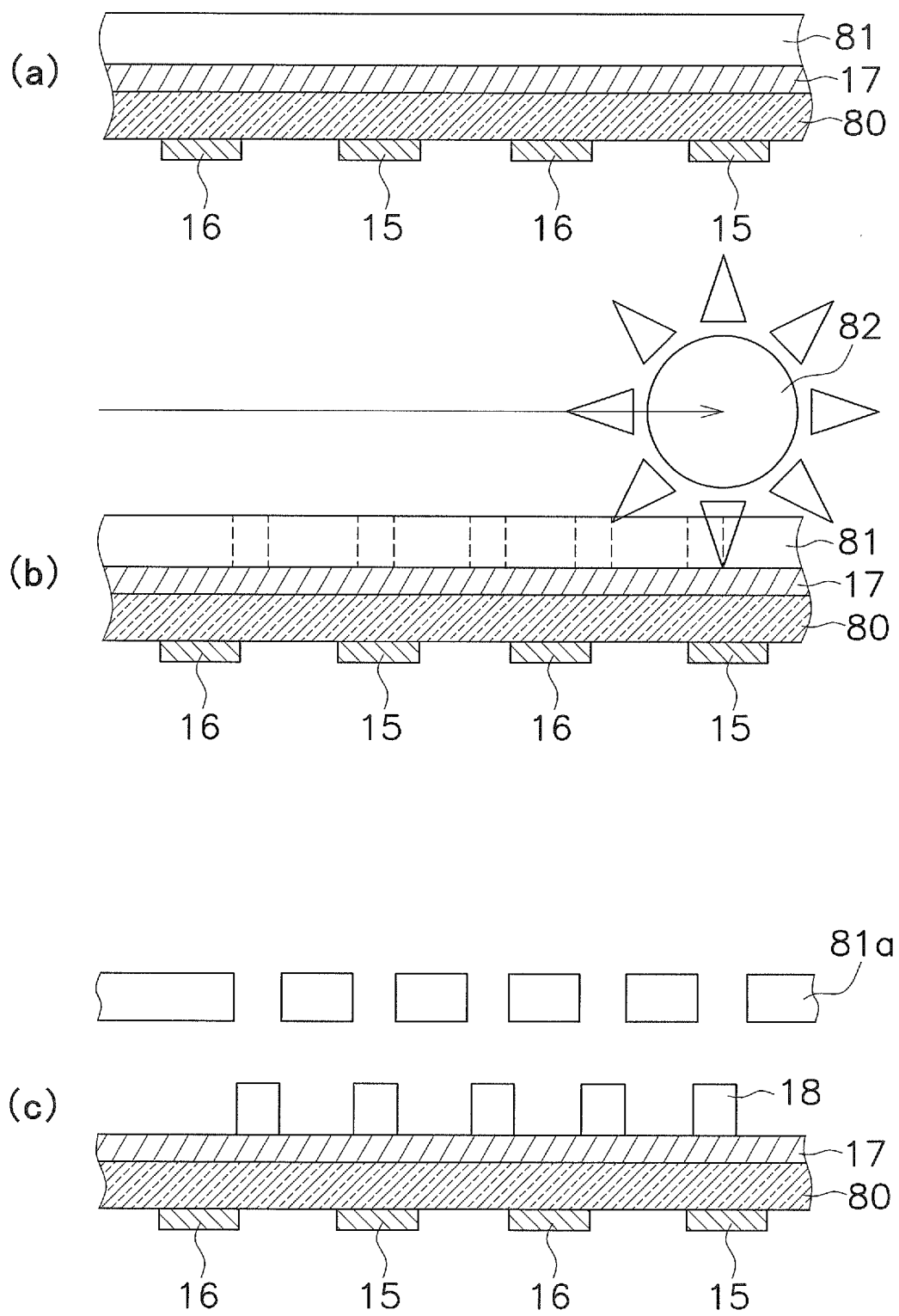
[図6]



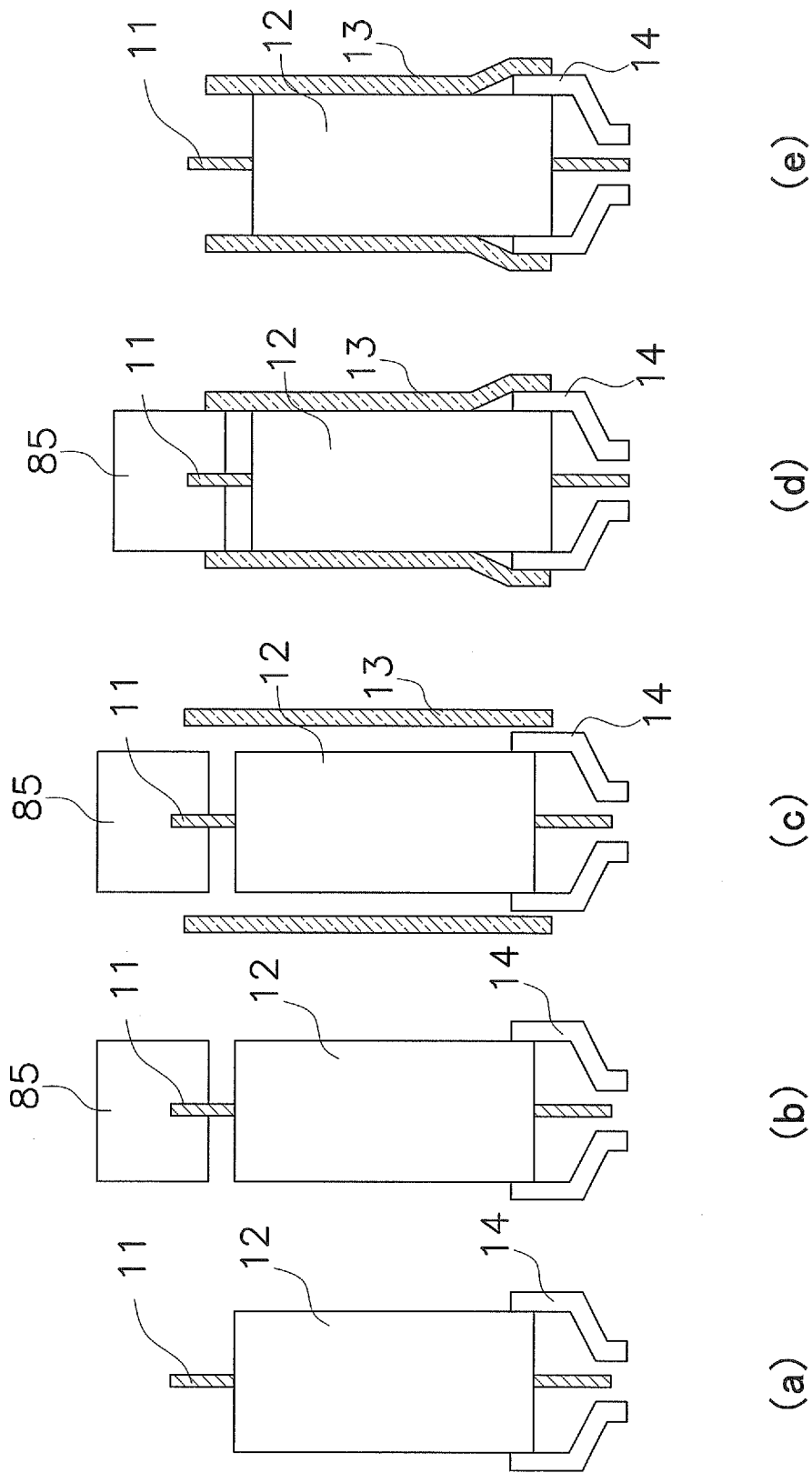
[図7]



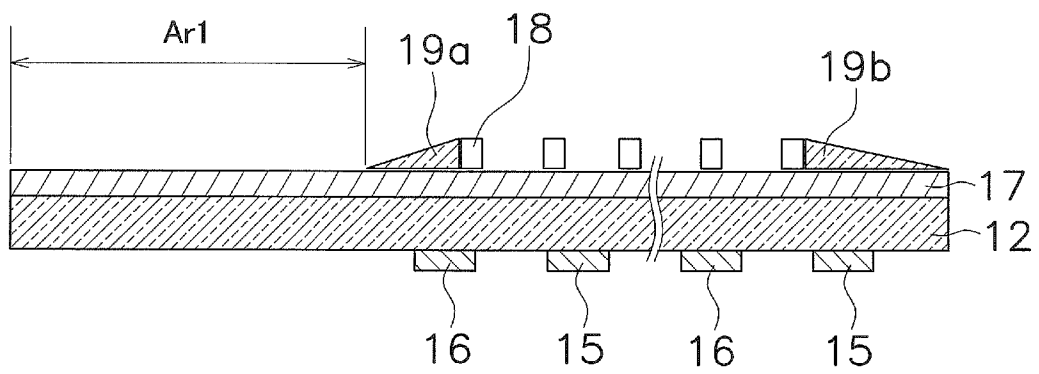
[図8]



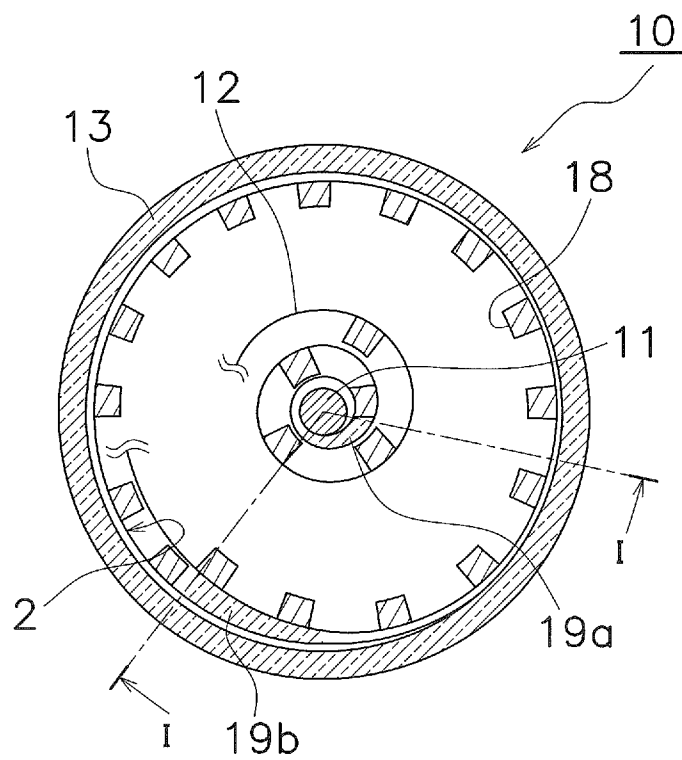
[図9]



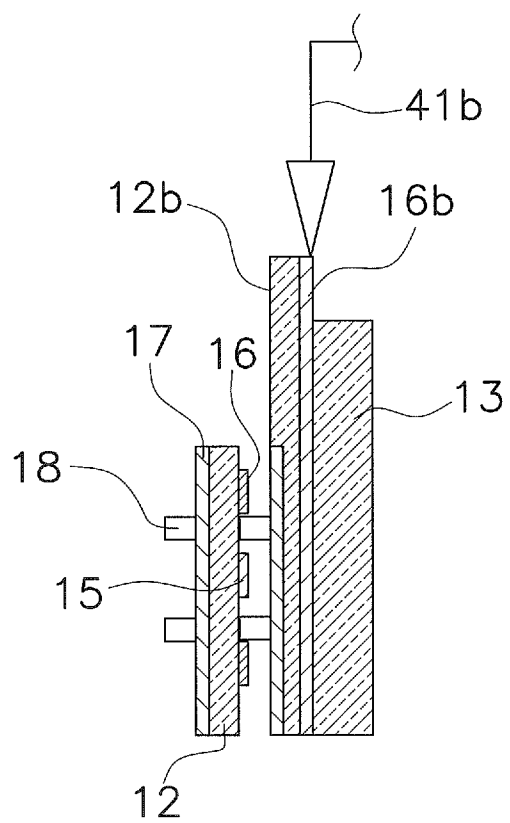
[図10]



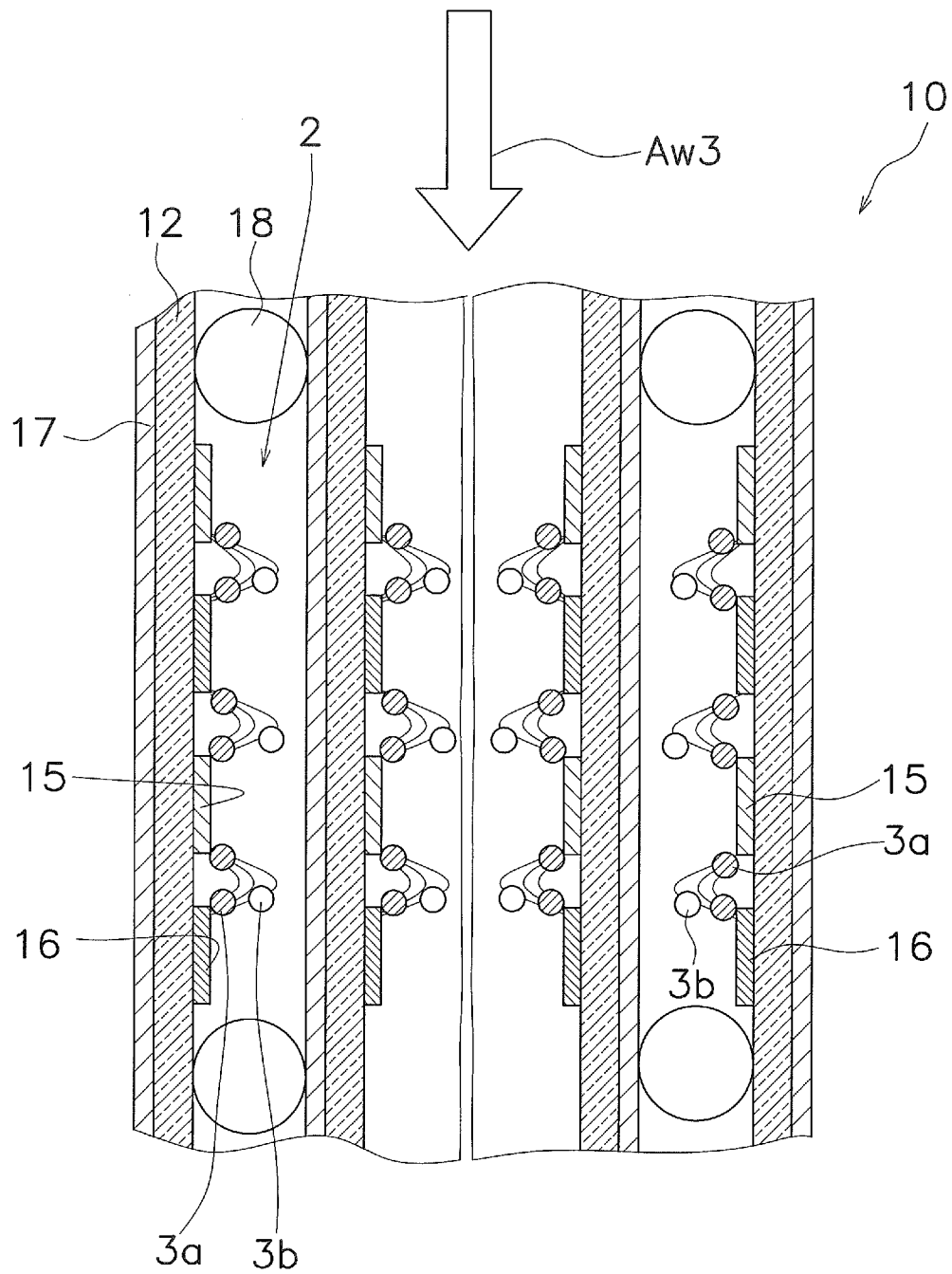
[図11]



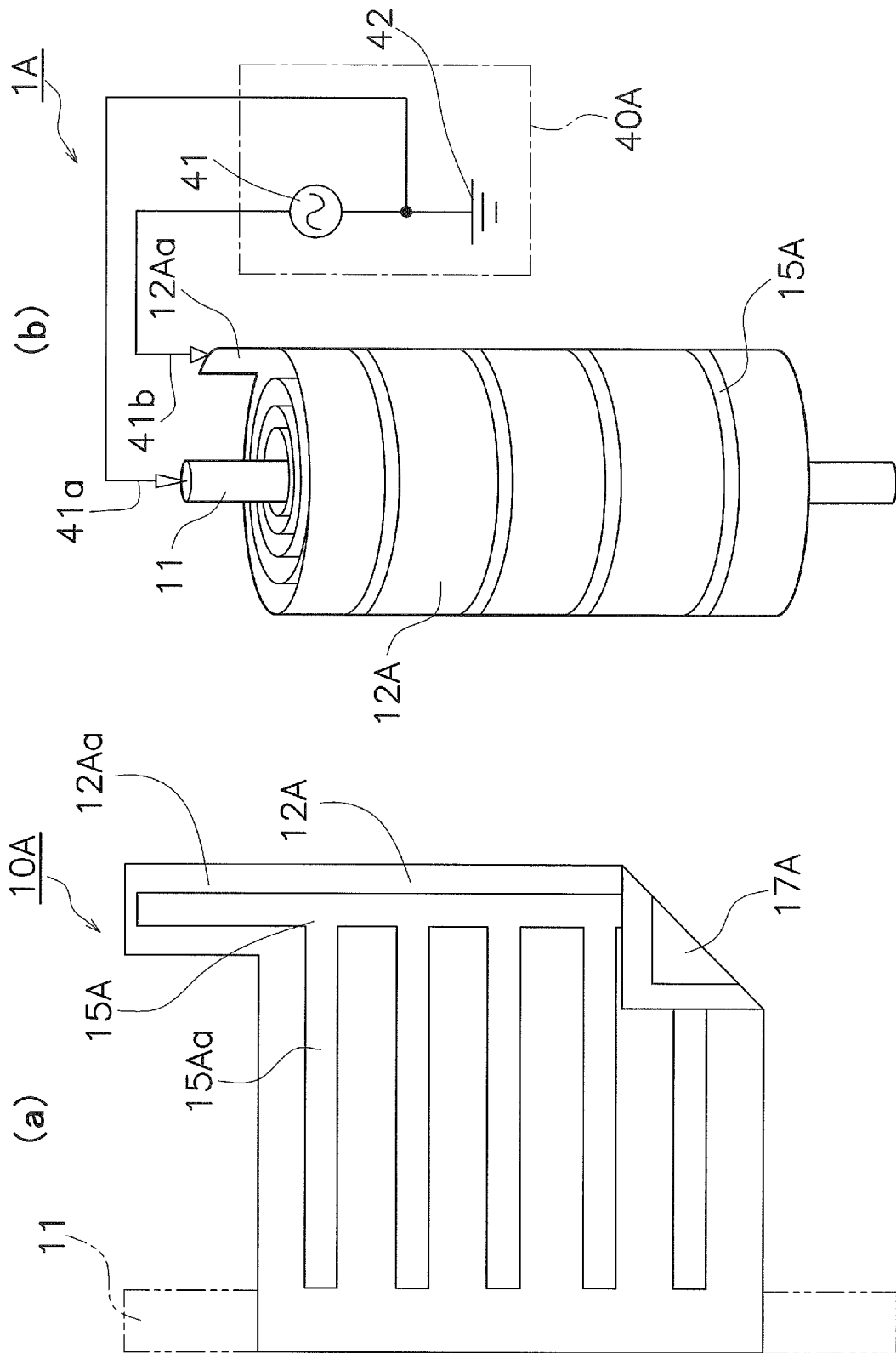
(a)



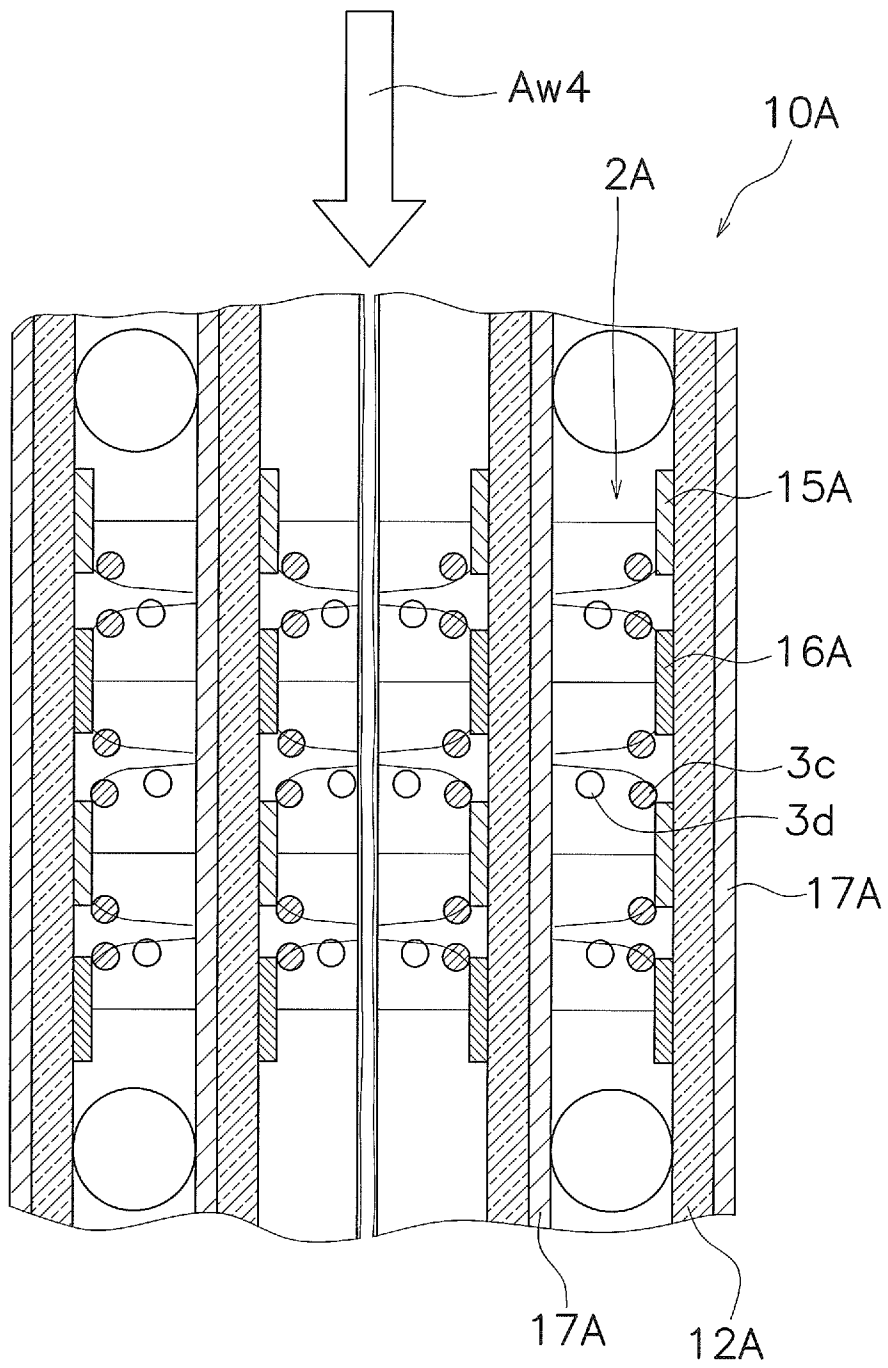
[図14]



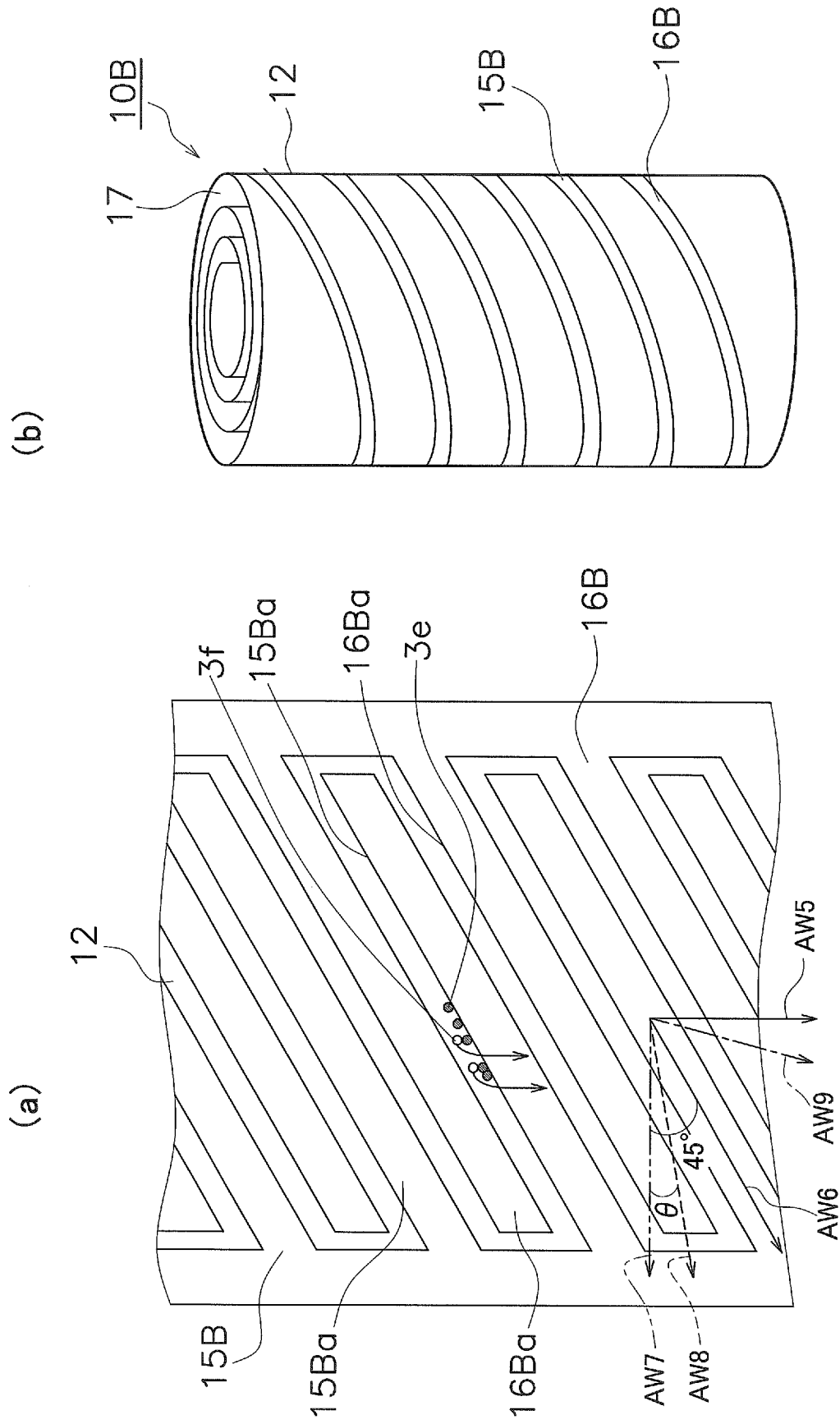
[図15]



[図16]



[図17]



(b) is a cross-sectional view of a device. It features a circular top surface 102. A layer 101 is positioned on the left side of the top surface. A layer 103 is located beneath the top surface. A layer 104 is situated below layer 103. A layer 108 is on the right side of the top surface. A layer 110 is located beneath layer 108. A layer 120 is positioned between layers 103 and 104. A layer 121 is located beneath layer 120. A layer 122 is situated beneath layer 101. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 101 and 122. A dashed line also indicates a boundary or interface between layers 108 and 110. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 103 and 104. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 120 and 121. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 102 and 108. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 102 and 110. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 102 and 120. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 102 and 121. A dashed line indicates a boundary or interface between layers 102 and 122.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J19/00(2006.01)i, B03C5/02(2006.01)i, B81B1/00(2006.01)i, G01N27/00(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)n, G01N27/447(2006.01)n, G01N37/00(2006.01)n

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)

B01J10/00-12/02, B01J14/00-19/32, B03C3/00-11/00, B81B1/00-7/04, B81C1/00-99/00, G01N27/00-27/92, G01N37/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 6-509745 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e.V.), 02 November 1994 (02.11.1994), claims; page 5, upper right column, lines 6 to 11; page 6, upper right column, lines 10 to 25; fig. 5 & US 5454472 A & EP 0599957 A1 & EP 0718038 A2 & WO 1993/003850 A1	1-9
Y	JP 2007-504952 A (Aura Biosystems, Inc.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0034], [0060]; fig. 2, 5 & US 2004/0226819 A1 & EP 1623014 A2 & WO 2005/007807 A2	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
27 June, 2014 (27.06.14)

Date of mailing of the international search report
08 July, 2014 (08.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064919

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 64-063066 A (Nippondenso Co., Ltd.), 09 March 1989 (09.03.1989), page 2, upper right column, line 13 to lower right column, line 17; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-9
Y	JP 2005-310583 A (Seiko Epson Corp.), 04 November 2005 (04.11.2005), paragraphs [0016], [0034]; fig. 2, 6 (Family: none)	1-9
Y	JP 2008-249513 A (Kurita Water Industries Ltd.), 16 October 2008 (16.10.2008), claims 1 to 3; fig. 1 to 2 (Family: none)	6-9
A	JP 2009-214044 A (Canon Inc.), 24 September 2009 (24.09.2009), claims 1 to 10; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-9
A	JP 2001-502226 A (Scientific Generics Ltd.), 20 February 2001 (20.02.2001), claims; fig. 1 to 9 & US 6310309 B1 & EP 0925115 A1 & WO 1998/010869 A1	1-9
A	JP 2012-161727 A (Nano Cube Japan Co., Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), claims 1 to 13; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-9
A	JP 2004-087366 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 18 March 2004 (18.03.2004), paragraphs [0001], [0007] to [0013]; fig. 1 to 4 & US 2004/0126636 A1 & EP 1394885 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01J19/00(2006.01)i, B03C5/02(2006.01)i, B81B1/00(2006.01)i, G01N27/00(2006.01)i,
G01N21/27(2006.01)n, G01N27/447(2006.01)n, G01N37/00(2006.01)n

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 (I P C))

Int.Cl. B01J10/00 - 12/02, B01J14/00-19/32, B03C3/00 - 11/00, B81B1/00 - 7/04, B81C1/00 - 99/00
G01N27/00 - 27/92, G01N37/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y	JP 6-509745 A (フラウンホッフアーゲゼルシャフト ツァ フェ ルダールング デア アンゲヴァンテン フォアシュンク エー. ファオ.) 1994. 11. 02, 請求の範囲, 第 5 頁右上欄第 6 行目 - 第 11 行目, 第 6 頁右上欄第 10 行目 - 第 25 行目, 図 5 & US 5454472 A & EP 0599957 A1 & EP 0718038 A2 & WO 1993/003850 A1	1-9
Y	JP 2007-504952 A (オーラ バイオシステムズ インコーポレイテ ッド) 2007. 03. 08, 【0034】, 【0060】, 図 2, 5 & US 2004/0226819 A1 & EP 1623014 A2 & WO 2005/007807 A2	1-9

☒ 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

2 7 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

長谷川 真一

4 Q

4 0 3 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

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
Y	JP 64-063066 A (日本電装株式会社) 1989. 03. 09, 第 2 頁右上欄第 13 行目 - 右下欄第 17 行目, 第 2-3 図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2005-310583 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 11. 04, 【0016】, 【0034】, 図 2, 6 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2008-249513 A (栗田工業株式会社) 2008. 10. 16, 請求項 1-3, 図 1-2 (ファミリーなし)	6-9
A	JP 2009-214044 A (キヤノン株式会社) 2009. 09. 24, 請求項 1-10, 図 1-8 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2001-502226 A (サイエンティフィック ジェネリクス リミテッド) 2001. 02. 20, 特許請求の範囲, 図 1-9 & US 6310309 B1 & EP 0925115 A1 & WO 1998/010869 A1	1-9
A	JP 2012-161727 A (株式会社 ナノ・キューブ・ジャパン) 2012. 08. 30, 請求項 1-13, 図 1-6 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2004-087366 A (新光電気工業株式会社) 2004. 03. 18, 【0001】, 【0007】 - 【0013】 図 1-4 & US 2004/0126636 A1 & EP 1394885 A1	1-9