

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6210569号  
(P6210569)

(45) 発行日 平成29年10月11日 (2017.10.11)

(24) 登録日 平成29年9月22日 (2017.9.22)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 29/02 (2006.01)

GO 1 N 29/02 5 O 1

GO 1 N 29/22 (2006.01)

GO 1 N 29/22

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2015-532909 (P2015-532909)  
 (86) (22) 出願日 平成26年8月22日 (2014.8.22)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/071969  
 (87) 国際公開番号 W02015/025946  
 (87) 国際公開日 平成27年2月26日 (2015.2.26)  
 審査請求日 平成28年2月2日 (2016.2.2)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-173630 (P2013-173630)  
 (32) 優先日 平成25年8月23日 (2013.8.23)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000006633  
 京セラ株式会社  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
 (73) 特許権者 504176911  
 国立大学法人大阪大学  
 大阪府吹田市山田丘 1 番 1 号  
 (74) 代理人 100094053  
 弁理士 佐藤 隆久  
 (72) 発明者 田中 浩康  
 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  
 (72) 発明者 栗岡 秀治  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

素子面を有し、前記素子面のうちの検出部に位置している検体に含まれる検出対象に応じた信号を出力するセンサ素子と、

内部に前記センサ素子を収容しており、且つ、前記素子面上に位置する空間を含む流路を有するパッケージと、

を備え、

前記流路の下面は、前記素子面と、前記空間に向かって延びる流入路の下面とを有し、前記流入路の下面と前記素子面との間には第 1 間隙が位置しており、

前記素子面は、少なくとも一部が前記流入路の下面よりも上方に位置している  
センサ。

10

【請求項 2】

前記センサ素子は、前記素子面の前記検出部と、前記検出部の両側に位置している一対の I D T 電極とを上面に有する圧電基板を有し、

前記圧電基板の前記上面は、少なくとも一部が前記流入路の下面よりも上方に位置している

請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 3】

前記センサ素子は、前記流路の流れ方向に、複数対の前記 I D T 電極を有している

請求項 2 に記載のセンサ。

20

## 【請求項 4】

前記流入路を側面視したときに、前記流路の上面における前記検体との接触角は、前記流入路の下面のうち前記第 1 間隙側の縁部から、前記素子面の一部に接するように延びる直線と、前記流路の上面とが成す角よりも小さい

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 5】

前記流路の下面は、前記空間から前記流入路とは異なる方向に延びる流出路の下面をさらに含み、

前記素子面と前記流出路の下面との間には第 2 間隙が位置しており、

前記流出路の下面は、少なくとも一部が前記素子面よりも上方に位置している

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 6】

前記パッケージは、

下層部材と、

前記下層部材上に接着剤によって接着され、前記流入路の下面を構成する流入側下面部材と、を有し、

前記素子面は、前記第 1 間隙の流路方向の長さ、接触角の正接との積よりも大きい差で、前記流入路の下面よりも上方に位置している

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 7】

素子面を有し、前記素子面のうちの検出部に位置している検体に含まれる検出対象に応じた信号を出力するセンサ素子と、

内部に前記センサ素子を収容しており、且つ、前記素子面上に位置する空間を含む流路を有するパッケージと、

を備え、

前記流路の下面には凹部を有しており、

前記流路において、前記凹部に対して下流側の下面は、少なくとも一部が上流側の下面よりも上方に位置している

センサ。

## 【請求項 8】

前記流路を側面視したときに、前記流路の上面における前記検体との接触角は、前記凹部に対して上流側の下面のうち前記凹部側の縁部から、前記凹部に対して下流側の下面の一部に接するように延びる直線と、前記流路の上面とが成す角よりも小さい

請求項 7 に記載のセンサ。

## 【請求項 9】

前記検出部は、アダプターを有している、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のセンサ

## 【請求項 10】

前記流路の上面における前記検体との接触角は、10°未満である

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 11】

前記流路の上面は、下流側が低くなるように傾斜している

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 12】

前記素子面は、前記流路の上面に向かって突出する凸部を含んでいる

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 13】

前記流路は、上面と側面との角部が曲面によって面取りされている

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

## 【請求項 14】

前記センサ素子は、上面全体が前記流路内に露出している  
請求項 1 ～ 1 3 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 1 5】

前記パッケージは、前記流路の下面から下方へ凹んでいる、前記センサ素子を収容して  
いる収容凹部を有しており、

前記センサ素子の外周面は、前記収容凹部の内周面から離れている  
請求項 1 4 に記載のセンサ。

【請求項 1 6】

前記流路の上面は、下方へ突出し、かつ前記検出部上を前記流路に沿って通過するよう  
に延びる凸部を有している

請求項 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 1 7】

前記流路の上面は、

前記検出部上を前記流路に沿って通過するように延びる第 1 領域と、

前記第 1 領域の側方両側に位置する第 2 領域と、を有しており、

前記第 1 領域は、前記第 2 領域よりも前記検体との接触角が小さい

請求項 1 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 1 8】

前記流路は、毛細管現象を生じさせる、請求項 1 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載のセンサ

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体の性質あるいは液体に含まれる成分を測定することができるセンサに関するものである。なお、液体は、流動性を有するものであればよく、粘性が高くても構わない。

【背景技術】

【0002】

検出部上に位置している検体（検体液）に含まれる検出対象に応じた信号を出力するセンサにおいて、毛細管現象により検体液を検出部上に導くセンサが知られている（例えば特許文献 1）。なお、特許文献 1 において、検出部は、検体液を導く流路の下面（底面）を構成する基板上に試薬を塗布することにより構成されており、流路下面と検出部とは連続している。

【0003】

上記のようなセンサにおいて、流路下面と検出部との間に間隙が生じることがある。例えば、検出部を有するセンサ素子をパッケージに収容し、そのパッケージに流路を形成した場合、センサ素子とパッケージの間には微小な間隙が生じ、ひいては、連続すべき流路下面とセンサ素子の素子面（検出部含む）との間にも間隙が生じる。

【0004】

このような場合、毛細管現象による検体液の流れが、間隙において止まってしまい、検体液が素子面上（検出部上）へ到達できないおそれがある。

【0005】

そこで、毛細管現象による流れを好適に生じさせることができるセンサの提供が望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 4 9 4 9 1 号公報

【発明の概要】

【0007】

10

20

30

40

50

本発明の一態様に係るセンサは、素子面を有し、前記素子面のうちの検出部に位置している検体に含まれる検出対象に応じた信号を出力するセンサ素子と、内部に前記センサ素子を収容しており、且つ、前記素子面上に位置する空間を含む流路を有するパッケージと、を備え、前記流路の下面は、前記素子面と、前記空間に向かって延びる流入路の下面とを有し、前記流入路の下面と前記素子面との間には第1間隙が位置しており、前記素子面は、少なくとも一部が前記流入路の下面よりも上方に位置している。

【0008】

本発明の他の態様に係るセンサは、素子面を有し、前記素子面のうちの検出部に位置している検体に含まれる検出対象に応じた信号を出力するセンサ素子と、内部に前記センサ素子を収容しており、且つ、前記素子面上に位置する空間を含む流路を有するパッケージと、を備え、前記流路の下面は、前記素子面と、前記空間から前記検体の進行方向に延びる流出路の下面とを有し、前記素子面と前記流出路の下面との間には第3間隙が位置しており、前記流出路の下面は、少なくとも一部が前記素子面よりも上方に位置している。

【0009】

本発明のさらに他の態様に係るセンサは、素子面を有し、前記素子面のうちの検出部に位置している検体に含まれる検出対象に応じた信号を出力するセンサ素子と、内部に前記センサ素子を収容しており、且つ、前記素子面上に位置する空間を含む流路を有するパッケージと、を備え、前記流路の下面には凹部を有しており、前記流路において、前記凹部に対して下流側の下面は、少なくとも一部が上流側の下面よりも上方に位置している。

【0010】

上記の構成によれば、間隙（凹部）に到達した検体液が下流側の下面に触れやすくなる。その結果、毛細管現象による流れが間隙を超えやすくなる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るセンサを示す斜視図である。

【図2】図1のセンサの分解斜視図である。

【図3】図1のセンサのセンサ素子を示す平面図である。

【図4】図4(a)は図1のVIa - VIa線における断面図であり、図4(b)は図1のVIb - VIb線における断面図である。

【図5】図5(a)～図5(c)は図1のセンサの作用を説明する模式的な断面図である。

【図6】図6(a)及び図6(b)は本発明の第2の実施形態に係るセンサを示す断面図である。

【図7】図7(a)～図7(c)は変形例を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明に係るセンサの実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下に説明する図面において、同様または類似する構成には同じ符号を付すものとする。また、図面において各部は模式的に示されており、各部の大きさ等は現実のものとは異なる場合がある。

【0013】

また、センサは、いずれの方向が上方または下方とされてもよいものであるが、以下では、便宜的に、直交座標系  $x y z$  を定義するとともに  $z$  方向の正側を上方として、上面、下面などの用語を用いるものとする。

【0014】

< 第1の実施形態 >

図1は、第1の実施形態に係るセンサ1（検体液センサ）を示す斜視図である。

【0015】

センサ1は、例えば、全体として概ね長方形の板状に形成されている。その厚みは、例えば、0.5 mm以上3 mm以下であり、 $x$ 方向の長さは、例えば、1 cm以上5 cm以

10

20

30

40

50

下であり、y方向の長さは、例えば、1cm以上3cm以下である。

【0016】

センサ1には、検体液を取り込むための流入口3、流入口3からの検体液が流れる流路5、流路5への検体液の流入に伴って流路5の排気を行うための排気口7が形成されている。また、センサ1には、電気信号の入出力に供される複数の端子9が設けられている。

【0017】

流入口3は、例えば、センサ1の長方形の一端に開口している。流路5は、例えば、長方形の長手方向に延びている。排気口7は、例えば、センサ1の上面に開口している。複数の端子9は、例えば、長方形の他端に位置している。

【0018】

センサ1は、例えば、発振回路等を含む不図示のリーダに装着される。装着は、例えば、センサ1の端子9側の端部をリーダのスロットに差し込むことによって行われる。そして、センサ1は、リーダから複数の端子9のいずれかに入力された電気信号を、流入口3から取り込んだ検体液の性質または成分に応じて変化させ、複数の端子9のいずれかからリーダへ出力する。センサ1は、例えば、使い捨てのセンサとされている。

【0019】

図2は、センサ1の分解斜視図である。

【0020】

センサ1は、センサ素子11と、センサ素子11を収容するパッケージ13とを有している。センサ素子11は、検体液に応じた電気信号の変換を実質的に行う。パッケージ13は、センサ素子11の取り扱い性の向上等に寄与する。

【0021】

センサ素子11は、例えば、概ね直方体状に形成されており、その上面は、検体液が供給される素子面11aとなっている。センサ素子11は、素子面11a上の検体液の性質または成分に応じて電気信号の変換を行う。

【0022】

パッケージ13は、例えば、下方側から順に積層される層状の下層部材15、中層部材17および上層部材19を有している。中層部材17には、切り欠き17aが形成されている。これにより、下層部材15および上層部材19の間に、センサ素子11を収容するスペースや流路5が形成される。

【0023】

下層部材15は、例えば、プリント配線板と同様の構成とされている。その絶縁基体21は、例えば、樹脂またはセラミックを主体として構成されている。絶縁基体21の平面形状は、例えば、センサ1全体の平面形状と同様である。絶縁基体21の上面には、センサ素子11が配置されている。センサ素子11は、例えば、接着剤によって、絶縁基体21の上面に固定されている。下層部材15は、その上面に、既述の複数の端子9と、複数の端子9とセンサ素子11とを接続する複数の配線23とを有している。

【0024】

中層部材17は、例えば、樹脂またはセラミック等の絶縁性材料によって構成されている。中層部材17は、例えば、接着剤によって下層部材15と貼り合わされている。中層部材17の平面形状（概略形状）は、複数の端子9が露出するように、下層部材15よりも若干短い長方形とされている。

【0025】

上層部材19は、例えば、親水性フィルムによって構成されている。従って、上層部材19は、例えば、下層部材15および中層部材17に比較して検体液に対する濡れ性が高くなっている。なお、検体液に対する濡れ性（または親水性）は、一般に知られているように、検体液との接触角によってその程度を測定することができる。すなわち、濡れ性が高いほど接触角は小さくなる。上層部材19は、例えば、接着剤によって中層部材17と貼り合わされている。上層部材19の平面形状は、中層部材17と同様に、下層部材15よりも若干短い長方形とされている。また、上層部材19には、既述の排気口7が形成さ

10

20

30

40

50

れている。

【 0 0 2 6 】

親水性フィルムとしては、親水化処理（親水性処理）が施された市販の樹脂性フィルムを使用することができる。例えば、親水性材料によって表面がコーティングされた樹脂性フィルムが使用されてよい。基材となる樹脂は、例えば、ポリエステル系またはポリエチレン系である。親水性材料は、例えば、ポリエチレングリコール、ホスホリルコリン、ポリエチレンオキシドまたはポリビニールアルコールである。また、親水性材料（親水性ポリマー）からなる樹脂性フィルムが使用されてもよい。

【 0 0 2 7 】

なお、センサ 1 は、例えば、可撓性を有していない。例えば、下層部材 1 5、中層部材 1 7 および上層部材 1 9 の少なくとも一つは、可撓性を有していない。

10

【 0 0 2 8 】

中層部材 1 7 の厚みは、センサ素子 1 1 の厚みよりも厚い。従って、切り欠き 1 7 a は、センサ素子 1 1 上に、検体液が流れ込む空間 5 b（図 4 参照）を形成する。切り欠き 1 7 a によって構成される流路 5 は、この空間 5 b と、空間 5 b に検体液を流入させる流入路 5 a と、空間 5 b から検体液を流出させる流出路 5 c とを含んでいる。

【 0 0 2 9 】

絶縁基体 2 1 の上面には、流入路 5 a の下面を構成する流入側下面部材 2 5 と、流出路 5 c の下面を構成する流出側下面部材 2 7 とが設けられている。これらの部材は、例えば、上層部材 1 9 と同様に、親水性フィルムによって構成されている。従って、流入路 5 a および流出路 5 c の下面は、下層部材 1 5 および中層部材 1 7 に比較して、検体液との接触角が小さくなっている。

20

【 0 0 3 0 】

流入側下面部材 2 5 は、例えば、流入側接着剤 3 7（図 4 参照）によって下層部材 1 5 に固定されている。流出側下面部材 2 7 は、例えば、流出側接着剤 3 9（図 4 参照）によって下層部材 1 5 に固定されている。

【 0 0 3 1 】

流入路 5 a は、例えば、一定の幅（y 方向）で流入口 3 から空間 5 b に直線状に延びる。また、流出路 5 c は、例えば、一定の幅で空間 5 b から流入口 3 とは反対側へ（検体液の進行方向へ）直線状に延びる。流入路 5 a の幅および流出路 5 c の幅は、例えば、互いに同一であり、また、空間 5 b の幅よりも小さい。

30

【 0 0 3 2 】

流路 5 は、z 方向の高さが比較的小さく設定されている。例えば、流路 5 の z 方向の高さは、50  $\mu$ m 以上 0.5 mm 以下である。検体液の量を少なくする（例えば採血の量を少なくする）観点からは、流路 5 の高さは、50  $\mu$ m 程度であることが好ましい。また、上述のように、流路 5 の上面（天井面、上層部材 1 9 の下面等）は、親水性であり、ひいては、検体液との接触角が小さい。

【 0 0 3 3 】

流路 5 の z 方向の高さが小さく、また、流路 5 の上面および下面（流路 5 の内面）における検体液との接触角が小さいことから、検体液が流入口 3 に接触すると、検体液は、毛細管現象によって流入路 5 a をセンサ素子 1 1 に向かって流れる。すなわち、本実施形態においては、マイクロピペットなどの器具を用いて検体液を吸引し、吸引した検体液を流入口 3 へ流し込むというような作業は不要である。

40

【 0 0 3 4 】

なお、毛細管現象は、流路 5 の内面の接触角が 90°未満であれば、生じ得る。従って、流路 5 の内面の濡れ性（親水性）は、検体液（水に代表させてもよい）の接触角が 90°未満となる高さであればよい。また、毛細管現象を確実に生じさせる観点からは、流路 5 の内面の濡れ性は、接触角が 60°未満となる高さであることが好ましい。素子面 1 1 a についても同様である。

【 0 0 3 5 】

50

図 3 は、センサ素子 11 を示す平面図である。

【 0 0 3 6 】

センサ素子 11 は、例えば、SAW (Surface Acoustic Wave) を利用する SAW センサ素子により構成されている。センサ素子 11 は、例えば、圧電基板 29 と、圧電基板 29 上に設けられた、金属膜 31、一対の IDT 電極 33 および複数のパッド 35 とを有している。

【 0 0 3 7 】

圧電基板 29 は、例えば、タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) 単結晶、ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) 単結晶、水晶などの圧電性を有する単結晶の基板からなる。圧電基板 29 の平面形状および各種寸法は適宜に設定されてよい。一例として、圧電基板 29 の厚みは、0.3 mm 以上 1.0 mm 以下である。

【 0 0 3 8 】

金属膜 31 は、例えば、平面形状が概ね矩形とされ、圧電基板 29 の上面において、y 方向の中央に位置し、また、x 方向の概ね全体に亘るように設けられている。金属膜 31 は、例えば、クロムおよびクロム上に成膜された金の 2 層構造となっている。金属膜 31 の表面には、例えば、核酸やペプチドからなるアプタマーが配置 (固定化) されている。

【 0 0 3 9 】

一対の IDT 電極 33 は、圧電基板 29 の上面を伝搬する SAW を発生させ、また、この SAW を受信するためのものである。一対の IDT 電極 33 は、金属膜 31 を挟んで配置されている。すなわち、金属膜 31 は、SAW の伝搬路に位置している。金属膜 31 および一対の IDT 電極 33 の並び方向は、例えば、流路 5 に交差 (より具体的には直交) する方向である。

【 0 0 4 0 】

各 IDT 電極 33 は、一対の櫛歯電極を有している。各櫛歯電極は、バスバーおよびバスバーから延びる複数の電極指を有している。そして、一対の櫛歯電極は、複数の電極指が互いに噛み合うように配置されている。一対の IDT 電極 33 は、トランスバーサル型の IDT 電極を構成している。

【 0 0 4 1 】

IDT 電極 33 の電極指の本数、隣接する電極指同士の距離、電極指の交差幅などをパラメータとして周波数特性を設計することができる。IDT 電極によって励振される SAW としては、レイリー波、ラブ波、リーキー波などが存在し、いずれが利用されてもよい。

【 0 0 4 2 】

一対の IDT 電極 33 の SAW の伝搬方向における外側の領域に SAW の反射抑制のための弾性部材が設けられてもよい。SAW の周波数は、例えば、数メガヘルツ (MHz) から数ギガヘルツ (GHz) の範囲内において設定可能である。なかでも、数百 MHz から 2 GHz とすれば、実用的であり、かつ圧電基板 29 の小型化ひいてはセンサ素子 11 の小型化を実現することができる。

【 0 0 4 3 】

複数のパッド 35 は、IDT 電極 33 と接続されている。また、複数のパッド 35 は、例えば、ボンディングワイヤ 36 (図 4 (b) 参照) を介して下層部材 15 の配線 23 に接続されている。端子 9 から入力された信号は、パッド 35 を介して、IDT 電極 33 に入力され、また、IDT 電極 33 から出力された信号は、パッド 35 を介して端子 9 に出力される。

【 0 0 4 4 】

IDT 電極 33、パッド 35 およびこれらを接続する配線は、例えば、金、アルミニウム、アルミニウムと銅との合金などからなる。これらの導体は、多層構造とされてもよい。多層構造とする場合は、例えば、1 層目がチタンまたはクロムからなり、2 層目がアルミニウム、アルミニウム合金または金からなり、さらに最上層にチタンまたはクロムを積層してもよい。なお、これらの導体の厚みは、例えば、1  $\mu\text{m}$  未満であり、流路 5 の高さ

10

20

30

40

50

(例えば50  $\mu\text{m}$ 以上)に及ぼす影響は小さい。

【0045】

アプタマーが配置された金属膜31に検体液が接触すると、検体液中の特定の標的物質がその標的物質に対応するアプタマーと結合し、金属膜31の重さが変化する。その結果、一对のIDT電極33間を伝搬するSAWの位相特性などが変化する。従って、その位相特性などの変化に基づいて、検体液の性質または成分を調べることができる。

【0046】

なお、金属膜31のうち主として一对のIDT電極33間の領域は、検出部11bを構成している。既述の素子面11aは、検出部11bを含む面であり、圧電基板29、IDT電極33、金属膜31、パッド35および配線等の上面により構成されている。

10

【0047】

図4(a)は、図1のIVa-IVa線における断面図であり、図4(b)は、図1のIVb-IVb線における断面図である。

【0048】

上述のとおり、パッケージ13の内部には、検出部11b上の空間5bに検体液を流入させるための流入路5aと、空間5bから検体液を流出させる流出路5cとが形成されている。

【0049】

流入路5a、空間5bおよび流出路5cの上面は、いずれも親水性フィルムからなる上層部材19によって構成されている。従って、これらの上面は、互いに連続して、連続面5eを構成している。なお、ここでいう連続は、流路の側面視において間隙や段差がないことを意味する。連続面5eは、流路の側面視において直線状乃至は直線に近い曲線状に延びている。

20

【0050】

流入路5aの下面は流入側下面部材25によって構成されており、一方、空間5bの下面は素子面11aによって構成されている。従って、両者の間には間隙G1が生じている。同様に、空間5bの下面は素子面11aによって構成され、流出路5cの下面は流出側下面部材27によって構成されており、両者の間には間隙G2が生じている。これらの間隙G1およびG2は、毛細管現象によって検体液が流れる妨げとなる。

【0051】

30

そこで、素子面11aは、流入路5aの下面よりも高くされている。同様に、流出路5cの下面は、素子面11aよりも高くされている。このような高さの調整は、例えば、流入側接着剤37および流出側接着剤39の厚みを調整することによってなされる。接着剤の厚みの調整に代えてまたは加えて、流入側下面部材25および流出側下面部材27の厚みの調整によって高さ調整がなされてもよい。

【0052】

より具体的には、圧電基板29の上面は、流入路5aの下面よりも高くされている。ひいては、圧電基板29上に位置する検出部11b(および検出部11bを含む素子面11a)は、流入路5aの下面よりも高くなっている。

【0053】

40

図5(a)~図5(c)は、センサ1の作用を説明するための図であり、間隙G1付近の模式的な断面図である。

【0054】

図5(a)に示すように、流入口3から取り込まれた検体液Lは、流入路5aの上面及び下面を濡らそうとし、ひいては、毛細管現象によって流入路5aを空間5bに向かって流れる。そして、検体液Lは、間隙G1に到達する。

【0055】

図5(b)に示すように、検体液Lが間隙G1に到達しても、上面側においては、検体液Lは、連続面5eをさらに濡らすように進行する。一方、下面側においては、濡らすべき下面が途切れることによって、検体液Lの進行は停止する。なお、流入側下面部材25

50



の側面は、親水性フィルムの裁断面であり、一般には濡れ性が低い。

【 0 0 5 6 】

しかし、素子面 1 1 a は、流入路 5 a の下面よりも高くなっていることから、上面側における検体液 L の進行が進むと、検体液 L は、素子面 1 1 a の一部（本実施形態では間隙 G 1 側の縁部）に接触する。そうすると、検体液 L は、素子面 1 1 a を濡らすべく、進行を再開する。

【 0 0 5 7 】

その結果、図 5 ( c ) に示すように、毛細管現象によって検体液は空間 5 b を流れてゆく。

【 0 0 5 8 】

この検体液が間隙 G 1 を超える作用は、素子面 1 1 a が流入路 5 a の下面に対して高いほど、素子面 1 1 a が検体液に触れやすくなるから、生じやすくなる。また、検体液が間隙 G 1 を超える作用は、連続面 5 e における検体液との接触角が小さいほど、検体液が連続面 5 e を濡らそうとして連続面 5 e を進行するから、生じやすくなる。

【 0 0 5 9 】

ここで、図 5 ( b ) に直角三角形 T を点線で示しているように、検体液 L の素子面 1 1 a に触れる面は、直角三角形 T の斜辺によって近似することができる。この直角三角形 T を想定することにより、素子面 1 1 a の高さ等を適宜に設定することができる。

【 0 0 6 0 】

例えば、所定の接触角を仮定して素子面 1 1 a の高さを設定するような場合、直角三角形 T として、流入路 5 a の下面の間隙 G 1 側の縁部から連続面 5 e へ引いた連続面 5 e の垂線を一の隣辺とし、連続面 5 e に沿う線を他の隣辺とし、連続面 5 e の接触角を上記の他の隣辺と斜辺との成す角とする直角三角形（第 1 の直角三角形）を想定する。この第 1 の直角三角形の斜辺は、所定の接触角で連続面 5 e と接する検体液 L の、素子面 1 1 a に触れるべき面を近似しているから、素子面 1 1 a は、その一部が斜辺に当接するようにその高さが設定されてよい。

【 0 0 6 1 】

具体的には、例えば、間隙 G 1 の流路方向の長さ、接触角の正接との積よりも大きい差で、素子面 1 1 a が流入路 5 a の下面よりも高ければ、素子面 1 1 a の間隙 G 1 側の縁部は、第 1 の直角三角形の斜辺に当接する。

【 0 0 6 2 】

また、例えば、素子面 1 1 a の高さを仮定して検体液の接触角を設定する（連続面 5 e の材料を選択する）ような場合、直角三角形 T として、流入路 5 a の下面の間隙 G 1 側の縁部から連続面 5 e へ引いた連続面 5 e の垂線を一の隣辺とし、連続面 5 e に沿う線を他の隣辺とし、流入路 5 a の下面の間隙 G 1 側の縁部から素子面 1 1 a の一部（本実施形態では間隙 G 1 側の縁部）に当接する線を斜辺とする直角三角形（第 2 の直角三角形）を想定する。この第 2 の直角三角形における前記の他の隣辺（連続面 5 e ）と斜辺との成す角は、検体液 L が素子面 1 1 a に触れることができる最大の接触角を近似しているから、接触角は、前記の他の隣辺（連続面 5 e ）と斜辺との成す角よりも小さくなればよい。

【 0 0 6 3 】

より端的には、接触角は、流入路 5 a の下面の間隙 G 1 側の縁部から、素子面 1 1 a の一部に接するように延びる線（斜辺）と、連続面 5 e とが成す角よりも小さければよい。

【 0 0 6 4 】

親水性フィルム等は、水等との接触角を 10 ° 未満とすることが可能なものも存在する。なお、接触角の測定は、10 ° 未満の範囲において行うことは難しく、接触角 10 ° 未満であることの特定は、実質的に濡れ性が最大限に高いことの特定と同様である。連続面 5 e （および各種流路の下面）は、検体液との接触角が 10 ° 未満であることが好ましい。

【 0 0 6 5 】

ちなみに、接触角が 10 ° であると仮定した場合、前記の第 1 の直角三角形の斜辺に素

10

20

30

40

50

子面 1 1 a の間隙 G 1 側の縁部が当接するためには、素子面 1 1 a は、流入路 5 a に対して、間隙 G 1 の流路方向の長さ  $\times \tan 10^\circ$  の差で高くなっていけばよい。 $\tan 10^\circ$  は、約 0.18 である。従って、接触角が  $10^\circ$  の場合、間隙 G 1 の流路方向の長さの 2 割以上の差で素子面 1 1 a が流入路 5 a よりも高くなっていけば、毛細管現象による流れが間隙 G 1 を超える作用が期待される。

【0066】

なお、流入路 5 a と空間 5 b との間の流れについて説明したが、空間 5 b と流出路 5 c との間の流れも同様である。

【0067】

以上のとおり、本実施形態では、間隙 G 1 に対して下流側の下面（素子面 1 1 a）は、少なくとも一部（本実施形態では全体）が、間隙 G 1 に対して上流側の下面（流入路 5 a の下面）よりも高くなっている。従って、連続面 5 e を濡らすように上面側にて進行した検体液を間隙 G 1 を超えて素子面 1 1 a の一部（縁部）に触れさせ、毛細管現象による流れを素子面 1 1 a 側へ継続することができる。

【0068】

< 第 2 の実施形態 >

図 6 (a) 及び図 6 (b) は本発明の第 2 の実施形態に係るセンサ 2 0 1 を示す、図 4 (a) および図 4 (b) に対応する断面図である。

【0069】

センサ 2 0 1 は、センサ素子 2 1 1 が短絡電極 2 4 1 および保護膜 2 4 3 を有する点、流路の正面視において連続面 2 0 5 e に凸部 2 4 5 が設けられている点が第 1 の実施形態と相違する。具体的には、以下のとおりである。

【0070】

短絡電極 2 4 1 は、圧電基板 2 9 の上面のうち一対の IDT 電極 3 3 間に設けられている。保護膜 2 4 3 は、一対の IDT 電極 3 3 および短絡電極 2 4 1 の上から圧電基板 2 9 の上面を覆っている。金属膜 3 1 は、保護膜 2 4 3 の上に設けられている。

【0071】

短絡電極 2 4 1 は、圧電基板 2 9 の上面のうち SAW の伝搬路となる部分を電氣的に短絡させるためのものである。この短絡電極 2 4 1 を設けることによって SAW の種類によっては SAW の損失を小さくすることができる。なお、SAW として特にリーキー波を使用したときに短絡電極 2 4 1 による損失抑制効果が高いと考えられる。短絡電極 2 4 1 は、例えば、図 3 において点線で示した検出部 1 1 b の範囲と同等の範囲に亘って形成されている。短絡電極 2 4 1 は、電氣的に浮き状態とされていてもよいし、グランド電位が付与されてもよい。

【0072】

保護膜 2 4 3 は、例えば、パッド 3 5 の配置領域を除いて、圧電基板 2 9 の概ね全体を覆っており、一対の IDT 電極 3 3 および短絡電極 2 4 1 等の導体の酸化防止などに寄与する。保護膜 2 4 3 は、例えば、無機絶縁材料からなる。無機絶縁材料は、例えば、酸化珪素（例えば  $\text{SiO}_2$ ）、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化チタン、窒化珪素、またはシリコンである。なお、保護膜 2 4 3 の厚み（圧電基板 2 9 の上面からの高さ）は、例えば、IDT 電極 3 3 等の導体の厚みよりも厚い。また、保護膜 2 4 3 の厚みは、例えば、200 nm 以上 10  $\mu\text{m}$  以下である。

【0073】

凸部 2 4 5 は、例えば、親水性フィルムを上層部材 1 9 の下面に貼り付けることによって構成されている。凸部 2 4 5 の下面における検体液との接触角は、上層部材 1 9 の下面における検体液との接触角以下であることが好ましい。凸部 2 4 5 は、例えば、金属膜 3 1 と同等の幅で、流入路 5 a、空間 5 b および流出路 5 c に亘って延びている。

【0074】

第 2 の実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、素子面 2 1 1 a（検出部 2 1 1 b を含む）は流入路 5 a の下面よりも高くされており、第 1 の実施形態と同様に、間隙 G

10

20

30

40

50

1 を超えるように検体液を流れさせることができる。

【0075】

保護膜243は、その厚み次第では、素子面211aを流入路5aの下面よりも高くすることに寄与する。保護膜243の厚み調整は、CVD等の薄膜形成において比較的容易にできるから、素子面211aの高さ調整が容易化される。

【0076】

凸部245は、素子面211aとの距離が短くなるから、毛細管現象が生じやすくなる。従って、例えば、空間5bの側方よりも検出部211b上を優先的に検体液が流れるようにし、検出部211b上に気泡ができることを抑制することができる。当該効果は、凸部245の下面における検体液との接触角がその側方に隣接する面における検体液との接触角よりも小さいときに顕著である。

10

【0077】

(変形例)

図7(a)～図7(c)は、流路形状等の変形例を示す模式的な断面図である。

【0078】

図7(a)は、図5と同様に、流路を側面から見た断面図を示している。この変形例では、連続面5eは傾斜している。具体的には、流入路5aの高さよりも空間5bの高さの方が低くなるように傾斜している。このような傾斜は、中層部材17の厚みを適宜に調整することによって実現したり、または、流入路5aよりも面積の広い空間5bにおいて上層部材19を撓ませることによって実現することができる。このように連続面5eが傾斜している場合、例えば、検体液Lは、より間隙G1を超えやすくなると期待される。

20

【0079】

図7(b)は、図5と同様に、流路を側面から見た断面図を示している。この変形例では、素子面311aの全体が流入路5aの下面よりも高くなるのではなく、素子面311aに凸部311cが形成されることによって素子面311aの一部のみが流入路5aの下面よりも高くなっている。凸部311cは、例えば、圧電基板29上に金属または樹脂を配置することによって形成される。このような態様においても、検体液が凸部311cに触れると、検体液が凸部311cを濡らそうとすることによって、下面側における検体液の流れが再開される。

【0080】

30

図7(c)は、流路5を正面から見た断面図を示している。なお、この断面図は、流入路5a、空間5bおよび流出路5cのいずれの位置の断面であってもよい。この変形例では、流路5は、上面の側方の角部が曲面によって面取りされている。このような面取りは、例えば、中層部材17に切り欠き17aを形成するときに、その切り欠き17aを構成する側面に傾斜面を形成することによって実現される。この変形例においては、面取りされた部分において流路の高さが低くなっており、この位置において検体液が間隙を超えやすくなっている。その一方で、この変形例では、上面全体を低くする場合に比較して、流路面積を確保しやすい。

【0081】

本発明は、以上の実施形態に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

40

【0082】

センサは、SAWを利用するものに限定されない。例えば、表面プラズモン共鳴を利用するものであってもよいし、水晶振動子の振動を利用するものであってもよい。また、センサは、バイオセンサに限定されない。別の観点では、検出部は、アプタマーが配置されるものに限定されない。例えば、検出部は、電位の変化に基づいてpH(ペーハー)を測定するための電極によって構成されていてもよい。

【0083】

また、センサがSAWを利用するものである場合、流れ方向に複数対のIDT電極が配置されてもよい。この場合、各IDT電極対の間に配置されるアプタマーの種類を変えて複数種類の測定を行ったり、アプタマーが配置されたIDT電極対とアプタマーが配置さ

50

れていないＩＤＴ電極対とを比較して測定を行ったりすることができる。

【００８４】

また、センサは、どのような用途に用いられるものであってもよい。換言すれば、検体（検体液）の種類は、どのようなものであってもよい。例えば、検体の種類は、体液（例えば血液）であってもよいし、飲料であってもよいし、薬液であってもよいし、純水でない水（例えば海水、湖水、地下水）であってもよい。また、例えば、検体の種類は、水を含むものであってもよいし、油を含むものであってもよい。また、例えば、検体の種類は、溶液であってもよいし、ゾルであってもよい。

【００８５】

なお、検体の一種類において、個々の検体は、その成分等に不確定性を有している。例えば、検体の種類が血液の場合、その血液に含まれる成分の量が人によって（個々の検体によって）異なるからこそ、血液はセンサの測定対象となっている。従って、厳密には、流路の内面における検体との接触角は、個々の検体毎に異なる。

10

【００８６】

しかし、一般には、その差は微差である。または、毛細管現象を利用するセンサは、そのような差が問題とならないように構成される。従って、例えば、実施品の流路の内面における検体との接触角は、個々の検体との接触角によって判断されてもよいし、標準的な成分構成の検体との接触角によって判断されてもよい。なお、特異な検体が存在し得る場合には、好ましくは後者である。また、検体の種類が溶液であり、かつ、溶媒が水の場合においては、検体との接触角は、水との接触角によって判断されてよい場合が多いと考えられる。

20

【００８７】

検体液の流れる流路は、実施形態に例示したもの以外に、適宜に構成されてよい。例えば、実施形態では、流入口３は、パッケージ１３の端面に開口したが、パッケージ１３の上面に開口してもよい。また、例えば、実施形態では、排気口７は、パッケージ１３の上面に開口したが、パッケージ１３の端面に開口してもよい。また、例えば、実施形態では、流入路５aおよび流出路５cの幅は、空間５bの幅よりも狭くされたが、空間５bの幅と同等であってもよい。

【００８８】

また、例えば、流路は、流入路および流出路の双方を含んでいる必要は無い。ここで、流出路が必須でないことは明らかである。例えば、素子面上の空間に隣接して排気口が形成されてもよい。

30

【００８９】

また、流入路および流出路の双方が設けられている場合において、間隙（凹部）に対して下流側の下面が、間隙に対して上流側の下面よりも高くなる構成は、流入路および流出路の双方において適用されている必要はなく、いずれか一方のみに適用されてもよい。

【００９０】

流路は、適宜な部材によって形成されてよい。例えば、中層部材を２層から構成し、下層部材上に配置される１層目は、センサ素子を配置するための孔が形成された形状とし、その上に配置される２層目は、センサ素子を配置するための孔、ならびに、流入路に対応する切り欠きが形成された形状とし、実施形態の流入側下面部材２５を省略するようにしてもよい。

40

【００９１】

流路内面の濡れ性を高くする方法は、親水性フィルムを配置する方法に限定されない。例えば、基材に対して親水性処理を施してもよい。親水性処理としては、例えば、コーティング剤を配置（定着）させる方法が挙げられる。より具体的には、例えば、基材に対して、酸素プラズマによるアッシングを行い、シランカップリング剤を塗布し、コーティング剤としてのポリエチレングリコールを塗布してもよい。また、例えば、基材に対して、ホスホリルコリンを有する処理剤を用いて表面処理を行い、コーティング剤としてのホスホリルコリンを定着させてもよい。

50

## 【 0 0 9 2 】

第2の実施形態では、流路の上面について、凸部が形成される点に着目して説明した。しかし、第2の実施形態からは、流路の上面における検体液との接触角を、流路の幅方向において部分的に変化させるという特徴を抽出可能である。この特徴を適用するに際して、検体液との接触角が小さい領域は、必ずしも凸部の表面である必要は無い。換言すれば、上層部材の下面に親水性フィルムを貼るのではなく、上層部材の下面に親水性処理（または疎水化処理）を施して、検体液との接触角が小さい領域を適宜な位置（例えば検出部に対向する位置）に形成してよい。

## 【 0 0 9 3 】

第1間隙（実施形態では間隙G1）を超える流れを生じさせるに際しては、圧電基板の上面が流入路の下面よりも高いことも有効であるし、素子面の上面が流入路の下面よりも高いことも有効である。なお、圧電基板の上面に所定の構成を追加した場合の表面が素子面である。追加構成としては、検出部、IDT、保護層（ $\text{SiO}_2$ ）などが含まれる。圧電基板の上面は、必ずしもその全体が流入路の下面よりも高い必要は無く、一部のみが高くてよい。

10

## 【 0 0 9 4 】

流路の下面の間隙（凹部）は、センサ素子とパッケージとの間の間隙に限定されない。換言すれば、間隙に対して下流側の下面を、間隙に対して上流側の下面よりも高くする特徴が適用される構成は、流入路の下面および素子面の組み合わせ、ならびに、素子面および流出路の下面の組み合わせに限定されない。前記の特徴は、複数部材からパッケージを構成することに起因して生じる何らかの間隙の前後の下面に適用されてもよい。このような場合であっても、検体液が間隙を超える効果が奏される。

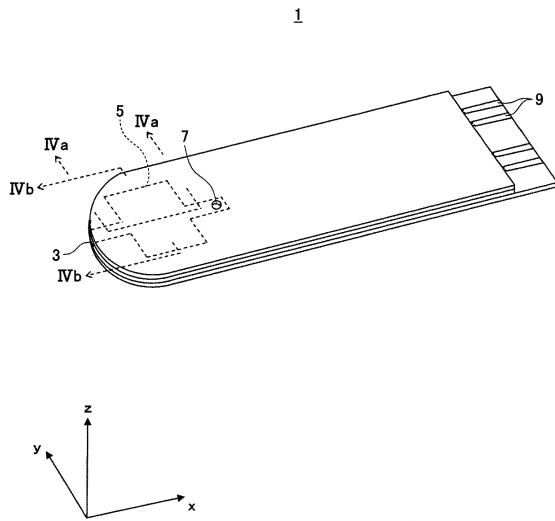
20

## 【 符号の説明 】

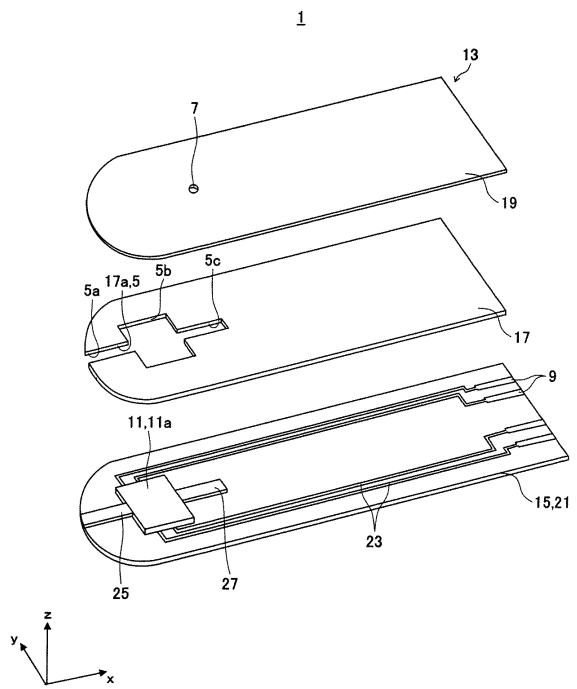
## 【 0 0 9 5 】

1 ... センサ、5 a ... 流入路、5 b ... 空間、5 e ... 連続面、1 1 ... センサ素子、1 1 a ... 素子面、1 1 b ... 検出部、1 3 ... パッケージ、G 1 ... 間隙（凹部）。

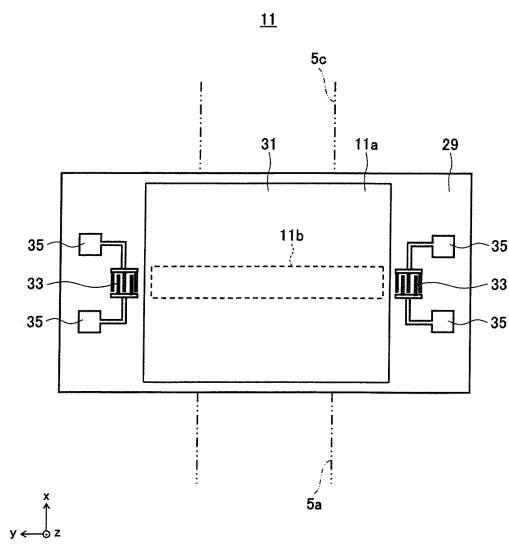
【図 1】



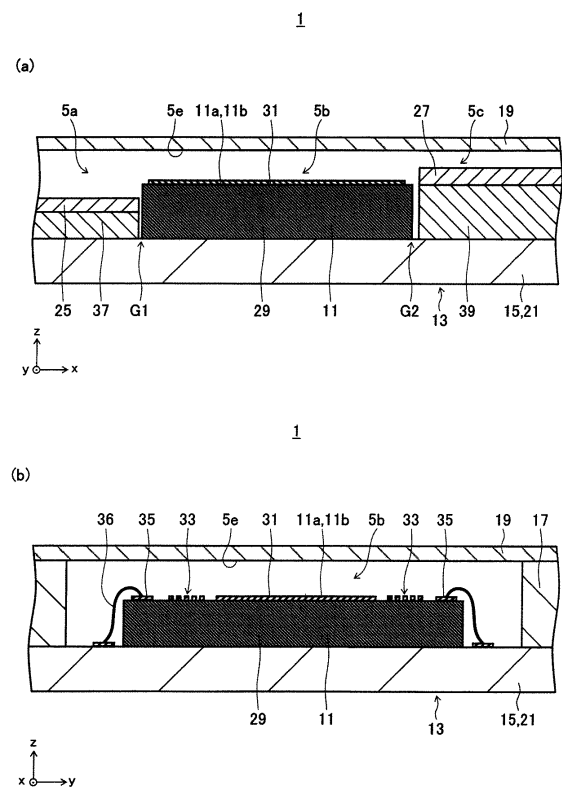
【図 2】



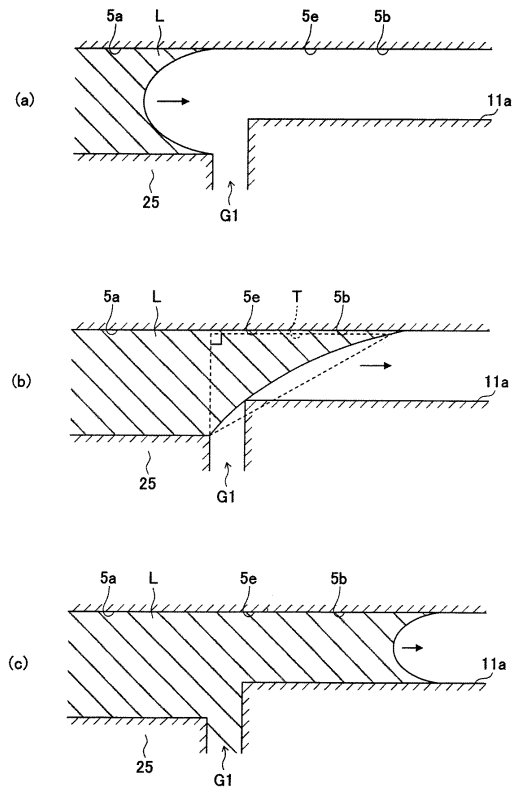
【図 3】



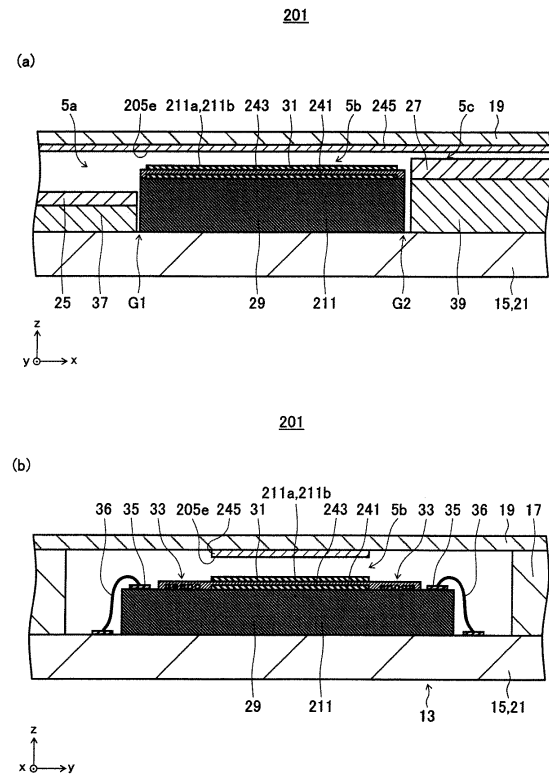
【図 4】



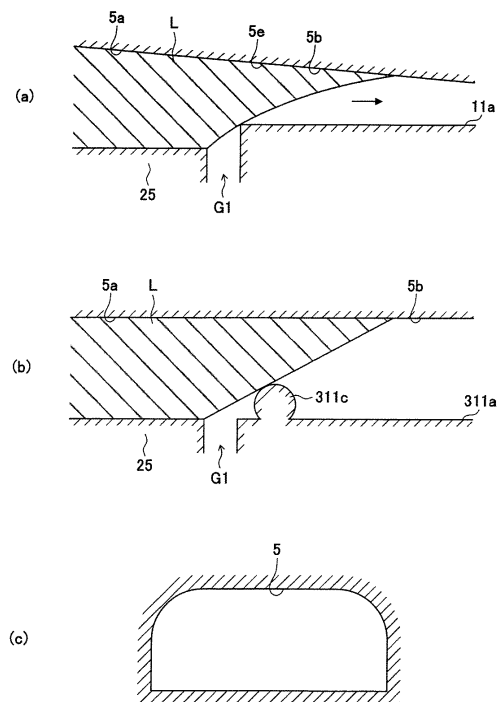
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 民谷 栄一  
大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内
- (72)発明者 齋藤 真人  
大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内

審査官 越柴 洋哉

- (56)参考文献 国際公開第2013/015443(WO, A1)  
特開2004-132962(JP, A)  
特開2013-068546(JP, A)  
特開2011-163882(JP, A)  
米国特許出願公開第2014/0224002(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |               |
|------|---------------|
| G01N | 29/00 - 29/52 |
| G01N | 27/26 - 27/49 |
| G01N | 35/00 - 35/10 |