

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5100748号
(P5100748)

(45) 発行日 平成24年12月19日 (2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日 (2012.10.5)

(51) Int. Cl.	F I		
GO 1 N 35/08 (2006.01)	GO 1 N 35/08	A	
BO 1 J 19/00 (2006.01)	BO 1 J 19/00	3 2 1	
GO 1 N 37/00 (2006.01)	GO 1 N 37/00	1 0 1	

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-512652 (P2009-512652)	(73) 特許権者	504288421
(86) (22) 出願日	平成19年5月29日 (2007.5.29)		デビオテック ソシエテ アノニム
(65) 公表番号	特表2009-539091 (P2009-539091A)		スイス国, セアッシュー1004 ローザンヌ アブニュ ドゥ セブラン, 28
(43) 公表日	平成21年11月12日 (2009.11.12)	(74) 代理人	100089196
(86) 国際出願番号	PCT/FR2007/051346		弁理士 梶 良之
(87) 国際公開番号	W02007/138227	(74) 代理人	100104226
(87) 国際公開日	平成19年12月6日 (2007.12.6)		弁理士 須原 誠
審査請求日	平成22年4月16日 (2010.4.16)	(72) 発明者	ヴァレ ヴェロニク
(31) 優先権主張番号	0651936		スイス セアッシュー1030 ブュッスイニー-プレーローザンヌ シュマン ドゥ グラヴェネ 13
(32) 優先日	平成18年5月29日 (2006.5.29)	(72) 発明者	ネフテ フレデリク
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		スイス セアッシュー1005 ローザンヌ シュマン ドゥ ベルヴ 36
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 体積可変材料を備えるマイクロ流体デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を構成し、一又は複数の貫通孔(113; 1251; 213)を含む第1プレート(112; 122; 212)と、

前記第1プレート(112; 122; 212)の各面側にあるように、2以上の位置にあって、流路部分を画定するように構成された材料とを備え、

前記材料は、前記2以上の位置のうち一又は複数の位置では、熱的若しくは化学的に、または電磁刺激によって活性化されて体積を変えることができる活性化可能材料(114, 116; 126, 127; 214, 216)からなり、

前記材料は、第1フェーズにおいて、前記活性化可能材料からなる一又は複数の位置を活性化することで第1形状が第2形状に変容し、これによって3次元液体ネットワークが改変されるように、前記2以上の位置に配置されており、

前記3次元液体ネットワークは、前記第2形状では、前記第1フェーズで選択されて活性化された前記一又は複数の位置に応じて、前記第1プレート(112; 122; 212)の平面に平行かつ互いに離れた複数の平面に位置する複数の流路部分(117, 119; 1264, 1265, 1266; 1273, 1274; 217, 219)を、前記第1プレート(112; 122; 212)の各面側に少なくとも1つ有し、これらの流路部分の間に前記一又は複数の貫通孔(113; 1251; 213)が位置する、互いに異なる複数の液体通路から構成されており、

前記互いに異なる複数の液体通路は、前記第1プレートの各面側に位置する複数の流路

10

20

部分であって、前記流路部分同士をつなぐ貫通孔が形成されていないために互いに連通することなく前記第1プレートの各面側において交差する複数の流路部分(117, 119; 217, 219)をさらに有している、マイクロ流体デバイス(110; 120; 200)。

【請求項2】

前記活性化可能材料が、前記第1プレート(112; 122; 212)の各面側で、一又は複数の位置に配置されていることを特徴とする、請求項1に記載のデバイス(110; 120)。

【請求項3】

前記第1フェーズでの前記第1形状から前記第2形状への変容中に、前記3次元液体ネットワークの改変によって、前記活性化された複数の位置の間に、前記貫通孔(113; 1251)とともに前記3次元液体ネットワークを構成する前記複数の流路部分(117, 119; 1264, 1265, 1266; 1273, 1274)が形成されることを特徴とする、請求項1または2に記載のデバイス(110; 120)。

10

【請求項4】

それまで活性化されていなかった複数の位置が活性化される第2フェーズで、前記第1フェーズ中に形成された複数の流路部分(117, 119; 1264, 1265, 1266; 1273, 1274)が埋められ、それにより、前記3次元液体ネットワークの少なくとも一部分が遮断されるように、前記活性化可能材料(114, 116; 126, 127)が配置されていることを特徴とする、請求項3に記載のデバイス(110; 120)。

20

【請求項5】

前記第1フェーズでの前記第1形状から前記第2形状への変容中に、前記3次元液体ネットワークの改変によって、前記第1プレート(112)の各面側に、前記活性化した複数の位置の間に、前記貫通孔(113)とともに前記3次元液体ネットワークを構成する前記複数の流路部分(117, 119)が形成されることを特徴とする、請求項1から3のいずれか1項に記載のデバイス(110)。

【請求項6】

それまで活性化されていなかった複数の位置が活性化される第2フェーズで、前記第1フェーズ中に形成された複数の流路部分(117, 119)が埋められ、それにより、前記第1プレート(112)の各面側で前記3次元液体ネットワークの少なくとも一部分が遮断されるように、前記活性化可能材料(114, 116)が配置されていることを特徴とする、請求項5に記載のデバイス(110)。

30

【請求項7】

前記第1プレート(122; 212)の前記複数の貫通孔(113; 1251; 213)に対してずれている複数の貫通孔(1251; 213)を含む基板である第2プレートをさらに備え、

前記第1プレート(122)と前記第2プレートとの間に配置された前記活性化可能材料(126, 127)は、前記第1フェーズで前記活性化可能材料(126, 127)の前記複数の位置を活性化することにより前記第1プレート(122)の貫通孔(1251)と前記第2プレートの貫通孔(1251)との間で液体の連通状態を確立する複数の流路(1264, 1265, 1266; 1273, 1274)が形成されるように、前記第1プレート(122)の前記複数の貫通孔(1251)の1つと位置合わせされている一又は複数の流路を含むことを特徴とする、請求項3または4に記載のデバイス(120)。

40

【請求項8】

前記第1プレート(122)と前記第2プレートとの間に配置された前記活性化可能材料(126, 127)の他の複数の位置を第2フェーズで活性化することで、前記第1フェーズで形成された複数の流路(1264, 1265, 1266; 1273, 1274)が遮断されて、前記第2プレートの前記貫通孔(1251)と前記第1プレート(122)の前記貫通孔(1251)の間の液体の連通が遮られることを特徴とする、請求項7に記

50

載のデバイス(120)。

【請求項9】

前記第2プレートの前記複数の貫通孔(1251)に対してずれている複数の貫通孔(1251)を含む基板である第3プレートをさらに備え、

前記第2プレートと前記第3プレート間に配置された前記活性化可能材料(126, 127)は、第3フェーズで前記第2プレートと前記第3プレートとの間に位置している前記活性化可能材料(126, 127)の前記複数の位置を活性化することにより前記第2プレートの貫通孔(1251)と前記第3プレートの貫通孔(1251)の間で液体の連通状態を確立する流路(1264, 1265, 1266; 1273, 1274)が形成されるように、前記第2プレートの前記複数の貫通孔(1251)の1つと位置合わせさ

10

【請求項10】

複数の流路(1264, 1265, 1266; 1273, 1274)を形成するように構成された前記活性化可能材料(126, 127)の複数の位置に対向して、前記第1プレート(112; 122)と前記活性化可能材料(126, 127)との間に、非粘着層をさらに備えることを特徴とする、請求項1~9のいずれかに記載のデバイス(120)。

【請求項11】

前記第1形状では、前記第1プレート(112; 122; 212)の平面に平行で互いに離れた複数の平面に位置する複数の流路(217, 219)から構成される複数の通路部分を、前記第1プレート(112; 122; 212)の各面側に少なくとも1つ備え、これらの通路部分の間で液体が前記複数の貫通孔(113; 1251; 213)の1つを通過する液体通路を形成する3次元液体ネットワークが存在し、

20

前記活性化可能材料の一又は複数の位置を活性化して、前記第1フェーズで前記3次元液体ネットワークを改変することで一又は複数の対応する前記流路(217, 219)が遮断され、それにより、こうして遮断された流路から液体が強制的に排出されて前記ネットワーク内を移動する、第2形状が形成されることを特徴とする、請求項1または2に記載のデバイス(200)。

【請求項12】

第1フェーズで、活性化可能材料(114, 116; 126, 127; 214, 216)の複数の位置が連続して活性化され、それによって、複数の前記流路(217, 219)が連続して遮断され、これにより、液体が強制的に遮断された複数の流路から連続して排出され、ネットワーク内を徐々に移動することを特徴とする、請求項11に記載のデバイス(200)。

30

【請求項13】

前記活性化可能材料(114, 116; 126, 127; 214, 216)が、前記第1プレート(112; 122; 212)を覆う一又は複数の層から構成されていることを特徴とする、請求項1~12のいずれかに記載のデバイス(110; 120; 200)。

【請求項14】

前記活性化可能材料(114, 116; 126, 127; 214, 216)が、活性化されると体積が増える種類の材料であることを特徴とする、請求項1~13のいずれかに記載のデバイス(110; 120; 200)。

40

【請求項15】

少なくとも2つの異なる液体から反応混合物を作製するための、請求項1~14のいずれかに記載のデバイス(110; 120; 200)の使用。

【請求項16】

前記デバイス(110; 120; 200)が、光学的、電気化学的、電磁的、または磁気的な検出による分析を可能にするキャピティに複数種類の液体の前記反応混合物を搬送するように構成されたものであることを特徴とする、請求項15に記載の使用。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液体を流通させるマイクロ流体デバイスに関する。より正確には、本発明は、化学、生物学、生化学、および医学の分野で用いられる小型のデバイス中の液体回路の使用に関する。

【背景技術】**【0002】**

この種のマイクロ流体システムは、その小型さゆえに使用する液体の量が限られた量でよく、多くの利点があるため、近年利用が増えてきている。この種の小型の機器は、費用を抑えつつ大量生産することが比較的容易であり、小さい全体寸法の中に多数の機能を備え、信頼性が高い。特に、反応によって分析を行う場合には、こういった小型のデバイスは高感度で、迅速な分析を実現し、また容易に持ち運び可能である。

10

【0003】

これらの目的を達成するマイクロ流体デバイスは、従来半導体業界で用いられてきた技術および材料を使用して作製されている。多数の選択肢の中からユーザが液体流通路を完成できるように、液体流通路を事前に完全には画定しないで、この種のマイクロ流体デバイスをより幅広く活用することが求められている。このように調整することは、同一のマイクロ流体デバイスで複数の要望に対応できるということである。

【0004】

20

国際公開第2004/050242号パンフレットには、外部コマンドによって、多数のマイクロ流体ネットワークのうちの1つをオンデマンドに作り出す、積層プレートを用いたマイクロ流体デバイスが提示されている。2つのキャビティまたは流路間に液体を連通させるために、その間の壁部に電磁輻射を向けて貫通させる。液体を移動させるために、液体に遠心力が加えられる。

【0005】

しかしながら、この種の技術には欠点が多くある。遠心力発生のためにマイクロ流体デバイスを回転させる外部の手段が必要であり、それによって実施が非常に複雑になる。また、遠心力では、液体を一方向にしか移動させることができない。

【0006】

30

活性化、特に熱活性化によって、体積を局所的に変えることができる、特に増加させることができる活性化可能材料がある。

【0007】

たとえば、B.Samel、(P.Griss)、G.Stemmeの「Expandable microspheres incorporated in a PDMS matrix: a novel thermal composite actuator for liquid handling in microfluidic applications」、Transducers '03、1558-1561、2003年を参照されたい。この文献は、ポリマー、特にポリジメチルシロキサン(PDMS)、またはシリコンに、膨張性マイクロスフェア、特にエクспанセル(Expandel)(登録商標)マイクロスフェアを混合することにより得られる複合材料から形成される層を積層体(stack)内で使用することにより、マイクロ流体デバイス中の小さな空隙やそれより大きいリザーバを充填することを説明している。本特許出願において、このポリジメチルシロキサンとエクспанセル(登録商標)マイクロスフェアとの混合物は、XBPDMSと称する。

40

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

本発明の目的は、流路および/またはバルブおよび/またはキャビティから構成される3次元液体ネットワークを形成するために複数の選択肢を提供するマイクロ流体デバイスを提示することである。したがって、このマイクロ流体デバイスは、その製作という点では標準的なデバイスであって、エンドユーザが、デバイス中に存在する、活性化可能材料

50

の一又は複数の領域を一又は複数のステップで活性化することにより、要望に応じて、上記選択肢の中から選択することが可能である。

【0009】

「3次元液体ネットワーク」という表現は、デバイスを構成する積層体内の、高さが異なる液体通路を指し、これによって、デバイスの寸法を大きくせずに同時に使用する液体通路の数を増やせる。これらの液体通路は、異なる高さで交差しており、特に、それぞれ積層体の異なる層にあるため、互いに連通することなく交差することができる。

【発明を解決するための手段】

【0010】

この目的のために、本発明は、基板を構成し、一又は複数の貫通孔を含む第1プレートと、前記第1プレートの各面側にあるように、2以上の位置にあって、流路部分を画定するように構成された材料とを備え、前記材料は、前記2以上の位置のうち一又は複数の位置では、熱的若しくは化学的に、または電磁刺激によって活性化されて体積を変えることができる活性化可能材料からなり、前記材料は、第1フェーズにおいて、前記活性化可能材料からなる一又は複数の位置を活性化することで第1形状 (first configuration) が第2形状 (second configuration) に変容し、これによって3次元液体ネットワークが改変されるように、前記2以上の位置に配置されており、前記3次元液体ネットワークは、前記第2形状では、前記第1フェーズで選択されて活性化された前記一又は複数の位置に応じて、前記第1プレートの平面に平行かつ互いに離れた複数の平面に位置する複数の流路部分を、前記第1プレートの各面側に少なくとも1つ有し、これらの流路部分の間に前記一又は複数の貫通孔が位置し、それにより、液体が前記複数の貫通孔の1つを通過して互いに離れている平面に位置する複数の流路部分の間を移動する、互いに異なる複数の液体通路から構成されている、マイクロ流体デバイスを提示する。また、前記互いに異なる複数の液体通路は、前記第1プレートの各面側に位置する複数の流路部分であって、前記流路部分同士をつなぐ貫通孔が形成されていないために互いに連通することなく前記第1プレートの各面側において交差する複数の流路部分をさらに有している。

【0011】

これによると、第1フェーズで活性化可能材料が活性化される位置を選択することで、第1プレートの片面または両面において第1プレートの貫通孔の付近で、一又は複数の流路部分を形成または遮断して、3次元液体ネットワークを改変できることは明らかである。活性化された領域は体積が変化する（体積が増加または減少する）ので、この改変は、形成または遮断する流路部分に対応する、またはその周囲の、選択した領域を活性化することで容易に実施される。したがって、一種類の初期デバイスから始めて、関心のある用途に必要な3次元ネットワークをオンデマンドに作製することができる。

【0012】

「3次元ネットワーク」という表現は、デバイスを構成する積層体内で異なる高さにあり、ある量の液体を第1の位置から第2の位置へ移動可能な液体通路を指す。詳細には、多数の選択肢の中から1つの通路を形成することと、3次元液体ネットワーク内に共存する多数の液体通路を形成することとを合わせたものである。多数の液体通路を形成すると、デバイスの寸法を大きくすることなく同時に使う液体通路の数が増え、また、これらの通路は、積層体内の異なる層にあって交差しているので、互いに連通することはない。

【0013】

この解決方法には、上述の実施の容易性に加えて、さらに利点がある。その利点とは、製作という点では標準的なデバイスを用い、一又は複数の液体通路を使用して異なる機能を実行することができるということである。活性化可能材料の体積の変化は、所望の方法で非常に容易に制御される。

【0014】

第1プレートの各面側の材料は一部分だけが活性化可能材料であるか、第1プレートの各面側の材料の全てが活性化可能材料である。

【 0 0 1 5 】

一部分だけが活性化可能材料である場合は、活性化可能材料は、第1プレートの2つの面の一方の面側の全位置にあるか、そのうちのいくつかにある。

【 0 0 1 6 】

また、活性化可能材料は、第1プレートの各面側で一又は複数の位置に配置することもできる。

【 0 0 1 7 】

前記活性化可能材料は、活性化されるとその体積が増加する種類のもの、または、活性化されると体積が減少する種類のものである。

【 0 0 1 9 】

もちろん、同一のデバイス中に、1以上の種類および/またはカテゴリーの活性化可能材料を使用することができる。

【 0 0 2 0 】

基板を構成するプレートの各面側において活性化可能材料で覆われる位置は、このプレートの表面上で局部的であってもよいし、または、広い領域、特にプレートの全面を覆ってもよい。全面を覆う場合は、活性化可能材料は、第1プレートを覆う一又は複数の層の形をとる。

【 0 0 2 1 】

本発明によると、小型のデバイスを用いて、液体を3次元的に流すことが可能になり、特に、互いに連通せずに交差することができる、はるかに多数の流路および/またはキャピティを形成することが可能になる。さらにユーザは、デバイスの製作後に、所与のデバイス構造から始めて、このデバイスを所望の配置に応じて改造することができる。

【 0 0 2 2 】

第1実施形態では、この材料を活性化することで、初期積層体中にはなかった流路を形成する。これは、活性化されると体積が減少する活性化可能材料の、流路に対応する部分を活性化する、あるいは、活性化されると体積が増加する活性化可能材料の、流路を形成したい部分の周囲の領域を活性化することで達成することができる。

【 0 0 2 3 】

この場合、第1フェーズでの第1形状から第2形状への変容中に、3次元ネットワークの改変によって、活性化された複数の位置の間に、複数の貫通孔とともに3次元ネットワークを構成する複数の流路部分が形成される。これらの流路を開通させることで、液体は、第1フェーズの変容前には行くことができなかったデバイス中の部分に到達することができるようになる。

【 0 0 2 4 】

有利には、それまで活性化されていなかった複数の位置が活性化される第2フェーズで、第1フェーズ中に形成された複数の流路部分が埋められ、それにより、3次元ネットワークの少なくとも一部分が遮断されるように、この活性化可能材料が配置されている。これらの流路または流路部分を遮断することで、これらの流路から、第2フェーズでの変容前は液体が入っていなかった、デバイスの別の部分に向けて流出させることが可能になる。

【 0 0 2 5 】

第1実施形態の第1変形例では、特に、このデバイスが、液体通路部分に関しては第1プレートとそれを覆う活性化可能材料とのみを使用する積層体から構成されている場合は、液体は、3次元ネットワーク内で第1プレートの平面に実質的に平行に移動する。

【 0 0 2 6 】

この場合、第1フェーズでの第1形状から第2形状への変容中に、3次元ネットワークの改変によって、第1プレートの各面側に、活性化した複数の位置の間に、貫通孔とともに3次元ネットワークを構成する複数の流路部分が形成される。液体は第1プレートを通過することができるので、これらの流路を開通させることで、液体は、第1フェーズの変容前は行くことができなかったデバイス中の部分に第1プレートの反対側の面から到達す

10

20

30

40

50

ることができるようになる。

【0027】

有利には、それまで活性化されていなかった複数の位置が活性化される第2フェーズで、第1フェーズ中に形成された複数の流路部分が埋められ、それにより、第1プレートの各面側で3次元ネットワークの少なくとも一部分が遮断されるように、活性化可能材料が配置されている。これらの流路が遮断されることで、そこから、第2フェーズへの変容前は液体が入っていなかった、第1プレートの反対側の面に配置されている、デバイスの別の部分に向かって流出させることが可能になる。

【0028】

第1実施形態の第2変形例では、液体は、第1プレートの平面に平行に、また、第1プレート10の平面に直角に、すなわち、積層体の様々な層を貫通して、3次元ネットワーク内を移動する。これは、このデバイスが積層体から構成され、その一部分が、第1プレートに加えて基板を構成する一又は複数の他のプレートを備える3次元ネットワークおよび/または液体ネットワークを含む場合に可能である。

【0029】

第1実施形態の第2変形例では、このデバイスは、第1プレートの複数の貫通孔に対してずれている複数の貫通孔を含む基板である一又は複数の第2プレートをさらに備え、第1プレートと第2プレートの間に配置された活性化可能材料は、第1フェーズで活性化可能材料を活性化することにより第1プレートの貫通孔と第2プレートの貫通孔との間で液体の連通状態を確立する複数の流路が形成されるように、第1プレート複数の貫通孔の120つと位置合わせされている一又は複数の流路を含む。

【0030】

連続する2枚のプレートの間で互いにずれていて液体リザーバを構成可能な複数の貫通孔を備える、少なくとも2枚、すなわち、2枚、3枚またはそれ以上の基板プレートが設けられ、これらのプレート間で液体を流通、特に、重力によって下方に流通させることができる。

【0031】

たとえばこのデバイスは、第2プレートの複数の貫通孔に対してずれている複数の貫通孔を含む基板である一又は複数の第3プレートを備え、第2プレートと第3プレートの間に配置された活性化可能材料は、第3フェーズで第2プレートと第3プレートとの間に位置する活性化可能材料を活性化することにより第2プレートの貫通孔と第3プレートの貫通孔との間で液体の連通状態を確立する流路が形成されるように、第2プレートの複数の貫通孔の1つと位置合わせされている一又は複数の流路を含む。

【0032】

このように、積層体中のある高さからそれより低い位置に向かう液体流路は、貫通孔での混合により、異なる液体を反応させることができる。

【0033】

たとえば、このように液体を流通させることで2つ以上の異なる液体を混合することができる。

【0034】

第1実施形態の代替実施態様では、デバイスが、第1プレートと複数の流路部分を形成するように構成された活性化可能材料との間に、活性化可能材料の複数の位置に対向して、非粘着層をさらに含む。

【0035】

これにより、流路に変形された活性化可能材料の領域が、活性化可能材料の活性化中に、基板を構成するプレートに張り付くことを防ぎ、確実かつ容易にプレートと流路を形成する材料とを分離できる。

【0036】

第2実施形態では、活性化されると体積が増加する活性化可能材料において流路に対応する領域を活性化する、あるいは、活性化されると体積が減少する活性化可能材料におい30

10

20

30

40

50

て流路を形成したい部分の周囲の領域を活性化することで、材料を活性化して、初期積層体中の既存の流路を遮断する。

【0037】

この場合、第1形状では、第1プレートの平面に平行で互いに離れた複数の平面に位置する複数の流路から構成される複数の通路部分を、第1プレートの各面側に少なくとも1つ備え、これらの通路部分の間で液体が複数の貫通孔の1つを通過する液体通路から3次元ネットワークが形成され、活性化可能材料の一又は複数の位置を活性化して、第1フェーズで3次元ネットワークを改変することで一又は複数の対応する流路が遮断され、それにより、こうして遮断された流路から液体が強制的に排出されてネットワーク内を移動する、第2形状が形成される。

10

【0038】

有利には、第1フェーズで、活性化可能材料の複数の位置が連続して活性化され、それによって、複数の流路が連続して遮断され、これにより、液体が強制的に遮断された複数の流路から連続して排出され、ネットワーク中を徐々に移動する。

【0039】

このように、3次元ネットワークまたはある量の液体の通路を形成する3次元ネットワークの一部分に沿って位置する複数の流路を遮断することで、それにつれて、その液体を段階的に移動させることができる。

【0040】

本発明はさらに、接触により反応、特に化学反応が起きるように2つ以上の異なる試薬液体の混合物を作製するための、上述の本発明のデバイスの使用に関する。

20

【0041】

この場合、デバイスは、光学的、電気化学的、電磁的、または磁気的な検出による分析を可能にするキャビティに混合物を搬送するように適応したものとなっている。このデバイスは検出システムが備えられているか、これに接続されている。

【0042】

このような検出システムの一例としては、光学的検出による分析では、光源（レーザ、発光ダイオード、またはスペクトルランプなど）と、センサ（光電子増倍管または半導体フォトダイオードなど）とを使用する。たとえば、光源が発する光の強度と混合物の上に配置されたセンサが検出する光の強度との比率を測定することで、得られた混合物が反応時に発した光の吸収を測定することができる。試薬液体の中には蛍光性のものがあり、この場合は光源による励起後に蛍光強度を測定することができる。

30

【0043】

電気化学的検出による分析では、プラチナ、金、銀などの2つの電極を、たとえば液体混合物に浸して使用する。その原理は、これらの電極によって一定の電圧または電流を混合物に印加し、その結果生じる電流または電圧をこの電極を介して測定することである。

【0044】

最後に、電磁的または磁気的検出による分析については、液体の中には、たとえば電磁場または磁場の影響を受けてこの液体混合物中を移動する小さなビーズ状の磁石を内蔵しているものがあり、これを使用することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

本発明の他の利点および特徴は、例として示す以下の説明を読めば明らかになる。以下の説明では添付の図面を参照する。

【0046】

まず、図1から図11を参照する。これらの図は、活性化可能材料を活性化することで初期積層体に存在していなかった流路が形成される、本発明の第1実施形態の様々な変形例を示す。

【0047】

まず、図1から図4を参照する。これらの図は、液体が積層体の平面に実質的に平行に

50

移動する3次元ネットワークを作製する、第1実施形態の第1変形例の複数の例を示す。

【0048】

図1から図3は、第1プレート112と、第1プレート112の2つの面をそれぞれ1つずつ覆う、2つの活性化可能材料層114および116と、を含む積層体を形成しているデバイス110を示す。

【0049】

基板を構成する第1プレート112は、様々な硬質の材料、特に、商標名パイレックス（登録商標）として市販されているガラスを含むガラス、ポリジメチルシロキサン（PDMS）、またはシリコンなどの不活性材料で作製することができる。

【0050】

各図の第1プレート112には、プレートを貫通し、その表面全体に規則的に分布している複数の貫通孔113が設けられている。

【0051】

活性化可能材料層114および116は、たとえばXBPDMS、すなわち、ポリジメチルシロキサンとエクспанセル（登録商標）マイクロスフェアとの混合物で作製される。これらの層114および116は、第1プレート112の片面ずつに順に、液体または粘性の状態では積層させ、遠心分離によって一定に分散させて薄い層とし、その後乾燥させる。

【0052】

活性化可能材料層114および116の製作の前に、まず、第1プレート112の各面側に、非粘着性材料が図2に見られるパターン118の形で堆積される。パターン118は、第1プレート112の複数の貫通孔113と位置合わせされた網を構成している。

【0053】

この非粘着性材料は、たとえば金などの金属でよく、マスクを用いた標準的なフォトリソグラフィ技術によって第1プレート112に堆積される。

【0054】

この段階で、一般に、この非粘着性材料は、第1プレート112に接して、および/または活性化可能材料層114および116に接して堆積することができることに留意されたい。この非粘着性材料が活性化可能材料層114および116に接して堆積されれば、非粘着性材料が貫通孔113を覆うことは明らかである。

【0055】

パターン118は、ある広い領域で交差している複数の直交線による網の形をしており、第1プレート112の複数の貫通孔113が、交差領域以外の直交線に沿って位置している。

【0056】

図1から図3に示す例では、非粘着性材料のパターン118は第1プレート112の複数の貫通孔113を覆っている。

【0057】

パターン118として堆積された非粘着性材料の役割は、活性化可能材料のある領域が活性化されたときに、それに隣接する、パターン118の一部分に対向する活性化されていない領域が、第1プレート112に貼りつかずに確実に離れているようにすることである。

【0058】

図3を参照すると、この図では、活性化可能材料層114および116の異なる領域を活性化することにより、互いに異なる流路117および119が設けられている。図3は、図1に第1形状を示したデバイス110の第2形状を示す。

【0059】

より正確には、図3には、周囲の、活性化可能材料層114の2つの領域1141および1142を活性化することにより得られた、この図の紙面に対して直交する第1流路117の一部分の断面が見られる。

10

20

30

40

50

【0060】

図3には、第1プレート112の両側を通る第2流路119の3つの部分1191、1192、および1193の縦断面も見られる。すなわち、上側活性化可能材料層114の2つの部分1191および1193は、領域1141、1142と、上側活性化可能材料層114の流路部分1191および1193の周囲の図示しない他の領域とを活性化することにより形成されている。

【0061】

流路119の部分1192は、下側活性化可能材料層116の領域1161および1162と、この部分1192の周囲の図示しない他の領域とを活性化することにより得られる。

10

【0062】

ここで、この部分1192は、その長手方向が溶着防止(anti welding)網であるパターン118の線の1つに沿って延在しており、第1プレート112の貫通孔1131と貫通孔1132との間で、流路119の部分1192と部分1191および1193との間に液体を連通させる。

【0063】

したがって、層114および116のうち、これらの流路部分の周囲の領域を活性化させることで、第1プレート112の各面側に、溶着防止網のパターン118の線に沿ったこれらの流路が形成されることが分かる。

【0064】

同様に、図3に見られるように、収容している液体が混合することなく交差し、その交差箇所では第1プレート112の片面ずつにそれぞれ離れている、流路117および119を形成することができることが分かる。

20

【0065】

この変形例では、当初は第1プレート112と活性化可能材料層114および116との間には空間がなく、活性化可能材料層114および116のうち構築される流路の位置の周囲の領域を活性化することにより、液体が流通する空間を画定する流路117および119が形成されることが分かる。

【0066】

ここで図4を参照する。図4は、第1実施形態の別の変形例を示し、活性化可能材料の活性化前の第1形状である。第1プレート112は同様に、複数の貫通孔113を含むが、ここでは上側活性化可能材料層114および下側活性化可能材料層116は、それぞれ、デバイス110'の辺縁領域以外では第1プレート112と接触しないように配置され、積層体となっている。

30

【0067】

この構成は、たとえば、プレート112に固定する前に、活性化可能材料層114および116を成型することで実現される。

【0068】

3次元ネットワーク10を形成するために、各活性化可能材料層114および116のうち、形成される流路の周囲となる領域が活性化される。これらの活性化された領域では、領域114、116を構成する材料の体積が増えるので、これらの領域が第1プレート112と接触することになり、領域1141、1142、1161、および1162が活性化された、図3と同様の3次元ネットワーク10が形成される。

40

【0069】

図4に示す第1実施形態のこの変形例では、非粘着性材料がないことに留意されたい。

【0070】

以下では図5から図11を参照する。これらの図は、デバイス120の形で、本発明の第1実施形態の第2変形例の一例を示す。

【0071】

ここでは、液体通路、特に重力による下方通路が積層体中に形成されている3次元ネッ

50

トワーク中に一又は複数種類の液体を流通させることが求められている。詳細な目的は、互いに異なる液体の吸引および混合、ならびにその混合物の利用を可能にする複数の流路および/またはキャビティのネットワークを構築することである。

【0072】

これらの図に示す実施形態では、第1プレート121、第2プレート122、および第3プレート123から構成される、たとえばガラスなどの穿孔された3枚のプレートを備える積層体があり、そのそれぞれが基板を構成している。

【0073】

これらのプレート121、122、および123はそれぞれ、比較的大きな貫通孔1251、1252、および1253を有しており、それにより小さなキャビティが形成される。これらのプレート121と122の間と、122と123の間とには、図6に見られる非粘着性材料のパターン128で覆われた活性化可能材料層がある。

10

【0074】

より正確には、第1プレート121と第2プレート122との間には、第2プレート122の複数の貫通孔1252と垂直方向に位置合わせされた複数の流路126aを含む活性化可能材料層126がある。

【0075】

第1プレート121の複数の貫通孔1251は、第2プレート122の複数の貫通孔1252に対してずれているので、第1プレート121の貫通孔1251と第2プレート122の貫通孔1252との間で最初は流体が連通しないことが明らかである。活性化可能材料層126の上には、図6に示す、溶着防止材料のパターン128が設けられている。

20

【0076】

この図は、デバイス120の平面内で、流路126aと同心の第2プレート122の貫通孔1252の位置と第1プレート121の貫通孔1251の位置とがずれていることを破線で示している。

【0077】

この非粘着性材料のパターン128は、プレート121、122、および123の貫通孔1251、1252、および1253に対応して交差する線を組み合わせて構成されている。

【0078】

ここで、非粘着性材料のパターン128は、第1プレート121に接して堆積されている。パターン128は、活性化可能材料層126の流路126aを覆わない。または、図示しないが、流路126aを覆うように非粘着性材料のパターン128を活性化可能材料層126に接して堆積させるという選択肢もある。さらに、図示しないが、この非粘着性材料のパターン128を活性化可能材料層126と第1プレート121の両方に対して堆積させるという選択肢もある。

30

【0079】

また、第2プレート122と第3プレート123の間には、第3プレート123の複数の貫通孔1253と垂直方向に位置合わせされた複数の流路127aを含む活性化可能材料層127がある。活性化可能材料層127の上には、前述のパターン128と同様の非粘着性材料のパターンがある。

40

【0080】

この例では、図5に示すように、第1プレート121の複数の貫通孔1251と第3プレート123の複数の貫通孔1253とはそれぞれ垂直方向に位置合わせされているが、これは全く特別なケースである。

【0081】

最後に、積層体120を完成させるには、これらの貫通孔1253の底部を閉じる底面を形成する閉止プレート129を第3プレート123に密着させる。閉止プレート129は、商標名パイレックス(登録商標)として市販されているガラスを含むガラス製であり、プラズマボンディングなどの溶接技術によって第3プレート123に接合される。

50

【 0 0 8 2 】

以下図7から図11を参照するが、これらの図は、混合物を作製するための、この種のデバイス120の使用のステップを示す。

【 0 0 8 3 】

図7は、図5のデバイス120を示す。デバイス120内には、第1プレート121上に配列された、貫通孔12511、12512、および12513を含む貫通孔1251に、互いに異なる3つの液体1241、1242、および1243がそれぞれ配置されている。この状態では、3つの液体1241、1242および1243は、互いに混じり合う可能性はなく、分離している。

【 0 0 8 4 】

第1プレート121の貫通孔12511、12512、および12513にこのように充填した後で、上部キャビティを形成する。すなわち、第1プレート121と第2プレート122との間の活性化可能材料層126の構造を改変して、液体1241、1242、および1243の一部または全部が下方に移動できるようにする。

【 0 0 8 5 】

そのために、図8に見られるように、複数の流路を形成する。具体的には、活性化可能材料層126の領域1261、1262、および1263を含むある複数の領域を活性化することにより、図8に見られるような流路1264、1265、および1266を形成する。より正確には、流路1264によって第1液体1241を収容する貫通孔12511が活性化可能材料層126の流路126a1とつながり、この流路126a1は流路1265を介して貫通孔12512との間に液体を連通させている。

【 0 0 8 6 】

この段階で、液体1241の一部が流路1264に入っており、液体1242の一部が流路1265に入っている。さらに、流路1266を形成すると、貫通孔12513が活性化可能材料層126の流路126a2につながる。

【 0 0 8 7 】

この段階で、これらの液体が試薬液体であれば、液体1241と1242との混合物を生成することで液体1241と1242とが接触すると、反応、とりわけ化学反応が起こることに留意されたい。

【 0 0 8 8 】

結果を図9に示す次のフェーズでは、活性化可能材料層126のうち、前の段階での流路1264、1265、および1266の位置にそれぞれ対応していた領域1264'、1265'、および1266'を活性化する。

【 0 0 8 9 】

このように流路1264、1265、および1266を遮断することで、そこに収容されていた液体がそれぞれ以下のように下流に移動する。すなわち、図8に示す前の形状で流路1264にあった液体1241と、流路1265にあった第2の液体1242とが、影響を受けずに残っている活性化可能材料層126の流路126a1を通過して第2プレート122の貫通孔12521に移動し、図8の流路1266にあった液体1243は、影響を受けずに残っている活性化可能材料層126の流路126a2を通過して、第2プレート122の貫通孔12522に入っている。

【 0 0 9 0 】

当初の3つの液体1241、1242、および1243の混合は図10および図11に示す以下の2つのフェーズを行うことで完了する。

【 0 0 9 1 】

図10に見られるように、第2プレート122と第3プレート123の間の活性化可能材料層127の領域1271および1272を活性化する。これにより、流路1273および1274が形成され、そこに液体1241と1242との混合物と、液体1243とがそれぞれ流れ込む。流路1273および1274によって、第2プレート122の貫通孔12521および12522がそれぞれ、下方に位置する活性化可能材料層127の流

10

20

30

40

50

路 1 2 7 a 1 につながる。

【 0 0 9 2 】

最後に、混合物を作製するために、図 1 1 に見られるように、層 1 2 7 のうち、それまで流路 1 2 7 3 および 1 2 7 4 を形成していた領域 1 2 7 3 ' および 1 2 7 4 ' を活性化し、これらの 2 つの流路にあった液体を、流路 1 2 7 a 1 を通して第 3 プレート 1 2 3 の貫通孔 1 2 5 3 1 に強制的に送り、その中で液体 1 2 4 1、1 2 4 2、および 1 2 4 3 の混合物が生成される。

【 0 0 9 3 】

明らかに、第 3 プレート 1 2 3 の貫通孔 1 2 5 3 1 にある 3 つの液体 1 2 4 1、1 2 4 2、および 1 2 4 3 の混合物は、この後、マイクロ流体デバイス 1 2 0 の図示しない別の部分で新たな反応のために使用することができる。また、たとえば、図 1 から図 4 を参照して説明した第 1 実施形態の第 1 変形例と同様の 3 次元ネットワークを特徴とすることもできる。

10

【 0 0 9 4 】

次に、図 1 2 から図 1 4 を参照する。これらの図は、活性化可能材料を活性化することでそれまで初期積層体中に存在していた流路を遮断し、それによって液体を前方に移動させる、本発明の第 2 実施形態の使用の例を示す。

【 0 0 9 5 】

図 1 2 から図 1 4 に示すデバイス 2 0 0 は、最初、液体流路 2 1 7 および 2 1 9 を既に有する積層体を構成している。より正確には、デバイス 2 0 0 を構成する積層体は、表面に複数の貫通孔 2 1 3 が規則的に分布した、たとえばガラスなどの第 1 プレート 2 1 2 を含む。

20

【 0 0 9 6 】

プレート 2 1 2 の 2 つの面はそれぞれ、活性化可能材料層で覆われており、各活性化可能材料層は、第 1 プレート 2 1 2 に固定される前に、流路 2 1 7 および 2 1 9 を形成するための空洞部を呈するように構成されている。

【 0 0 9 7 】

すなわち、図 1 2 に見られるように、上側活性化可能材料層 2 1 4 は、第 1 プレート 2 1 2 に対向する面側に、流路 2 1 9 の部分 2 1 9 1 および 2 1 9 3 と、流路 2 1 7 とを含む凹部を備えている。このために、層 2 1 4 は、相補的な凸型の鋳型に入れて成型され、たとえば流路 2 1 9 の部分 2 1 9 1 および 2 1 9 3 と流路 2 1 7 とを含む、これらの陥凹領域が形成される。

30

【 0 0 9 8 】

同様に、図 1 2 に見られるように、下側活性化可能材料層 2 1 6 は、第 1 プレート 2 1 2 の方向に向いた面側に、流路 2 1 9 の部分 2 1 9 2 を含む複数の空洞部を有する。

【 0 0 9 9 】

したがって、これらの空洞部は、たとえば流路またはキャビティの形で液体を受け取れるものであり、積層体に組立てられる前にすでに活性化可能材料層内に形成されているので、非粘着性材料は使用されないことが分かる。

【 0 1 0 0 】

この第 2 実施形態では、デバイス 2 0 0 を組み立てる時に注意が必要である。特に、第 1 プレート 2 1 2 の両面側で、3 次元流体ネットワーク 2 0 の同じ 1 つの流路となるべき流路部分 2 1 9 1、2 1 9 2、および 2 1 9 3 間で液体を連通させるために、2 つの活性化可能材料層 2 1 4 および 2 1 6 の凹部が第 1 プレート 2 1 2 の貫通孔 2 1 3 に対向して正確に配置されるように、第 1 プレート 2 1 2 に 2 つの活性化可能材料層 2 1 4 および 2 1 6 を組み合わせるステップで注意が必要である。このステップは、たとえばプラズマボンディング技術(プラズマによって活性化して溶接する)を利用して実行可能である。

40

【 0 1 0 1 】

このように、この例では、流路 2 1 9 の部分 2 1 9 1 は貫通孔 2 1 3 1 を介して部分 2 1 9 2 と連通しており、部分 2 1 9 2 は貫通孔 2 1 3 2 を介して部分 2 1 9 3 と連通して

50

いる。一方、図 1 2 に見られる流路 2 1 7 の部分は、部分 2 1 9 2 の上方にあり、貫通孔 2 1 3 のいずれもこれにつながっておらず、流路 2 1 7 と流路 2 1 9 とは、上方から見て交差している部分では第 1 プレート 2 1 2 によって完全に分離されている。

【 0 1 0 2 】

図 1 2 から図 1 4 は、デバイス 2 0 0 の使用例を示す。図 1 2 に見られるように、液体 2 0 1 が流路 2 1 9 の部分 2 1 9 1 に配置され、別の異なる液体 2 0 2 が流路 2 1 7 に配置されている。

【 0 1 0 3 】

図 1 3 に示す第 1 フェーズでは、上側活性化可能材料層 2 1 4 のうち部分 2 1 9 1 に対応する領域 2 1 4 1 が活性化され、それまでそこに位置していた液体 2 0 1 が貫通孔 2 1 3 1 を通って下流方向に部分 2 1 9 2 まで移動し、第 1 プレート 2 1 2 の反対の面側に移動する。

10

【 0 1 0 4 】

図 1 4 に示す第 2 フェーズでは、上側活性化可能材料層 2 1 4 のうち、図 1 2 および図 1 3 では流路 2 1 7 の位置に対応していた領域 2 1 4 2 が活性化され、液体 2 0 2 が図 1 4 には見られない、流路 2 1 7 の別の部分に移動されている。また第 2 フェーズでは、下側活性化可能材料層 2 1 6 のうちそれまで部分 2 1 9 2 の位置に対応していた領域 2 1 6 1 も活性化され、前のフェーズでそこにあった液体 2 0 1 が、貫通孔 2 1 3 2 を通過して、下流方向に移動され、第 1 プレート 2 1 2 の他方の面側の、活性化可能材料層 2 1 4 の流路 2 1 9 の部分 2 1 9 3 に至っている。

20

【 0 1 0 5 】

したがって、活性化可能材料層のうち既存の流路部分の対応領域を活性化して、その流路部分を遮断することによってその流路部分から液体 2 0 1 または 2 0 2 を移動することが実現され、それにより、その液体がさらに下流の流路部分へと排出されることがわかる。

【 0 1 0 6 】

しかしながら、既存の流路部分を備えるこのようなデバイス 2 0 0 を使用して、第 1 実施形態のように、同じ活性化可能材料層の流路としたい部分の周囲の領域を活性化することにより、他の新たな流路部分を形成することができることは明らかである。

【 0 1 0 7 】

上述のような、図 1 2 から図 1 4 に示す本発明の第 2 実施形態のデバイスは、第 1 実施形態に類似の、図 1 に対応するデバイスから構成することもできることに留意されたい。その場合は、前述の流路を形成するために、活性化可能材料層 1 1 4 および 1 1 6 のうち流路 2 1 7 および 2 1 9 に対応する位置の周囲の領域を、あらかじめ活性化しておく必要がある。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 8 】

【 図 1 】本発明のデバイスの第 1 実施形態の第 1 変形例の、第 1 形状での図 2 の線 I - I に沿った断面図である。

【 図 2 】 I I - I I の方向について見た、図 1 のデバイスの部分平面図である。

40

【 図 3 】第 2 形状を示す、図 1 と同様の図である。

【 図 4 】第 1 実施形態の別の変形例に関する図 1 と同様の図である。

【 図 5 】本発明のデバイスの第 1 実施形態の第 2 変形例の、第 1 形状での、図 6 の線 V - V に沿った断面図である。

【 図 6 】 V I - V I の方向について見た、図 5 のデバイスの部分上面図である。

【 図 7 】デバイスがどのように機能するかを示す、図 5 と同様の図である。

【 図 8 】デバイスがどのように機能するかを示す、図 5 と同様の図である。

【 図 9 】デバイスがどのように機能するかを示す、図 5 と同様の図である。

【 図 1 0 】デバイスがどのように機能するかを示す、図 5 と同様の図である。

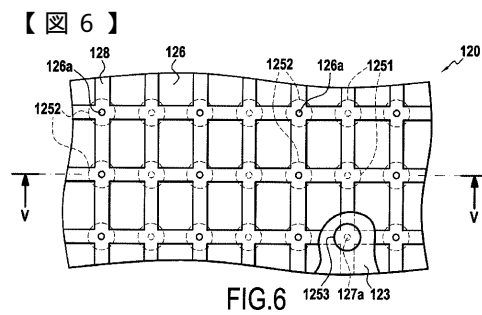
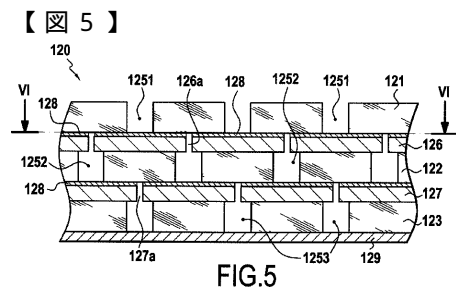
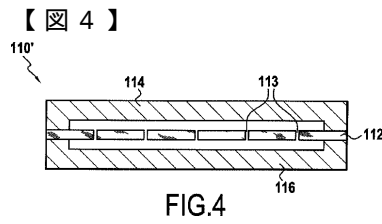
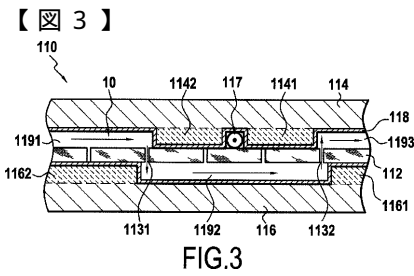
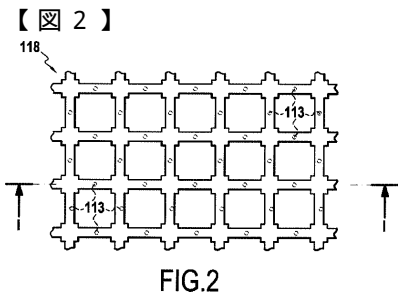
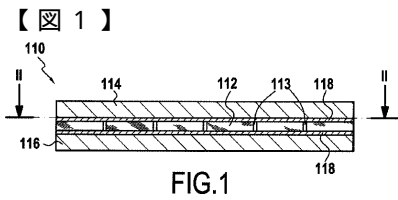
【 図 1 1 】デバイスがどのように機能するかを示す、図 5 と同様の図である。

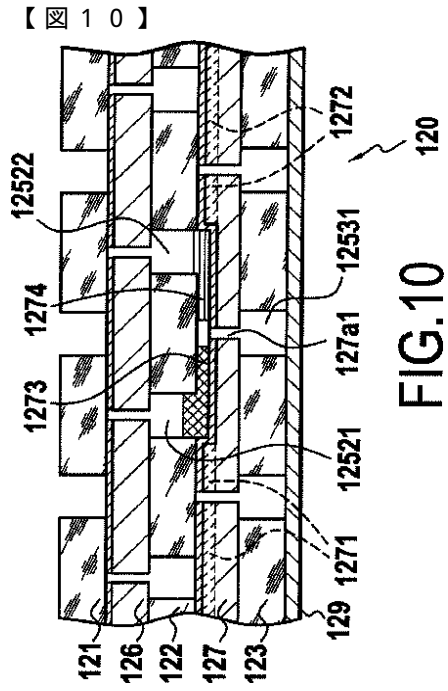
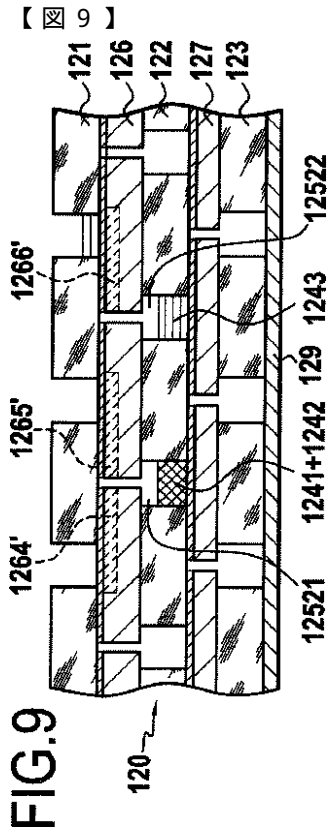
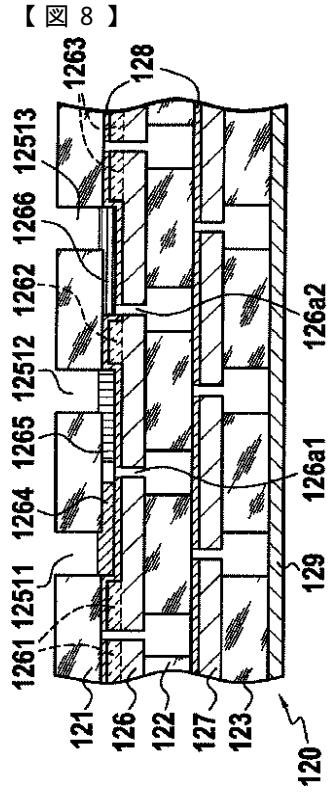
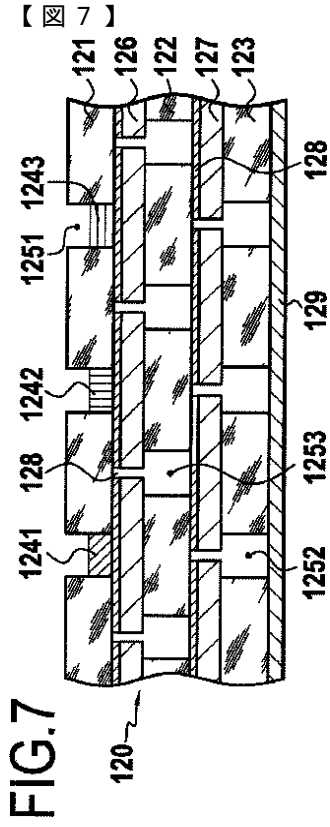
50

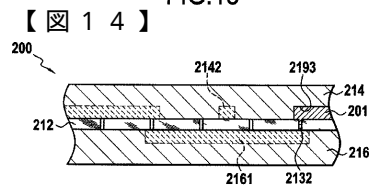
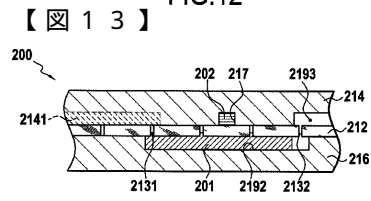
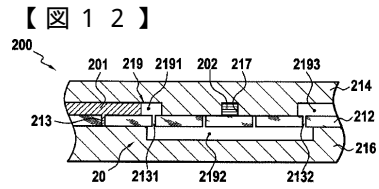
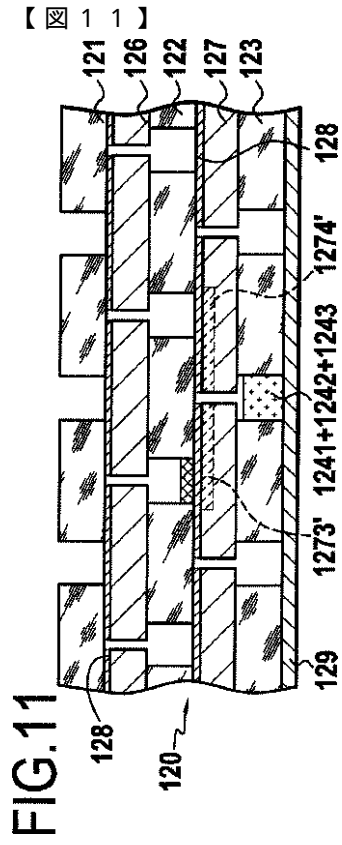
【図12】本発明の第2実施形態に対応するデバイスの、第1形状での断面図である。

【図13】図12のデバイスがどのように機能するかを示す図である。

【図14】図12のデバイスがどのように機能するかを示す図である。







フロントページの続き

(72)発明者 ピヴェトー ローラン - ドミニク
スイス セアッシュ - 1030 ブュッスイニー - プレ - ローザンヌ シュマン ドゥ グラヴェ
ネ 14

(72)発明者 シュネバーガー ニコラウス
スイス セアッシュ - 1009 ピュリー アヴニュー ドゥ ラ ロジアツ 11A

審査官 土岐 和雅

(56)参考文献 特開2006 - 026452 (JP, A)
国際公開第2005 / 036182 (WO, A1)
国際公開第2007 / 060636 (WO, A1)
特開2002 - 036196 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)
G01N35/00 ~ 37/00、B01J14/00 ~ 19/00、F16K7/00 ~ 7/20