

(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  
2017年7月27日(27.07.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/126269 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01F 1/684 (2006.01) G01N 25/18 (2006.01)  
G01F 1/00 (2006.01) G01P 5/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087636
- (22) 国際出願日: 2016年12月16日(16.12.2016)
- (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 2016-009192 2016年1月20日(20.01.2016) JP
- (71) 出願人: オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 中尾 秀之(NAKAO, Hideyuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).  
山本 克行(YAMAMOTO, Katsuyuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂

町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).  
半田 憲一(HANDA, Kenichi); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).  
後藤 隆平(GOTO, Ryuhei); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

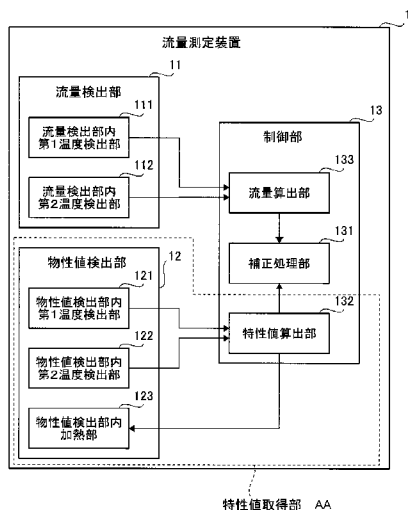
(74) 代理人: 世良 和信, 外(SERA, Kazunobu et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋三丁目4番10号 アクロポリス21ビル8階 Tokyo (JP).

(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, 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,

[続葉有]

(54) Title: FLOW RATE MEASURING DEVICE, FLOW RATE MEASURING METHOD, AND FLOW RATE MEASURING PROGRAM

(54) 発明の名称: 流量測定装置、流量の測定方法及び流量測定プログラム



- 1 Flow rate measuring device
- 11 Flow rate detection unit
- 12 Physical property value detection unit
- 13 Control unit
- 111 First temperature detection unit in flow rate detection unit
- 112 Second temperature detection unit in flow rate detection unit
- 121 First temperature detection unit in physical property value detection unit
- 122 Second temperature detection unit in physical property value detection unit
- 123 Heating unit in physical property value detection unit
- 131 Correction unit
- 132 Characteristic value calculation unit
- 133 Flow rate calculation unit
- AA Characteristic value acquisition unit

(57) Abstract: A flow rate measuring device of the present invention is provided with: a flow rate detection unit for detecting the flow rate of a fluid to be measured, said fluid flowing in a main flow channel; a characteristic value acquisition unit for acquiring characteristic values of the fluid, said characteristic value acquisition unit having a heating unit for heating the fluid, and a temperature detection unit for detecting the temperature of the fluid; and a flow rate correction unit for correcting the flow rate of the fluid using the fluid characteristic values acquired by the characteristic value acquisition unit, said flow rate having been calculated on the basis of detection signals outputted from the flow rate detection unit. The heating unit and the temperature detection unit are disposed by being aligned in the direction orthogonal to the flowing direction of the fluid, and the characteristic value acquisition unit acquires the characteristic values on the basis of a difference between fluid temperatures detected by the temperature detection unit prior to and after changing the temperature of the heating unit.

(57) 要約: 流量測定装置は、主流路を流れる測定対象流体の流量を検出するための流量検出部と、測定対象流体を加熱する加熱部および測定対象流体の温度を検出する温度検出部を有し、測定対象流体の特性値を取得するための特性値取得部と、前記特性値取得部によって取得された測定対象流体の特性値を用いて、前記流量検出部から出力された検出信号に基づいて算出された測定対象流体の流量を補正する流量補正部とを備え、前記加熱部および前記温度検出部は、測定対象流体の流れ方向と直交する方向に並んで配置されており、前記特性値取得部は、前記加熱部の温度を変化させた前後における、前記温度検出部により検出された前記測定対象流体の温度の差により、前記特性値を取得する。

WO 2017/126269 A1



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, 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))

## 明 細 書

発明の名称：

流量測定装置、流量の測定方法及び流量測定プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、流量測定装置、流量の測定方法及び流量測定プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、加熱部および温度検出部を備え、測定対象流体の流量を測定する流量測定装置が提案されている。例えば、測定対象流体の物性変化による出力特性の変化を低減させるため、測定対象流体の物性値を検出するための物性値検出部を備える流量測定装置も提案されている（特許文献1）。具体的には、マイクロヒータとサーモパイルとの温度差を検出することにより熱伝導率（熱拡散定数）を求め、センサによって測定された流量を熱伝導率に基づいて補正する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-233776号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来、マイクロヒータとサーモパイルとの温度差に基づいて熱伝導率を求め、熱伝導率を用いて測定対象流体の流量を補正するという技術が提案されていた。ここで、いわゆる熱式のフローセンサを用いる場合、測定対象流体の熱拡散率もセンサの出力に影響する。すなわち、従来技術では、気体によって流量を適切に補正できない場合があった。

[0005] 本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、熱拡散率が異なる測定対象流体について、流量の測定の精度を向上させることを目的とする。

## 課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係る流量測定装置は、主流路を流れる測定対象流体の流量を検出するための流量検出部と、測定対象流体を加熱する加熱部および測定対象流体の温度を検出する温度検出部を有し、測定対象流体の特性値を取得するための特性値取得部と、前記特性値取得部によって取得された測定対象流体の特性値を用いて、前記流量検出部から出力された検出信号に基づいて算出された測定対象流体の流量を補正する流量補正部とを備え、前記加熱部および前記温度検出部は、測定対象流体の流れ方向と直交する方向に並んで配置されており、前記特性値取得部は、前記加熱部の温度を変化させた前後における、前記温度検出部により検出された前記測定対象流体の温度の差により、前記特性値を取得する。
- [0007] 加熱部の温度を変化させた前後における、温度検出部により検出された測定対象流体の温度の差により取得した特性値を用いれば、測定対象流体の熱伝導率や比熱、粘度によって変わる熱拡散率に応じた補正を行うことができる。したがって、熱拡散率が異なる測定対象流体について、流量の測定の精度を向上させることができる。
- [0008] また、特性値は、加熱部の温度を変化させた前後における、温度検出部により検出された測定対象流体の温度の差に、所定の係数を乗じた値であり、流量補正部は、流量検出部から出力された検出信号に、特性値を乗じることによって、測定対象流体の流量を補正するようにしてもよい。具体的には、このような値を特性値として用いることができる。
- [0009] また、一端が主流路内に開口した第1流入口に連通し、且つ、他端が主流路内に開口した第1流出口に連通することで主流路から分流されるとともに、特性値取得部の前記温度検出部が配置された特性値検出流路を有する副流路部をさらに備え、流量検出部は、特性値検出流路とは異なる位置に配置されるようにしてもよい。副流路部を設けることで、主流路の大きさや流量にかかわらず、流量を測定できる装置を提供することができる。また、流量検出部や特性値取得部の前記温度検出部へのダストの侵入を抑制できる。

- [0010] また、特性値取得部の前記温度検出部および流量検出部は、主流路または、副流路部を構成する部材に脱着可能に設けられた流量検出部材に設けられるようにしてもよい。このようにすれば、様々な流量や形状の主流路部2に対して取り付け可能な部品を提供することができ、コストを低減できる。
- [0011] また、副流路部は、流量検出部が配置された流量検出流路と、一端が主流路内に開口した第1流入口に連通し、且つ、他端が主流路内に開口した第1流出口に連通することで副流路部から分流された第一副流路部と、一端が第一副流路部に開口した第2流入口に連通し、且つ、他端が第一副流路部内に開口した第2流出口に連通することで第一副流路部から分流された第二副流路部とを有し、流量検出流路及び特性値検出流路はともに、一端が第二副流路部に開口した第3流入口に連通し、且つ、他端が第二副流路部内に開口した第3流出口に連通することで第二副流路部からさらに分流されることで形成されるようにしてもよい。このように3段階の分流構造を採用すれば、流量検出部や特性値取得部の前記温度検出部へのダストの侵入量をさらに低減することができる。
- [0012] また、副流路部は、流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、流量検出流路は、一端が第1流入口に連通し、且つ、他端が第1流出口に連通しており、第1流入口から流入した測定対象流体を、特性値検出流路および流量検出流路に分流させるようにしてもよい。具体的な分流構造としては、このような構成を採用することもできる。
- [0013] また、副流路部は、流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、特性値検出流路は、流量検出流路内に設けられており、流量検出流路内を流れる測定対象流体の一部を特性値検出流路に流入させるようにしてもよい。具体的な分流構造としては、このような構成を採用することもできる。
- [0014] また、副流路部は、流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、流量検出流路は、一端が主流路内に開口した第4流入口に連通し、且つ、他端が主流路内に開口した第4流出口に連通するようにしてもよい。具

体的な分流構造としては、このような構成を採用することもできる。

[0015] また、流量検出部は、主流路に配置されるようにしてもよい。このように、流量検出部が主流路の流体を測定対象とする構成にしてもよい。

[0016] また、加熱部は、当該加熱部の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されるようにしてもよい。このようにすれば、加熱部は、測定対象流体の流れ方向に亘って広範囲に測定対象流体を加熱することが可能となる。

[0017] また、温度検出部は、当該温度検出部の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されるようにしてもよい。このようにすれば、温度検出部は、測定対象流体の流れ方向に亘って広範囲に温度を検出することが可能となる。

[0018] また、副流路部は、流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、流量検出流路と特性値検出流路は、副流路部または該副流路部から分流された流路に、回路基板を測定対象流体の流れ方向に平行に配置して副流路部または該副流路部を分流することで形成され、流量検出部及び特性値取得部の前記温度検出部は、それぞれ、回路基板上の一面と、反対面に設けられるようにしてもよい。具体的な分流構造としては、このような構成を採用することもできる。

[0019] なお、課題を解決するための手段に記載の内容は、本発明の課題や技術的思想を逸脱しない範囲で可能な限り組み合わせることができる。また、課題を解決するための手段に示した流量測定装置の内容は、方法又はプロセッサやマイクロコントローラ等を実行させるプログラムとして提供することができる。

### 発明の効果

[0020] 熱拡散率が異なる測定対象流体について、流量の測定の精度を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]流量測定装置の装置構成を示す斜視図である。

[図2]流量測定装置の縦断面図である。

- [図3]流量測定装置の横断面図である。
- [図4]流量検出部及び物性値取得部に用いられるセンサ素子の一例を示す斜視図である。
- [図5]センサ素子の仕組みを説明するための断面図である。
- [図6]流量検出部の概略構成を示す上面図である。
- [図7]物性値取得部の概略構成を示す上面図である。
- [図8]流量測定装置の機能構成を示すブロック図である。
- [図9]流量測定処理の一例を示す処理フロー図である。
- [図10]特性値取得処理の一例を示す処理フロー図である。
- [図11]縦軸にセンサ感度比、横軸に熱伝導率を示すグラフである。
- [図12]縦軸にセンサ感度比、横軸に $\Delta T$ を示すグラフである。
- [図13]流量測定装置を示す図である。
- [図14]副流路部を示す斜視図である。
- [図15]物性値検出部および流量検出部の概略構成を示す図である。
- [図16]物性値検出用流路および流量検出用流路に分流する測定対象流体の流量を説明するための模式図である。
- [図17]副流路部の上面に形成された、物性値検出用流路および流量検出用流路の変形例を示す上面図である。
- [図18]物性値検出部の変形例の概略構成を示す上面図である。
- [図19]流量測定装置を示す斜視図である。
- [図20]流量測定装置の他の例を示す図である。
- [図21]流量測定装置の他の例を示す図である。
- [図22]他の変形例に係る多段分流型の一例を示す図である。
- [図23]他の変形例を説明するための断面図である。

### 発明を実施するための形態

- [0022] 以下、本発明の実施形態に係る流量測定装置について、図面を用いて説明する。なお、以下に示す実施形態は、流量測定装置の一例であり、本発明に係る流量測定装置は、以下の構成には限定されない。

[0023] <装置構成>

図1は、本実施形態に係る流量測定装置の装置構成を示す斜視図である。図2は、流量測定装置の縦断面図である。図3は、流量測定装置の横断面図である。流量測定装置は、例えばガスメータや燃焼機器、自動車等の内燃機関、燃料電池に組み込まれ、流路を通過する気体の量を測定する。なお、図1の破線の矢印は、流体の流れる方向を例示している。図1～図3に示すように、本実施形態では、流量測定装置1は主流路部2の内部に設けられる。また、流量測定装置1は、流量検出部11と、物性値検出部（「温度検出部」とも呼ぶ）12と、制御部13とを備える。流量検出部11及び物性値検出部12は、マイクロヒータが形成する加熱部とサーモパイルが形成する温度検出部とを含む、いわゆる熱式のフローセンサである。

[0024] 図4は、流量検出部及び物性値取得部に用いられるセンサ素子の一例を示す斜視図である。また、図5は、センサ素子の仕組みを説明するための断面図である。センサ素子100は、マイクロヒータ（加熱部）101と、マイクロヒータ101を挟んで両側に設けられたサーモパイル（温度検出部）102とを備える。これらの上下には絶縁薄膜が形成され、シリコン基台上に設けられている。また、マイクロヒータ101及びサーモパイル102の下方のシリコン基台には、キャビティ（空洞）が設けられている。マイクロヒータ101は、例えばポリシリコンで形成された抵抗体である。図5は、破線の楕円によって、マイクロヒータ101が発熱した場合の温度分布を模式的に示している。なお、破線が太いほど温度が高いものとする。空気が流れがない場合、図5の上段（1）に示すようにマイクロヒータ101の両側の温度分布はほぼ均等になる。一方、例えば図5の下段（2）において破線の矢印で示す方向に空気が流れた場合、周囲の空気が移動するため、マイクロヒータ101の風上側よりも風下側の方が、温度は高くなる。センサ素子は、このようなヒータ熱の分布の偏りを利用して、流量を示す値を出力する。

[0025] また、図1の制御部13は、マイクロコントローラ等の演算装置によって形成され、流量検出部11の出力に基づいて流量を算出したり、物性値検出



部 1 2 の出力に基づいて所定の特性値を算出したり、特性値を用いて流量を補正したりする。

[0026] <流量検出部及び物性値取得部>

[0027] 図 6 は、図 1 に示した流量検出部 1 1 の概略構成を示す上面図であり、図 7 は、図 1 に示した物性値検出部 1 2 の概略構成を示す上面図である。

[0028] 図 6 に示すように、流量検出部 1 1 は、測定対象流体の温度を検出する第 1 サーモパイル（流量検出部内第 1 温度検出部） 1 1 1 および第 2 サーモパイル（流量検出部内第 2 温度検出部） 1 1 2 と、測定対象流体を加熱するマイクロヒータ 1 1 3 とを備えている。マイクロヒータ 1 1 3 と、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 および流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 とは、流量検出部 1 1 内において、測定対象流体の流れ方向 P に沿って並んで配置されている。また、マイクロヒータ 1 1 3、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1、および流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 の形状は、平面視においてそれぞれ略矩形であり、各々の長手方向は測定対象流体の流れ方向 P と直交する。

[0029] 流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 および流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 は、マイクロヒータ 1 1 3 の上流側に流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 が配置され、下流側に流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 が配置されて、マイクロヒータ 1 1 3 を挟んで対称な位置の温度を検出する。

[0030] 流量測定装置 1 では、物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 に、実質的に同一構造のセンサが用いられており、測定対象流体の流れ方向に対する配置角度を  $90^\circ$  異ならせて配置されている。これにより、同一構造のセンサを物性値検出部 1 2 または流量検出部 1 1 として機能させることが可能となるため、流量測定装置 1 の製造コストを低減することができる。

[0031] 一方、図 7 に示すように、物性値検出部 1 2 は、測定対象流体の温度を検出する第 1 サーモパイル（物性値検出部内第 1 温度検出部） 1 2 1 および第 2 サーモパイル（物性値検出部内第 2 温度検出部） 1 2 2 と、測定対象流体を加熱するマイクロヒータ（物性値検出部内加熱部） 1 2 3 とを備えている

。物性値検出部内加熱部 1 2 3 と、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 および物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 とは、物性値検出部 1 2 内において、測定対象流体の流れ方向 Q と直交する方向に並んで配置されている。また、物性値検出部内加熱部 1 2 3、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1、および物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の形状は、平面視においてそれぞれ略矩形であり、各々の長手方向は測定対象流体の流れ方向 Q に沿っている。また、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 および物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 は、物性値検出部内加熱部 1 2 3 を挟んで左右対称に配置されており、物性値検出部内加熱部 1 2 3 の両側の対称な位置の温度を検出する。

[0032] ここで、測定対象流体の流れによって温度分布は下流側に偏るため、流れ方向と直交する方向の温度分布の変化は、測定対象流体の流れ方向の温度分布の変化に比べて小さい。このため、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 と、物性値検出部内加熱部 1 2 3 と、物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 とを、この順で測定対象流体の流れ方向と直交する方向に並べて配置することにより、温度分布の変化による物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 および物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の出力特性の変化を低減することができる。したがって、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、物性値検出部 1 2 による検出精度を向上させることができる。

[0033] また、物性値検出部内加熱部 1 2 3 の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されているため、物性値検出部内加熱部 1 2 3 は測定対象流体の流れ方向に亘って広範囲に測定対象流体を加熱することが可能となる。このため、測定対象流体の流れによって温度分布が下流側に偏った場合であっても、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 および物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の出力特性の変化を低減することができる。したがって、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、物性値検出部 1 2 による検出精度を向上させることができる。

[0034] さらに、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されているため、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122は測定対象流体の流れ方向に亘って広範囲に温度を検出することが可能となる。このため、測定対象流体の流れによって温度分布が下流側に偏った場合であっても、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122の出力特性の変化を低減することができる。したがって、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、物性値検出部12による検出精度を向上させることができる。

[0035] <機能構成>

図8は、流量測定装置の機能構成を示すブロック図である。流量測定装置1は、流量検出部11と、物性値検出部12と、制御部13とを備えている。流量検出部11は、流量検出部内第1温度検出部111と、流量検出部内第2温度検出部112とを備える。物性値検出部12は、物性値検出部内第1温度検出部121と、物性値検出部内第2温度検出部122と、物性値検出部内加熱部123とを備える。

[0036] 流量検出部11は、流量検出部内第1温度検出部111および流量検出部内第2温度検出部112から出力された温度検出信号に基づいて、測定対象流体の流量を示す値を検出する。具体的には、流量検出部11は、流量検出部内第1温度検出部111から出力された温度検出信号と流量検出部内第2温度検出部112から出力された温度検出信号との差分を算出し、差分に基づいて測定対象流体の流量を示す値を求める。そして、流量検出部11は、流量を示す値を制御部13に出力する。

[0037] 物性値検出部12は、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122から出力された温度検出信号を流量算出部133に出力する。具体的には、物性値検出部12は、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122から出力された温度検出信号の平均値を求める。また、物性値検出部内加熱部123は、例

例えば制御部 1 3 による制御に応じて温度を変更する。これにより、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 は、物性値検出部内加熱部 1 2 3 の温度変化の前後における出力値を求めることができる。物性値検出部 1 2 は、取得した出力値を制御部 1 3 に出力する。

[0038] また、制御部 1 3 は、補正処理部 1 3 1 と、特性値算出部 1 3 2 と、流量算出部 1 3 3 とを含む。流量算出部 1 3 3 は、流量検出部 1 1 の検出値に基づいて測定対象流体の流量を算出する。特性値算出部 1 3 2 は、物性値検出部 1 2 の検出値に基づいて特性値を算出する。具体的には、特性値算出部 1 3 2 は、物性値検出部 1 2 のマイクロヒータの温度を変化させ、変化の前後においてサーモパイルが検出した測定対象流体の温度の差に所定の係数を乗じて特性値を算出する。補正処理部 1 3 1 は、特性値を用いて、流量算出部 1 3 3 が算出した流量を補正する。なお、物性値検出部 1 2 と特性値算出部 1 3 2 とを総称して特性値取得部とも呼ぶ。

[0039] <流量測定処理>

図 9 は、流量測定処理の一例を示す処理フロー図である。図 9 に示すように、流量検出部 1 1 は、流量検出部内第 1 温度検出部および流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 から温度検出信号を出力し、流量算出部 1 3 3 は、2 つの温度検出信号に基づいて測定対象流体の流量を算出する（図 9 : S 1）。

[0040] 具体的には、流量検出部 1 1 は、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 から出力された温度検出信号と流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 から出力された温度検出信号とを出力する。また、流量算出部 1 3 3 は、2 つの温度検出信号の差分を算出し、差分に基づいて測定対象流体の流量を示す値を算出する。

[0041] なお、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 および流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 から出力された温度検出信号に基づいて測定対象流体の流量を算出する手法は、公知のものを用いることができる。流量検出部 1 1 は、算出した測定対象流体の流量を制御部 1 3 に出力する。

[0042] また、物性値検出部 1 2 は、特性値取得処理を実行する（S 2）。特性値

取得処理の詳細は、図10を用いて説明する。

[0043] 図10は、特性値取得処理の一例を示す処理フロー図である。制御部13の特性値算出部132は、物性値検出部12の物性値検出部内加熱部123に、第1の温度で加熱させる(図10:S11)。その後、物性値検出部12の物性値検出部内第1温度検出部121及び物性値検出部内第2温度検出部122は、第1の温度を検出する(S12)。本ステップは、例えば制御部13による制御に基づいて行うようにしてもよい。測定対象流体を伝わる熱の速度は、熱伝導率、熱拡散率、比熱などの物性値によって決定される。また、物性値検出部内加熱部123と、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122との温度差を検出することによって、熱伝導率を求めることができる。例えば、物性値検出部内加熱部123と、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122との温度差が大きいほど、熱伝導率は小さくなる。このような性質を利用して、本ステップでは、測定対象流体の流れ方向と直交する方向に配置された物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122によって測定対象流体の温度を検出する。

[0044] 次に、制御部13の特性値算出部132は、物性値検出部12の物性値検出部内加熱部123に、第2の温度で加熱させる(S13)。その後、物性値検出部12の物性値検出部内第1温度検出部121及び物性値検出部内第2温度検出部122は、第2の温度を検出する(S14)。本ステップも、例えば制御部13による制御に基づいて行うようにしてもよい。このようにして、物性値検出部内加熱部123の温度変化の前後において物性値検出部内第1温度検出部121及び物性値検出部内第2温度検出部122により検出された温度を示す値が取得される。

[0045] また、特性値算出部132は、検出された温度を用いて特性値を算出する(S15)。本ステップでは、センサ感度比を求める。センサ感度比とは、基準となる気体を流した場合のセンサ出力値に対する、所定の気体を流した場合のセンサ出力値の比であり、熱拡散率を表す特性値である。センサ感度

比 $\alpha$ は、下記の式(1)で求められる。

$$\alpha = \beta \times \Delta T \quad \dots (1)$$

$\beta$ は所定の係数である。また、 $\Delta T$ は、物性値検出部内加熱部123の温度変化の前後において物性値検出部内第1温度検出部121及び物性値検出部内第2温度検出部122により出力された検出値の差分である。

[0046] その後、図9の処理に戻り、制御部13は、特性値を用いて、流量算出部が算出した測定対象流体の流量を補正する(図9:S3)。具体的には、制御部13は、下記の式(2)を用いて、補正後の流量を算出する。

$$\text{補正後の出力} = \text{流量算出部の出力} \times \alpha \quad \dots (2)$$

[0047] 本実施形態では、ヒータの温度を変化させた際にヒートパイルで検出される温度の変化量( $\Delta T$ )を用いることで、測定対象流体の熱拡散率を検出することができるようになる。ここで、熱式のフローセンサが出力する流量は、熱拡散率と相関がある。したがって、本実施形態に係る流量の補正処理によれば、あらゆる気体について適切に補正できるようになる。すなわち、熱拡散率が異なる測定対象流体について、流量の測定の精度を向上させることができる。

[0048] 図11は、縦軸にセンサ感度比、横軸に熱伝導率を示すグラフである。ここで、図11に示すように、例えば組成の異なる混合ガスのように熱伝導率以外の物性値が異なる複数のガス群が存在する場合、物性値としてある熱伝導率が求められただけではいずれのセンサ感度比を用いて補正すればよいのか定まらない。すなわち、マイクロヒータの加熱温度とサーモパイルの検知温度とを1組用いて補正を行う手法では、所定のガス群に属する2以上の基準ガスに基づいて補正を行っていたところ、複数のガス群について適切に補正を行うことはできなかった。

[0049] 図12は、縦軸にセンサ感度比、横軸に $\Delta T$ を示すグラフである。図11に示した、センサ感度比と熱伝導率とが一直線に近似されないガスについても、センサ感度比と $\Delta T$ とは一直線に近似される。したがって、本実施形態では熱拡散率が未知のガス群についても補正を行うことができる。

## [0050] &lt;変形例&gt;

上述した実施形態では、流量測定装置 1 のフローセンサが主流路部 2 内の流体を測定対象とする構成を示したが、このような例には限定されない。例えば、流量測定装置 1 のフローセンサは、主流路部 2 から分岐させた副流路内の流体を測定対象としてもよい。

[0051] 図 13 (a) は、本実施形態に係る流量測定装置 1 を示す分解斜視図であり、図 13 (b) は、図 13 (a) に示される流量測定装置 1 を示す透視図である。図 13 (a) (b) に示すように、変形例に係る流量測定装置 1 は、主流路部 2 と、副流路部 3 と、シール 4 と、回路基板 5 と、カバー 6 とを備えている。

[0052] 主流路部 2 は、長手方向に貫通した管状部材である。主流路部 2 の内周面には、測定対象流体の流れ方向 O に対して、上流側に流入口（第 1 流入口）34 が形成され、下流側に流出口（第 1 流出口）35 が形成されている。

[0053] なお、本実施形態では、主流路部 2 の軸方向の長さは約 50 mm であり、内周面の直径（主流路部 2 の内径）は約 20 mm であり、主流路部 2 の外径は約 24 mm である。

[0054] 副流路部 3 は、主流路部 2 の上に設けられており、その内部および上面には、副流路が形成されている。副流路部 3 は、一端が流入口 34 A に連通し、他端が流出口 35 A に連通している。流量測定装置 1 では、副流路部 3 は、流入用流路 34 と、物性値検出用流路 32 と、流量検出用流路 33 と、流出用流路 35 とから構成されている。

[0055] 流入用流路 34 は、主流路部 2 を流れる測定対象流体を流入させて、物性値検出用流路 32 および流量検出用流路 33 に分流させるための流路である。流入用流路 34 は、主流路部 2 と垂直な方向に、副流路部 3 を貫通して形成されており、一端が流入口 34 A に連通し、他端は主流路部 2 の上面で開口して、物性値検出用流路 32 および流量検出用流路 33 に連通している。これにより、主流路部 2 を流れる測定対象流体の一部を、流入用流路 34 を介して、物性値検出用流路 32 および流量検出用流路 33 に分流させること

ができる。

- [0056] 物性値検出用流路 3 2 は、副流路部 3 の上面に形成された、主流路部 2 と平行な方向に延在する、縦断面が略コの字型の流路である。物性値検出用流路 3 2 は、長手方向（主流路部 2 と平行な方向）に延在する部分に、測定対象流体の物性値を検出するための物性値検出部 1 2 が配置されている。物性値検出用流路 3 2 の一端は、流入用流路 3 4 を介して流入口 3 4 A に連通しており、他端は、流出用流路 3 5 を介して流出口 3 5 A に連通している。
- [0057] 流量検出用流路 3 3 は、副流路部 3 の上面に形成された、主流路部 2 と平行な方向に延在する、縦断面が略コの字型の流路である。流量検出用流路 3 3 は、長手方向（主流路部 2 と平行な方向）に延在する部分に、測定対象流体の流量を検出するための流量検出部 1 1 が配置された流量検出用流路 3 3 を有している。流量検出用流路 3 3 の一端は、流入用流路 3 4 を介して流入口 3 4 A に連通しており、他端は、流出用流路 3 5 を介して流出口 3 5 A に連通している。
- [0058] なお、図面では、説明の便宜上、物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 と、回路基板 5 とが分離された状態で図示しているが、物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 は、回路基板 5 に実装された状態で物性値検出用流路 3 2 または流量検出用流路 3 3 に配置されている。
- [0059] 流出用流路 3 5 は、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 を通過した測定対象流体を、主流路部 2 に流出させるための流路である。流出用流路 3 5 は、主流路部 2 と垂直な方向に、副流路部 3 を貫通して形成されており、一端が流出口 3 5 A に連通し、他端は主流路部 2 の上面で開口して、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 に連通している。これにより、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 を通過した測定対象流体を、流出用流路 3 5 を介して、主流路部 2 に流出させることができる。
- [0060] このように、同じ流入口 3 4 A から流入させた測定対象流体を、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 に分流させることで、物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 は、温度、濃度などの条件が等しい測定対象流体



に基づいて物性値または流量を検出することができる。したがって、流量測定装置 1 の測定精度を向上させることができる。

[0061] なお、流量測定装置 1 では、副流路部 3 にシール 4 を嵌め込んだ後、回路基板 5 が配置され、さらにカバー 6 によって回路基板 5 を副流路部 3 に固定することで、副流路部 3 の内部の気密性を確保している。

[0062] 図 1 4 は、図 1 3 ( a ) に示される副流路部 3 を示す斜視図である。図 1 4 に示されるように、物性値検出用流路 3 2 は、略コの字型の一端が流入用流路 3 4 に連通し、他端が流出用流路 3 5 に連通している。同様に、流量検出用流路 3 3 は、略コの字型の一端が流入用流路 3 4 に連通し、他端が流出用流路 3 5 に連通している。

[0063] また、物性値検出用流路 3 2 と流量検出用流路 3 3 との両端部も互いに連通しており、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 は、副流路部 3 の上面において矩形状の流路を構成している。

[0064] 流量測定装置 1 では、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 は、何れも副流路部 3 の上面と垂直な方向から見たときの形状が正方形であり、流入用流路 3 4 と流出用流路 3 5 とを結ぶ直線に対して対象となる位置にそれぞれ形成されている。

[0065] なお、本実施形態では、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 の一辺の長さは、何れも約 4 m m である。

[0066] また、本実施形態では、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 の形状を正方形としているが、本発明はこれに限定されない。物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 の形状は、物性値検出部 1 2 または流量検出部 1 1 が配置可能であればよく、配置される物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 の形状に応じて決定される。

[0067] したがって、例えば、物性値検出用流路 3 2 の幅よりも、物性値検出部 1 2 のサイズが小さい場合には、物性値検出用流路 3 2 の幅を物性値検出用流路 3 2 の幅に一致させてもよい。この場合、物性値検出用流路 3 2 の長手方向に延在する部分は、直線形状に形成されることとなる。なお、流量検出用

流路 3 3 についても同様である。

[0068] 図 1 5 ( a ) は、図 1 3 に示される物性値検出部 1 2 の概略構成を示す上面図であり、図 1 5 ( b ) は、図 1 3 に示される流量検出部 1 1 の概略構成を示す上面図である。図 1 5 に示す流量測定装置 1 では、物性値検出用流路 3 2 と流量検出用流路 3 3 とは、長手方向に延在する流路の幅がそれぞれ異なっており、物性値検出用流路 3 2 の物性値検出部 1 2 が配置された流路の幅は、流量検出用流路 3 3 の流量検出部 1 1 が配置された流路の幅よりも狭くなっている。これにより、流量測定装置 1 では、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 に分流される測定対象流体の流量を、それぞれ個別に制御されている。

[0069] 図 1 6 は、図 1 3 に示される物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 に分流する測定対象流体の流量を説明するための模式図である。図 1 6 に示されるように、本実施形態では、物性値検出用流路 3 2 には流量 P の測定対象流体が分流され、流量検出用流路 3 3 には流量 Q の測定対象流体が流れるように、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 の幅が設定されている。

[0070] この流量 P および流量 Q の値は、主流路部 2 を流れる測定対象流体の流量によって変動するものであるが、通常の使用態様において、流量 P は物性値検出部 1 2 の検出レンジ内の値となり、流量 Q は流量検出部 1 1 の検出レンジ内の値となるように、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 の幅がそれぞれ設定されている。

[0071] なお、本実施形態では、物性値検出用流路 3 2 の幅は約 0.4 mm であり、流量検出用流路 3 3 の幅は約 0.8 mm である。

[0072] このように、流量測定装置 1 では、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 に分流する測定対象流体の流量を、それぞれの幅を調整することで個別に制御することが可能である。このため、物性値検出部 1 2 の検出レンジに応じて物性値検出用流路 3 2 を流れる測定対象流体の流量を制御し、流量検出部 1 1 の検出レンジに応じて流量検出用流路 3 3 を流れる測定対象

流体の流量を制御することができる。

[0073] したがって、物性値検出部 1 2 は、固有の検出レンジに応じた最適な流量で、測定対象流体の物性値を検出することができるので、物性値検出部 1 2 の検出精度を高めることができる。

[0074] 同様に、流量検出部 1 1 は、固有の検出レンジに応じた最適な流量で、測定対象流体の流量を検出することができるので、流量検出部 1 1 の検出精度を高めることができる。

[0075] 上述の変形例では、図 1 6 に示されるように、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 が、何れも略コの字型に形成された構成について説明したが、本発明はこれに限定されない。物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 は、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 を通過する測定対象流体の流量が制御可能な幅に設定されていれば、その形状は特に限定されない。

[0076] 図 1 7 (a) ~ (d) は、図 1 6 に示される副流路部 3 の上面に形成された、物性値検出用流路 3 2 および流量検出用流路 3 3 の変形例を示す上面図である。

[0077] 図 1 7 (a) に示されるように、例えば、物性値検出用流路 3 2 を直線状に形成し、流量検出用流路 3 3 を略コの字型に形成してもよい。

[0078] また、図 1 7 (b) ~ 図 1 7 (d) に示されるように、流量検出用流路 3 3 に対して測定対象流体を流入させる方向と直行する方向から物性値検出用流路 3 2 に対して測定対象流体を流入させるように、物性値検出用流路 3 2 を形成してもよい。

[0079] この場合、物性値検出部 1 2 と流量検出部 1 1 との配置角度を一致させることができるため、流量測定装置 1 の製造過程において、回路基板 5 に物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 を実装する工程を簡略化することができる。

[0080] 上述の変形例では、図 1 5 (a) に示されるように、物性値検出部 1 2 は、測定対象流体を加熱する物性値検出部内加熱部 1 2 3 と、測定対象流体の

温度を検出する物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122とを備え、物性値検出部内第1温度検出部121および物性値検出部内第2温度検出部122が、物性値検出部内加熱部123を挟んで左右対称に配置された構成について説明したが、本発明はこれに限定されない。

[0081] 図18は、図15(a)に示される物性値検出部12の変形例の概略構成を示す上面図である。図18に示されるように、物性値検出部内第2温度検出部122を省略して、物性値検出部内加熱部123と、物性値検出部内第1温度検出部121とで、物性値検出部12aを構成してもよい。

[0082] このように、物性値検出部内加熱部と物性値検出部内第1温度検出部を、測定対象流体の流れ方向と直交する方向に並べて配置することで、物性値検出部12aを実現してもよい。

[0083] <変形例2>

本発明に係る流量測定装置の他の変形例について、図19に基づいて説明する。なお、上述した実施形態と対応する部材に関しては、対応する符号を付し、その説明を省略する。本変形例に係る流量測定装置は、流量検出部が主流路に配置される。

[0084] 図19(a)は、本変形例に係る流量測定装置1aを示す斜視図であり、図19(b)は、図19(a)に示される流量測定装置1aを示す断面図であり、図19(c)は、図19(a)に示される副流路部3aを示す上面図である。

[0085] 図19(a)～図19(c)に示されるように、流量測定装置1aでは、主流路部2aの内周面の流入口34Aと流出口35Aとの間に、開口部37Aが形成されている。

[0086] 副流路部3aの内部には、流量検出部11が配置されたセル状の流量検出用流路37aが形成されており、流量検出用流路37aは開口部37Aに連通している。このため、流量検出用流路37aには、開口部37Aを介して主流路部2aを流れる測定対象流体が流入し、流量検出部11によってその

流量が検出される。

[0087] なお、開口部 37A の大きさを制御調整することによって、主流路部 2a から流量検出用流路 37a に流入する測定対象流体の流量を制御することができる。

[0088] 副流路部 3a は、流入用流路 34 と、物性値検出用流路 32 と、流出用流路 35 とから構成されており、物性値検出用流路 32 は、長手方向に延在する流路に、測定対象流体の物性値を検出するための物性値検出部 12 が配置された物性値検出用流路 32 を有している。

[0089] このように、流量測定装置 1a では、物性値検出部 12 が副流路部 3a に配置され、流量検出部 11 が主流路部 2a に配置されている。このため、流量測定装置 1a では、物性値検出部 12 の検出レンジに応じた流量を制御することが可能である。

[0090] それゆえ、本実施形態によれば、測定対象流体の物性変化による出力特性の変化を低減して、高精度に測定対象流体の流量を測定することができる流量測定装置 1a を実現することができる。

[0091] <変形例 3>

本発明に係る流量測定装置の他の変形例について、図 20 に基づいて説明する。なお、実施形態と対応する部材に関しては、対応する符号を付し、その説明を省略する。

[0092] 本変形例に係る流量測定装置は、独立した 2 つの副流路を有する点で、上述の流量測定装置と異なっている。

[0093] 図 20 (a) は、本実施形態に係る流量測定装置 1b を示す斜視図であり、図 20 (b) は、図 20 (a) に示される副流路部 3 を示す上面図である。

[0094] 図 20 (a) および図 20 (b) に示されるように、流量測定装置 1b では、副流路部 3b は、その内部および上面に 2 つの副流路部が形成されている。

[0095] 第 1 の副流路部は、流入用流路 34b と、物性値検出用流路 32b と、流

出用流路 3 5 b とから構成されており、物性値検出用流路 3 2 b には、長手方向に延在する流路に、測定対象流体の物性値を検出するための物性値検出部 1 2 が配置されている。

[0096] 第 2 の副流路部は、流入用流路 3 4 B と、流量検出用流路 3 3 B と、流出用流路 3 5 B とから構成されており、流量検出用流路 3 3 B には、長手方向に延在する流路に、測定対象流体の流量を検出するための流量検出部 1 1 が配置されている。

[0097] このように、流量測定装置 1 b では、副流路部 3 b が独立した 2 つの副流路を有しており、物性値検出部 1 2 が第 1 の副流路部に配置され、流量検出部 1 1 が第 2 の副流路部に配置されている。このため、流量測定装置 1 b によれば、物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 の検出レンジに応じた流量を、個別に制御することが可能である。

[0098] それゆえ、本実施形態によれば、測定対象流体の物性変化による出力特性の変化を低減して、高精度に測定対象流体の流量を測定することができる流量測定装置 1 b を実現することができる。

[0099] <変形例 4 >

本発明に係る流量測定装置の他の変形例について、図 2 1 に基づいて説明する。なお、実施形態と対応する部材に関しては、対応する符号を付し、その説明を省略する。

[0100] 本変形例に係る流量測定装置は、物性値検出用流路が、流量検出用流路内に形成されている点で、上述の流量測定装置と異なっている。

[0101] 図 2 1 (a) は、本実施形態に係る流量測定装置 1 c を示す斜視図であり、図 2 1 (b) は、図 2 1 (a) に示される副流路部 3 c を示す斜視図であり、図 2 1 (c) は、図 2 1 (a) に示される副流路部 3 c を示す上面図である。

[0102] 図 2 1 (a) ~ 図 2 1 (c) に示されるように、流量測定装置 1 c では、副流路部 3 c は、流入用流路 3 4 と、物性値検出用流路 3 2 c と、流量検出用流路 3 3 c と、流出用流路 3 5 とから構成されている。

- [0103] 副流路部 3 c では、物性値検出用流路 3 2 c が、流量検出用流路 3 3 c 内に形成されており、測定対象流体の流れ方向に対して上流側に流量検出部 1 1 が配置され、下流側に物性値検出部 1 2 が配置されている。
- [0104] ここで、物性値検出用流路 3 2 c は、測定対象流体の流量を制御するための流量制御部材 4 0 によって、流量検出用流路 3 3 c と仕切られており、物性値検出部 1 2 は流量制御部材 4 0 の内部に配置されている。
- [0105] 流量制御部材 4 0 は、物性値検出用流路 3 2 c を通過する測定対象流体の流量を制御するためのものであり、第 1 側壁部 4 0 a と第 2 側壁部 4 0 b とから構成されている。第 1 側壁部 4 0 a および第 2 側壁部 4 0 b は何れも略コの字型の板状部材であり、それぞれの端部を対向させた状態で、所定の間隔をおいて配置されている。
- [0106] したがって、第 1 側壁部 4 0 a と第 2 側壁部 4 0 b との間隔を制御することによって、流量制御部材 4 0 の内部、すなわち、物性値検出用流路 3 2 c を通過する測定対象流体の流量を調整することができる。
- [0107] このように、流量測定装置 1 c では、副流路部 3 c が流量制御部材 4 0 を備え、流量制御部材 4 0 の内部に物性値検出用流路 3 2 c が設けられているため、副流路部 3 c 内の任意の位置に物性値検出用流路 3 2 c を設けることが可能となる。また、流量制御部材 4 0 を備えることで、物性値検出用流路 3 2 c を通過する測定対象流体の流量を容易に制御することができる。
- [0108] このように、物性値検出用流路 3 2 c が、流量検出用流路 3 3 c 内に形成されて構成であっても、物性値検出部 1 2 および流量検出部 1 1 の検出レンジに応じた流量を個別に制御することが可能である。
- [0109] それゆえ、本実施形態によれば、測定対象流体の物性変化による出力特性の変化を低減して、高精度に測定対象流体の流量を測定することができる流量測定装置 1 c を実現することができる。
- [0110] <変形例 5>

図 2 2 ( a ) ~ 図 2 2 ( c ) は、他の変形例に係る多段分流型の一例を示す図である。図 2 2 ( c ) は、主流路部 2 d 及び流量測定装置 1 d の接続管

所を示す。図 2 2 ( b ) は、図 2 2 ( c ) において破線の長方形で示した箇所を拡大した図である。また、図 2 2 ( a ) は、図 2 2 ( c ) におけるユニット 1 0 0 0 の A - A 断面図である。図 2 2 ( b ) に拡大して示すように、本変形例では、主流路部 2 の流れ方向に沿って、主流路部 2 d よりも細い ( 断面積の小さい ) 副流路部 3 d が設けられている。また、副流路部 3 d は、主流路部 2 d に沿って貫通する主流路 2 e と、副流路部 3 d に対しほぼ垂直に接続される副流路部 3 e とに分岐する。そして、図 2 2 ( a ) に示すように、副流路部 3 e は、流量検出部 1 1 が設けられた副流路部 3 f と、物性値検出部 1 2 が設けられた副流路部 3 g とに分岐する。

[0111] 上述した副流路を有する変形例によれば、主流路部 2 d の流量 ( すなわち、主流路部 2 d の太さ ( 断面積 ) ) にかかわらず、小型の流量測定装置 1 d で流量を測定できる。また、上述した副流路を有する変形例によれば、センサチップへのダストの侵入を抑制し、測定精度を向上させることができる。図 2 2 に示す変形例のように 3 段階の分流構造を採用すれば、ダストの侵入量をさらに低減することができる。

[0112] また、図 2 2 に示したユニット 1 0 0 0 のように、例えば流量検出部 1 1 が設けられた副流路部 3 f と、物性値検出部 1 2 が設けられた副流路部 3 g とを有する部品を着脱自在な部品として形成するようにしてもよい。このようにすれば、様々な流量や形状の主流路部 2 に対して取り付け可能な部品を提供することができ、コストを低減できる。

[0113] 図 2 3 は、他の変形例を説明するための断面図である。図 2 3 の例では、回路基板の表裏にそれぞれ流量検出部 1 1 と物性値検出部 1 2 とが配置されている。そして、回路基板を貫通して副流路が設けられている。管状の副流路を設ける態様に限らず、図 2 3 に示すような分流構造を採用してもよい。

### 符号の説明

- [0114] 1 : 流量測定装置  
2 : 主流路部  
3 : 副流路部



- 5 : 回路基板
- 1 1 : 流量検出部
- 1 1 1 : 流量検出部内第 1 温度検出部
- 1 1 2 : 流量検出部内第 2 温度検出部
- 1 1 3 : マイクロヒータ
- 1 2 : 物性値検出部
- 1 2 1 : 物性値検出部内第 1 温度検出部
- 1 2 2 : 物性値検出部内第 2 温度検出部
- 1 2 3 : 物性値検出部内加熱部
- 1 3 : 制御部
- 1 3 1 : 補正処理部
- 1 3 2 : 特性値算出部
- 3 2 : 物性値検出用流路
- 3 3 : 流量検出用流路
- 3 4 : 流入用流路
- 1 0 0 : センサ素子
- 1 0 1 : ヒータ
- 1 0 2 : サーモパイル
- 1 0 0 0 : ユニット

## 請求の範囲

- [請求項1] 主流路を流れる測定対象流体の流量を検出するための流量検出部と、
- 測定対象流体を加熱する加熱部および測定対象流体の温度を検出する温度検出部を有し、測定対象流体の特性値を取得するための特性値取得部と、
- 前記特性値取得部によって取得された測定対象流体の特性値を用いて、前記流量検出部から出力された検出信号に基づいて算出された測定対象流体の流量を補正する流量補正部と、
- を備え、
- 前記加熱部および前記温度検出部は、測定対象流体の流れ方向と直交する方向に並んで配置されており、
- 前記特性値取得部は、前記加熱部の温度を変化させた前後における、前記温度検出部により検出された前記測定対象流体の温度の差により、前記特性値を取得することを特徴とする流量測定装置。
- [請求項2] 前記特性値は、前記加熱部の温度を変化させた前後における、前記温度検出部により検出された前記測定対象流体の温度の差に、所定の係数を乗じた値であり、
- 前記流量補正部は、前記流量検出部から出力された検出信号に、前記特性値を乗じることで、前記測定対象流体の流量を補正することを特徴とする請求項1に記載の流量測定装置。
- [請求項3] 一端が前記主流路内に開口した第1流入口に連通し、且つ、他端が前記主流路内に開口した第1流出口に連通することで前記主流路から分流されるとともに、前記特性値取得部の前記温度検出部が配置された特性値検出流路を有する副流路部をさらに備え、
- 前記流量検出部は、前記特性値検出流路とは異なる位置に配置される
- 請求項1または2に記載の流量測定装置。

- [請求項4] 前記特性値取得部の前記温度検出部および前記流量検出部は、前記主流路または、前記副流路部を構成する部材に脱着可能に設けられた流量検出部材に設けられたことを特徴とする請求項3に記載の流量測定装置。
- [請求項5] 前記副流路部は、前記流量検出部が配置された流量検出流路と、一端が前記主流路内に開口した第1流入口に連通し、且つ、他端が前記主流路内に開口した第1流出口に連通することで前記副流路部から分流された第一副流路部と、一端が前記第一副流路部に開口した第2流入口に連通し、且つ、他端が前記第一副流路部内に開口した第2流出口に連通することで前記第一副流路部から分流された第二副流路部と、を有し、前記流量検出流路及び前記特性値検出流路はともに、一端が前記第二副流路部に開口した第3流入口に連通し、且つ、他端が前記第二副流路部内に開口した第3流出口に連通することで前記第二副流路部からさらに分流されることで形成されたことを特徴とする請求項3または4に記載の流量測定装置。
- [請求項6] 前記副流路部は、前記流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、前記流量検出流路は、一端が前記第1流入口に連通し、且つ、他端が前記第1流出口に連通しており、前記第1流入口から流入した測定対象流体を、前記特性値検出流路および前記流量検出流路に分流させることを特徴とする請求項3または4に記載の流量測定装置。
- [請求項7] 前記副流路部は、前記流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、前記特性値検出流路は、前記流量検出流路内に設けられており、前記流量検出流路内を流れる測定対象流体の一部を前記特性値検出流路に流入させることを特徴とする請求項3または4に記載の流量測

定装置。

[請求項8] 前記副流路部は、前記流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、

前記流量検出流路は、一端が前記主流路内に開口した第4流入口に連通し、且つ、他端が前記主流路内に開口した第4流出口に連通していることを特徴とする請求項3または4に記載の流量測定装置。

[請求項9] 前記流量検出部は、前記主流路に配置されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の流量測定装置。

[請求項10] 前記加熱部は、当該加熱部の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されていることを特徴とする請求項1から9の何れか一項に記載の流量測定装置。

[請求項11] 前記温度検出部は、当該温度検出部の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されていることを特徴とする請求項1から10の何れか一項に記載の流量測定装置。

[請求項12] 前記副流路部は、前記流量検出部が配置された流量検出流路をさらに有しており、

前記流量検出流路と前記特性値検出流路は、前記副流路部または該副流路部から分流された流路に、回路基板を前記測定対象流体の流れ方向に平行に配置して前記副流路部または該副流路部を分流することで形成され、

前記流量検出部及び前記特性値取得部の前記温度検出部は、それぞれ、前記回路基板上の一面と、反対面に設けられたことを特徴とする請求項3又は4に記載の流量測定装置。

[請求項13] 測定対象流体の流れ方向に並んで配置された、測定対象流体を加熱する加熱部および測定対象流体の温度を検出する温度検出部を有し、主流路を流れる測定対象流体の流量を検出するための流量検出部と、

測定対象流体の流れと直交する方向に並んで配置された、測定対象流体を加熱する第二加熱部および測定対象流体の温度を検出する第二

温度検出部を有し、測定対象流体の特性値を取得するための特性値取得部と、

を備えた流量測定装置を用いた前記測定対象流体の流量の測定方法であって、

前記流量検出部によって前記主流路を流れる測定対象流体の流量を検出する流量検出工程と、

前記第二温度検出部により前記測定対象流体の温度を測定する第一温度測定工程と、

前記第二加熱部の温度を変化させる温度変化工程と、

前記温度変化工程の後に、前記第二温度検出部により前記測定対象流体の温度を測定する第二温度測定工程と、

前記第一温度測定工程で測定された前記測定対象流体の温度と、前記第二温度測定工程で測定された前記測定対象流体の温度との差によって、前記特性値を取得する特性値取得工程と、

前記流量検出工程において検出された測定対象流体の流量に、前記特性値を乗じることで、前記測定対象流体の流量を補正する補正工程と、

を有することを特徴とする流量の測定方法。

[請求項14]

測定対象流体の流れ方向に並んで配置された、測定対象流体を加熱する加熱部および測定対象流体の温度を検出する温度検出部を有し、主流路を流れる測定対象流体の流量を検出するための流量検出部と、

測定対象流体の流れと直交する方向に並んで配置された、測定対象流体を加熱する第二加熱部および測定対象流体の温度を検出する第二温度検出部を有し、測定対象流体の特性値を取得するための特性値取得部と、

を備えた流量測定装置に、前記測定対象流体の流量の測定させる流量測定プログラムであって、

情報処理装置に、

前記流量検出部によって前記主流路を流れる測定対象流体の流量を検出する流量検出ステップと、

前記第二温度検出部により前記測定対象流体の温度を測定する第一温度測定ステップと、

前記第二加熱部の温度を変化させる温度変化ステップと、

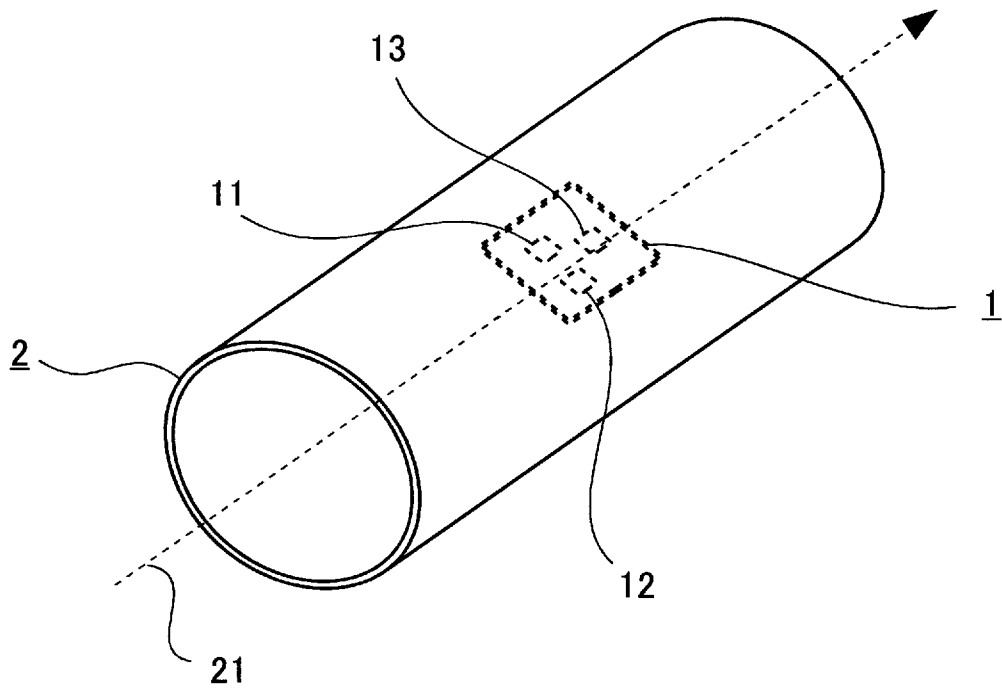
前記温度変化ステップの後に、前記第二温度検出部により前記測定対象流体の温度を測定する第二温度測定ステップと、

前記第一温度測定ステップで測定された前記測定対象流体の温度と、前記第二温度測定ステップで測定された前記測定対象流体の温度との差によって、前記特性値を取得する特性値取得ステップと、

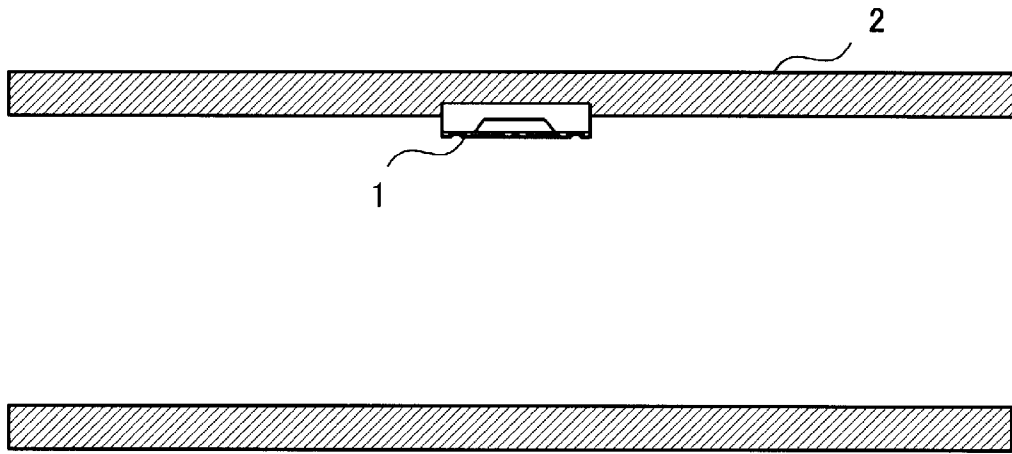
前記流量検出ステップにおいて検出された測定対象流体の流量に、前記特性値を乗じることで、前記測定対象流体の流量を補正する補正ステップと、

を実行させるための流量測定プログラム。

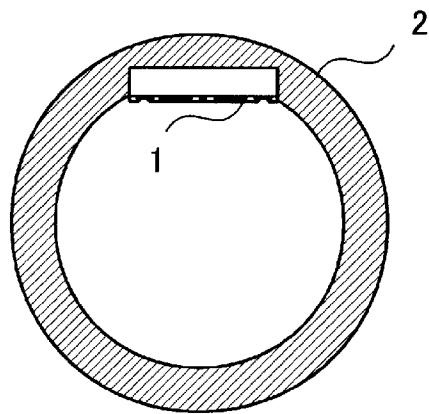
[図1]



[図2]

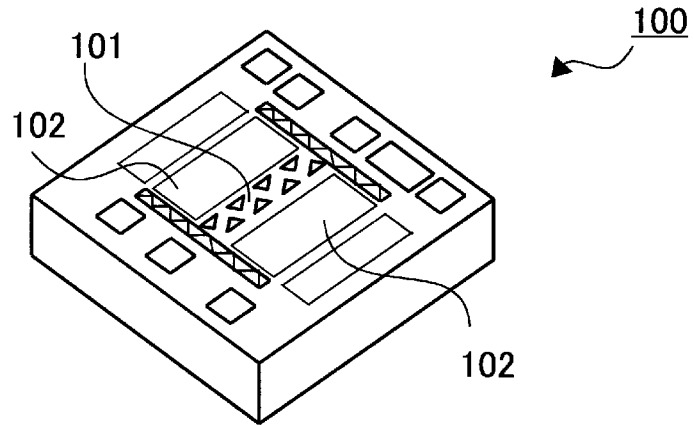


[図3]

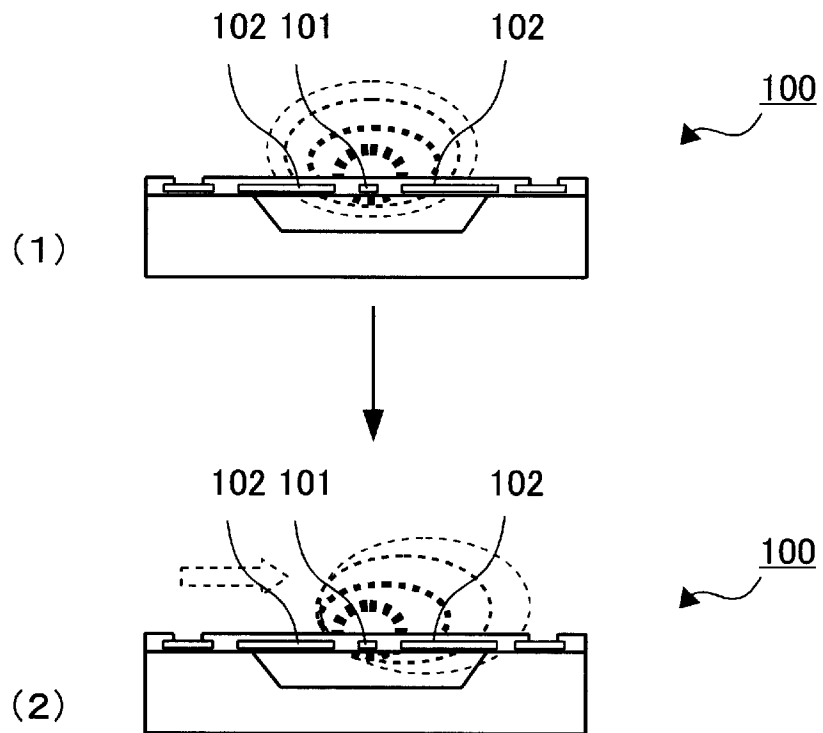




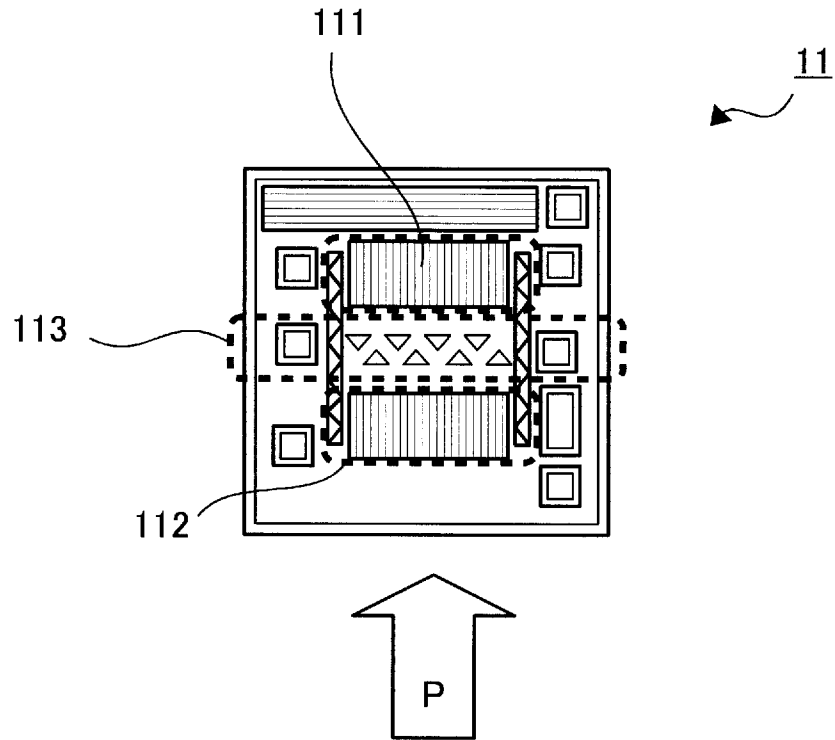
[図4]



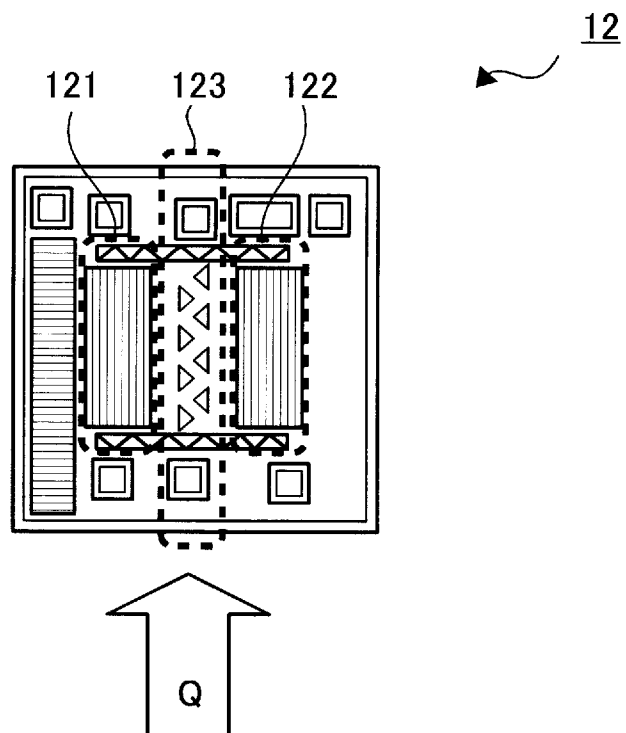
[図5]



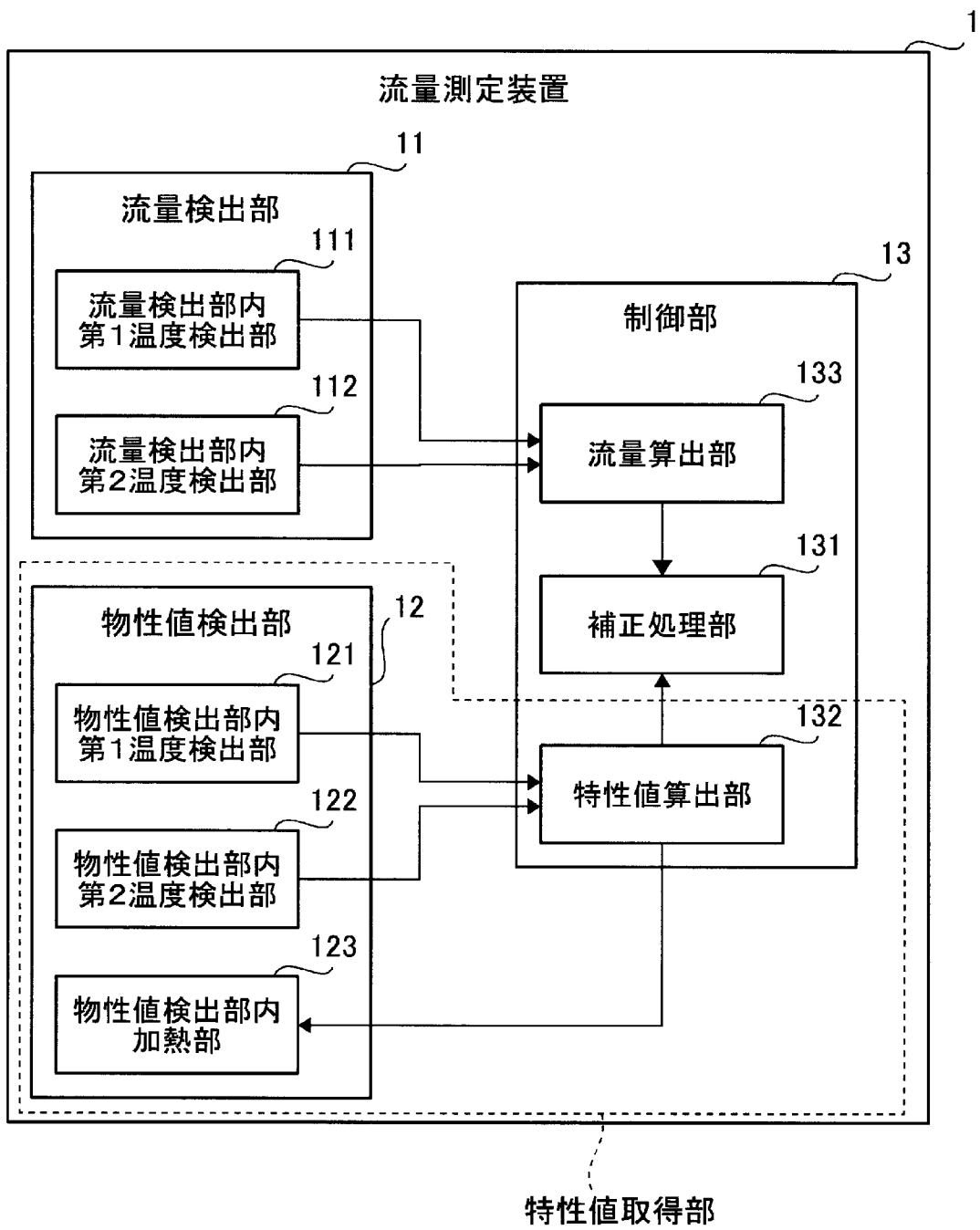
[図6]



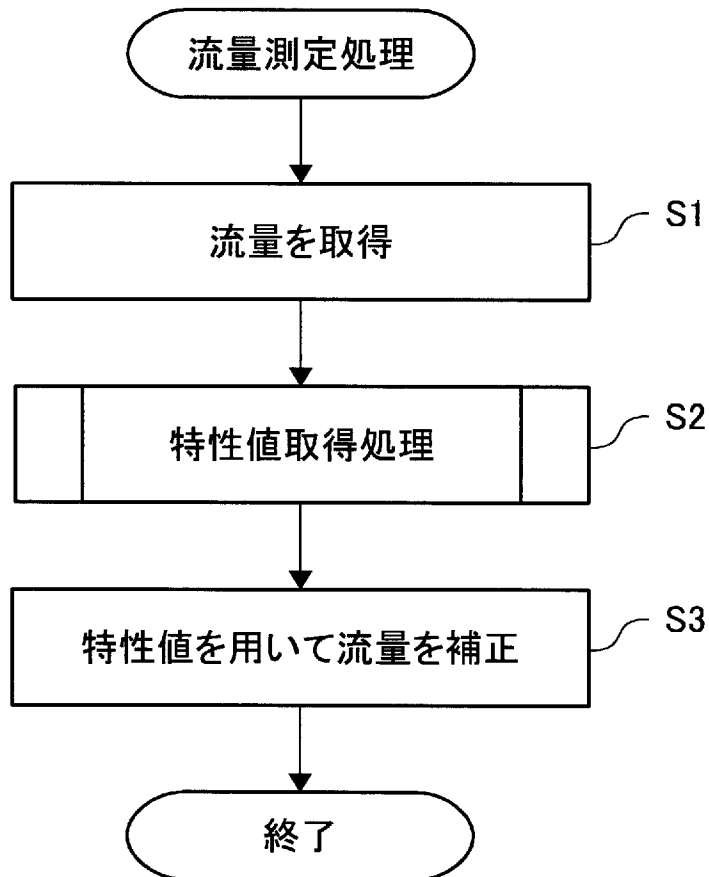
[図7]



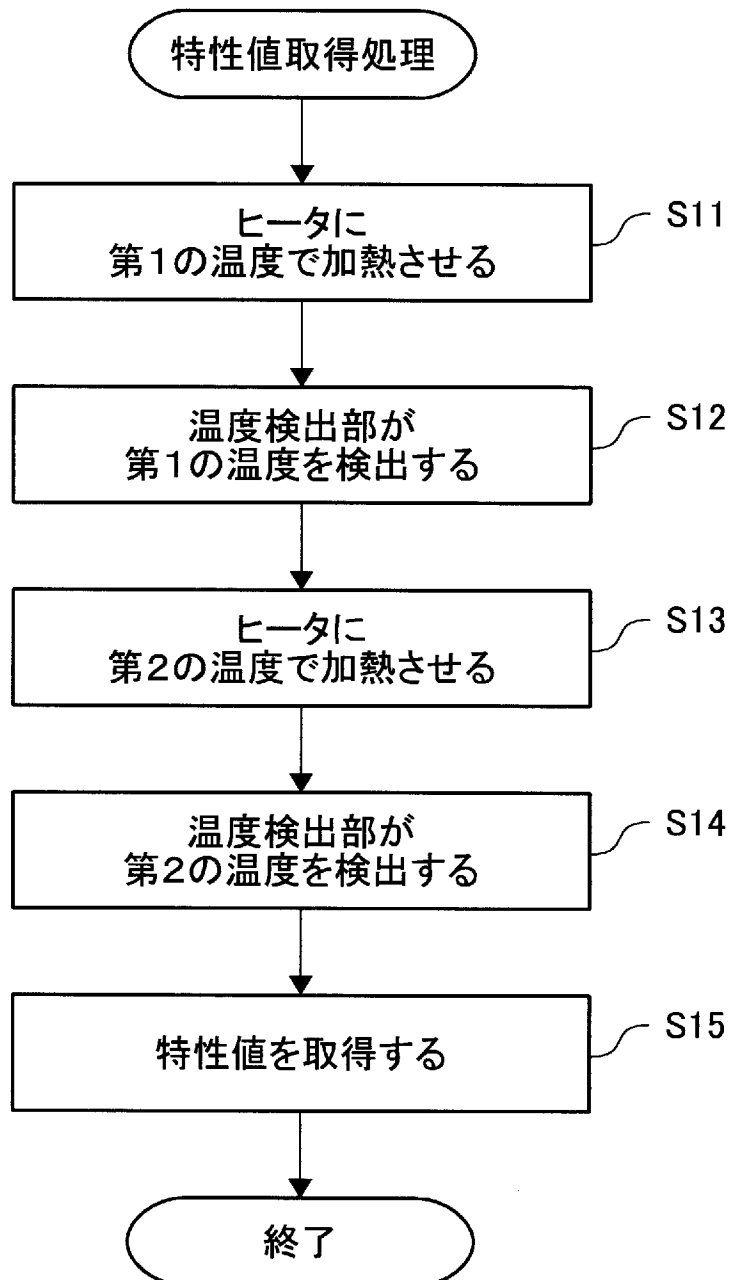
[図8]



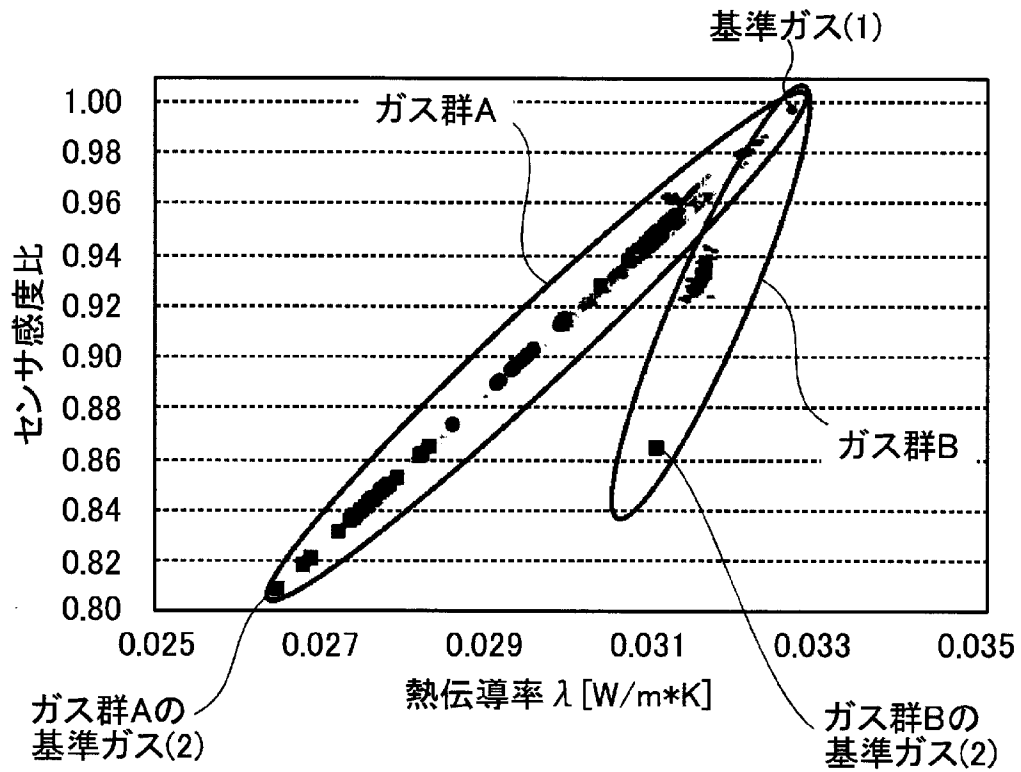
[図9]



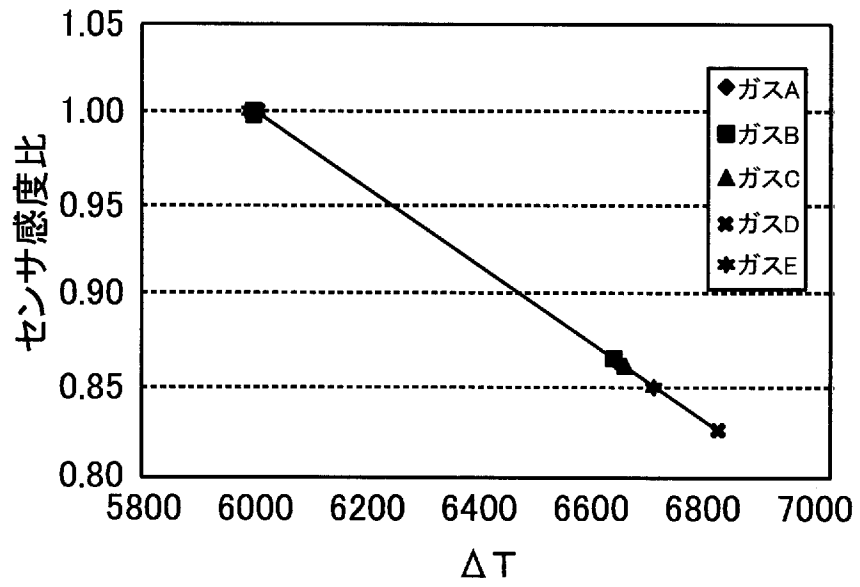
[図10]



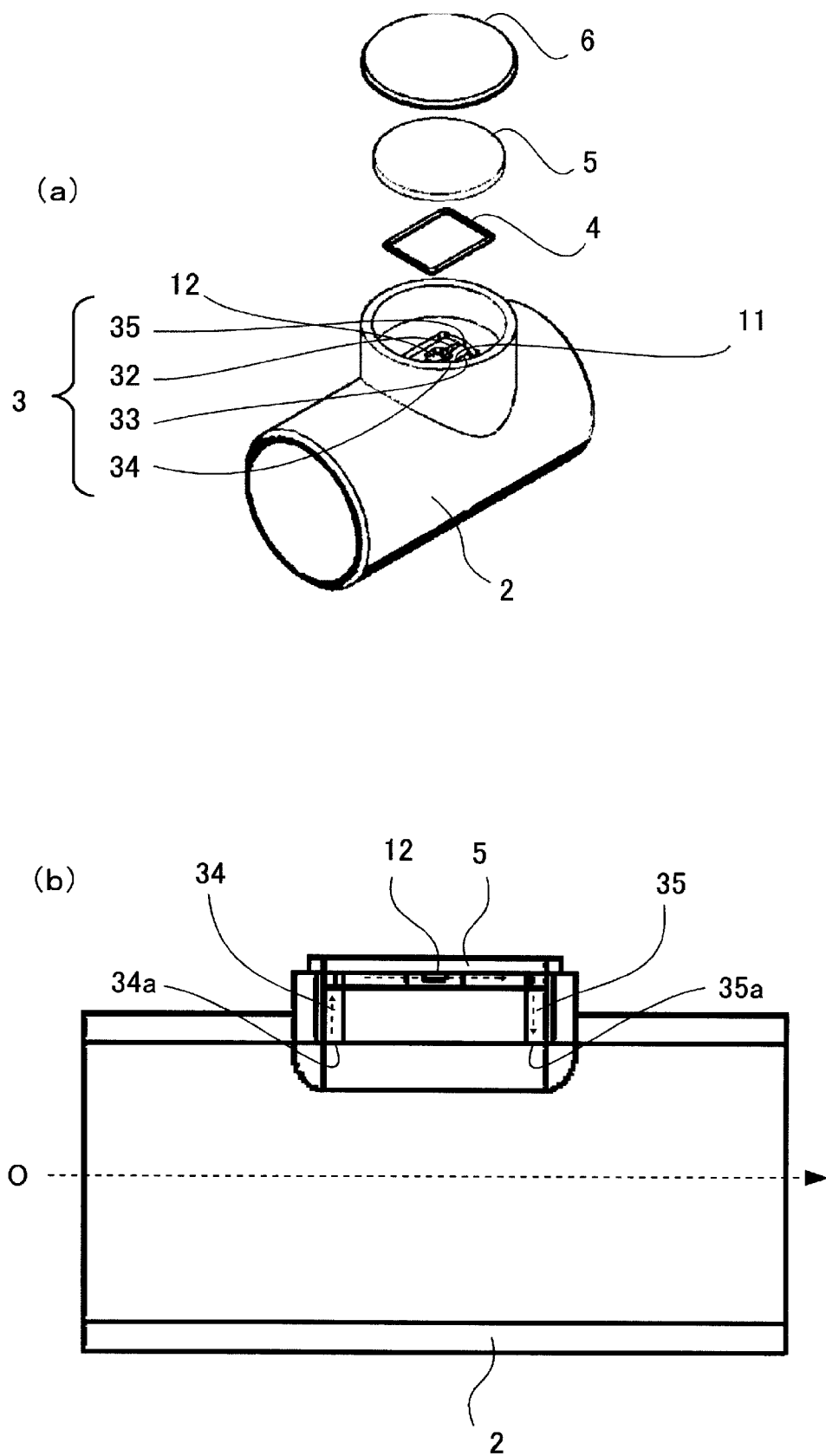
[図11]



[図12]

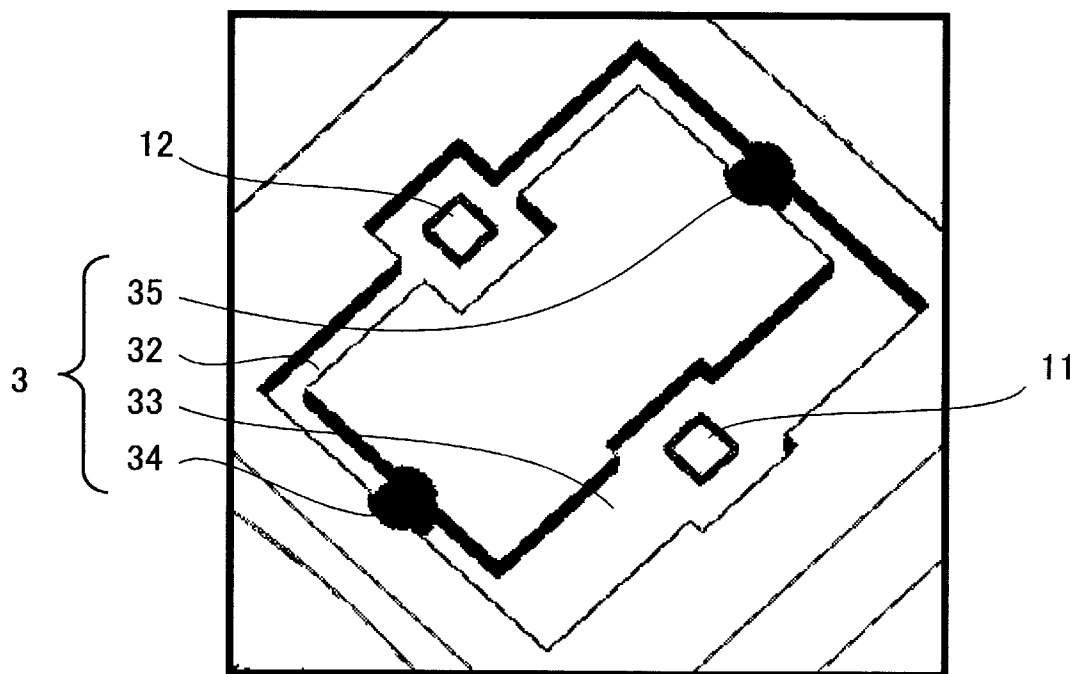


[図13]

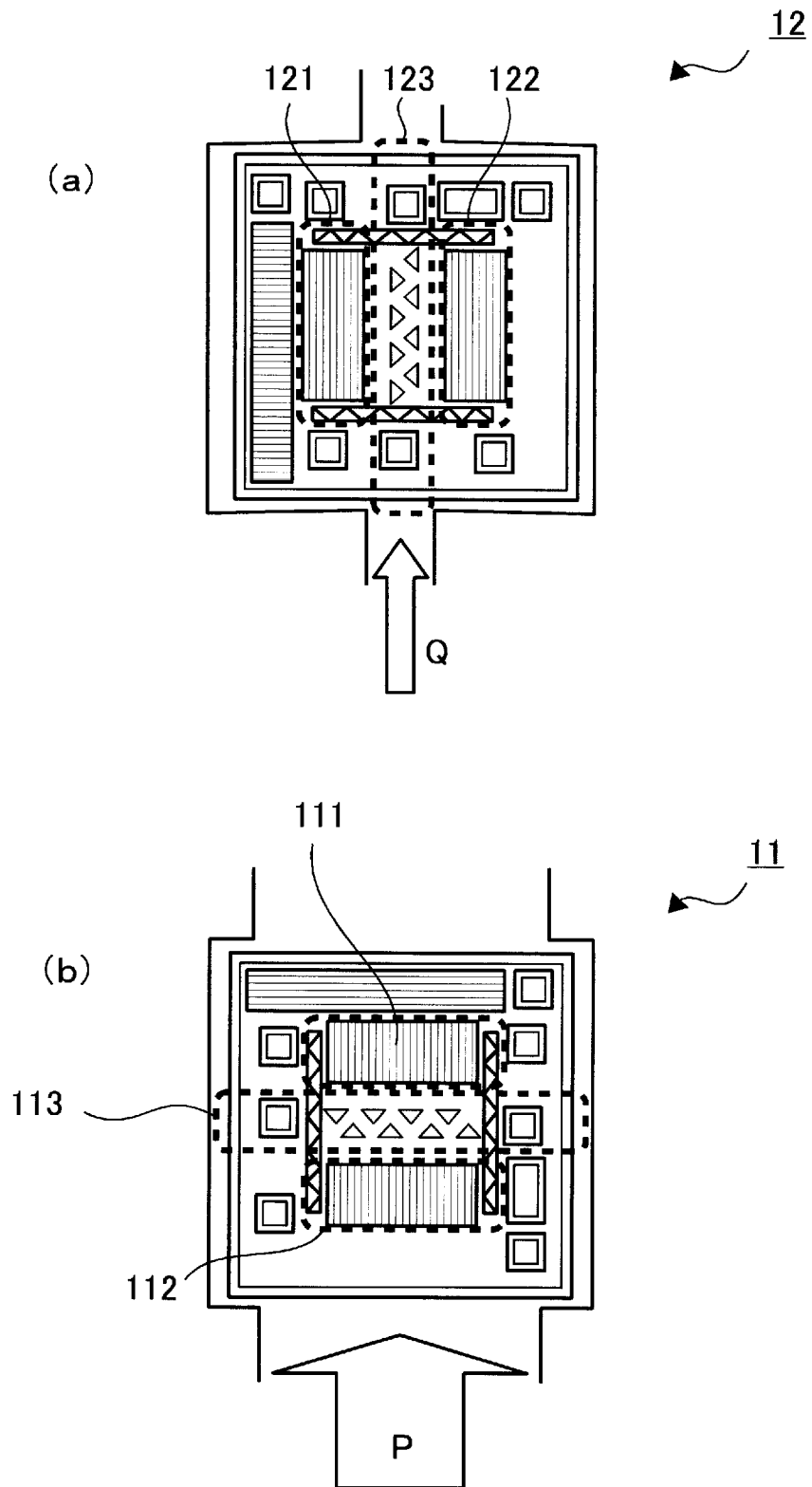




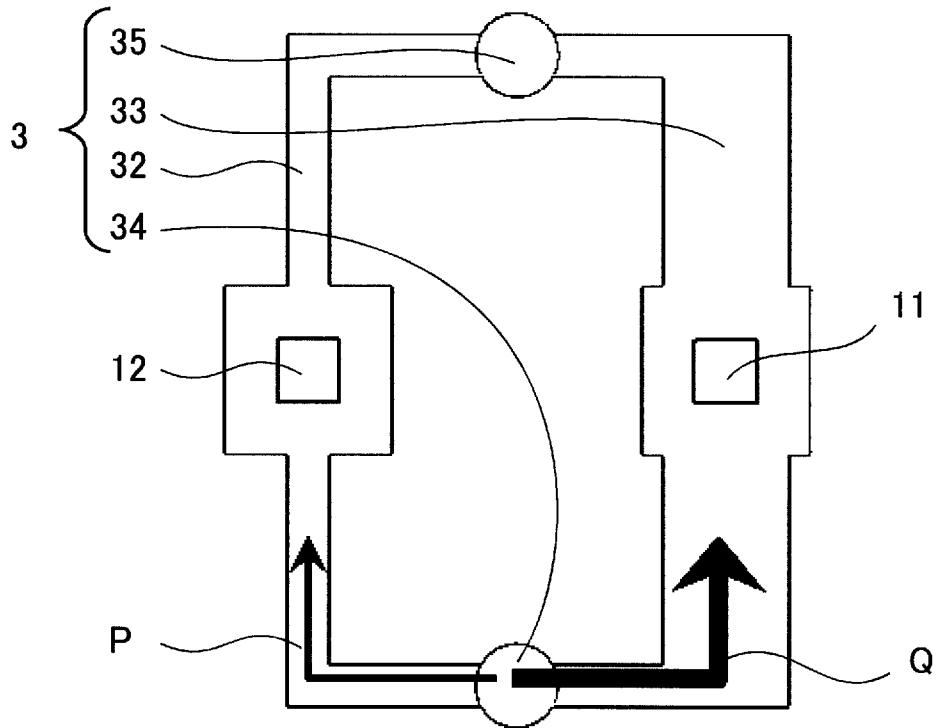
[図14]



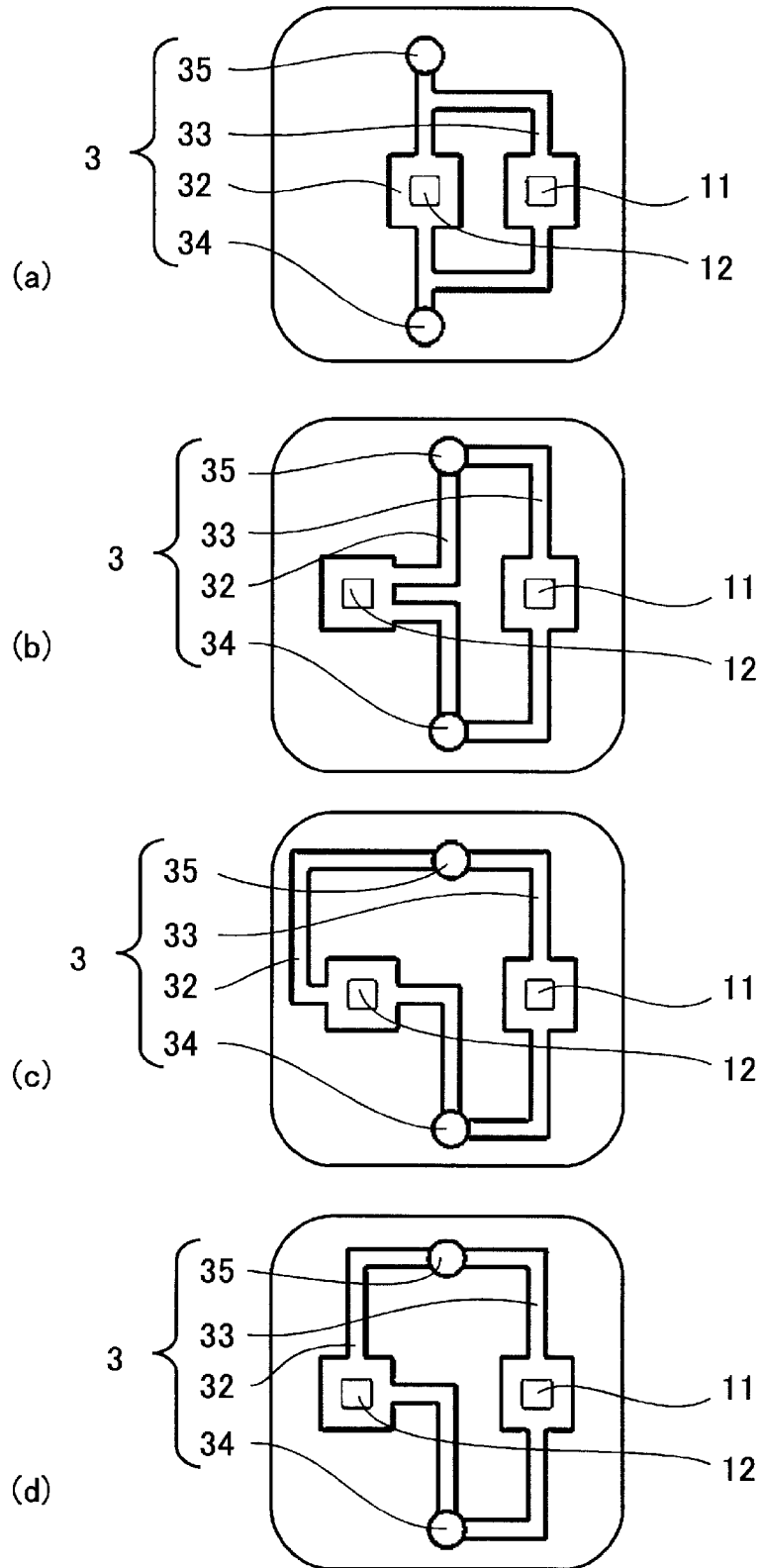
[図15]



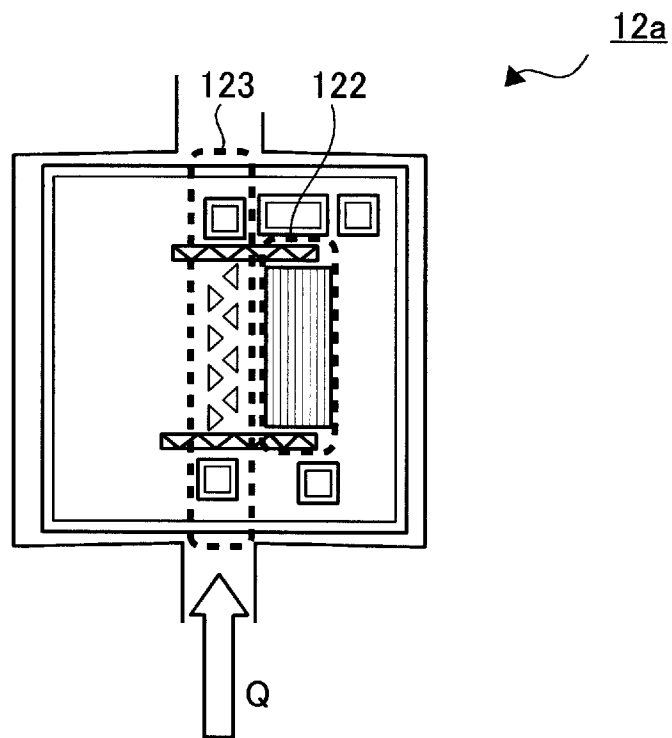
[図16]



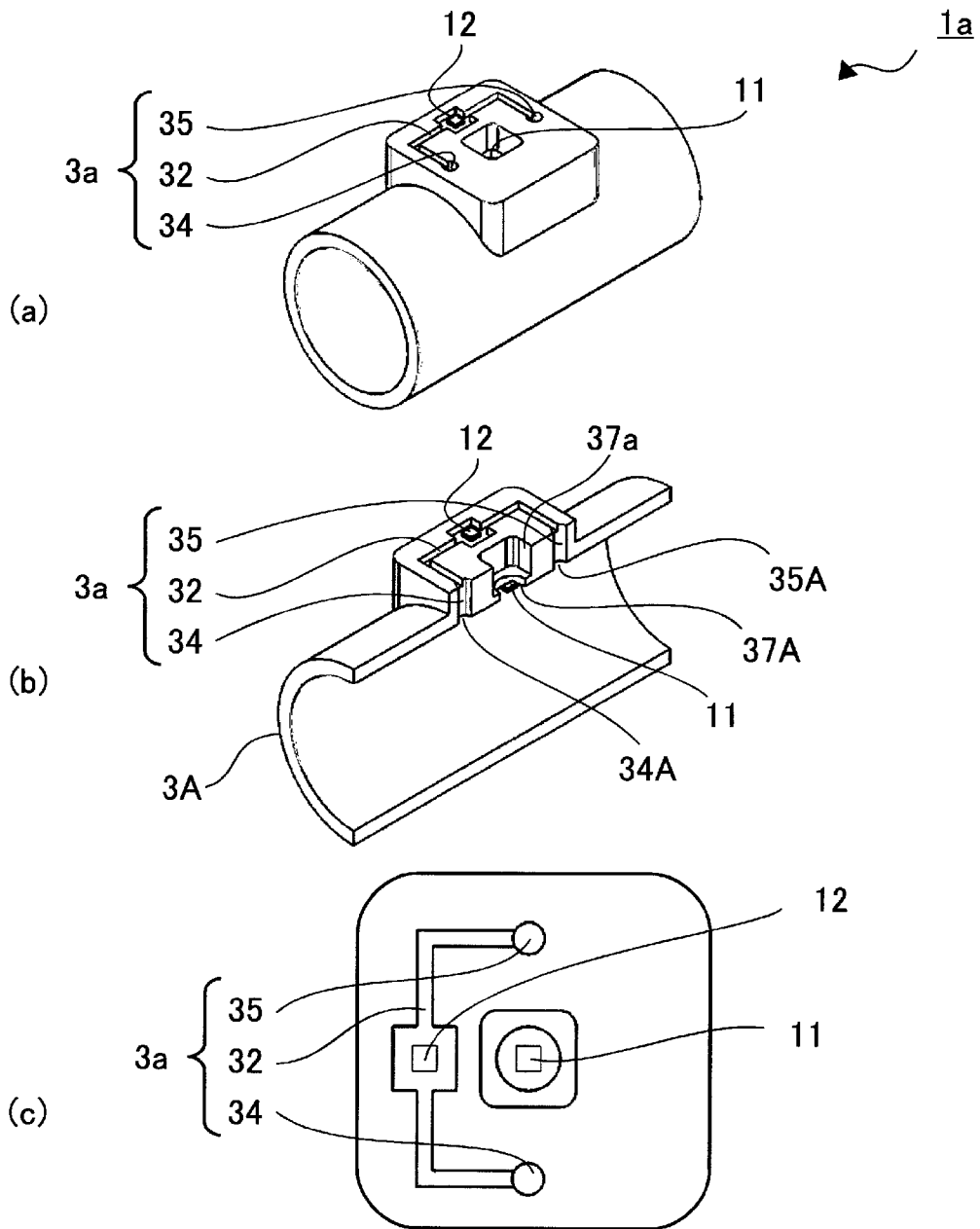
[図17]



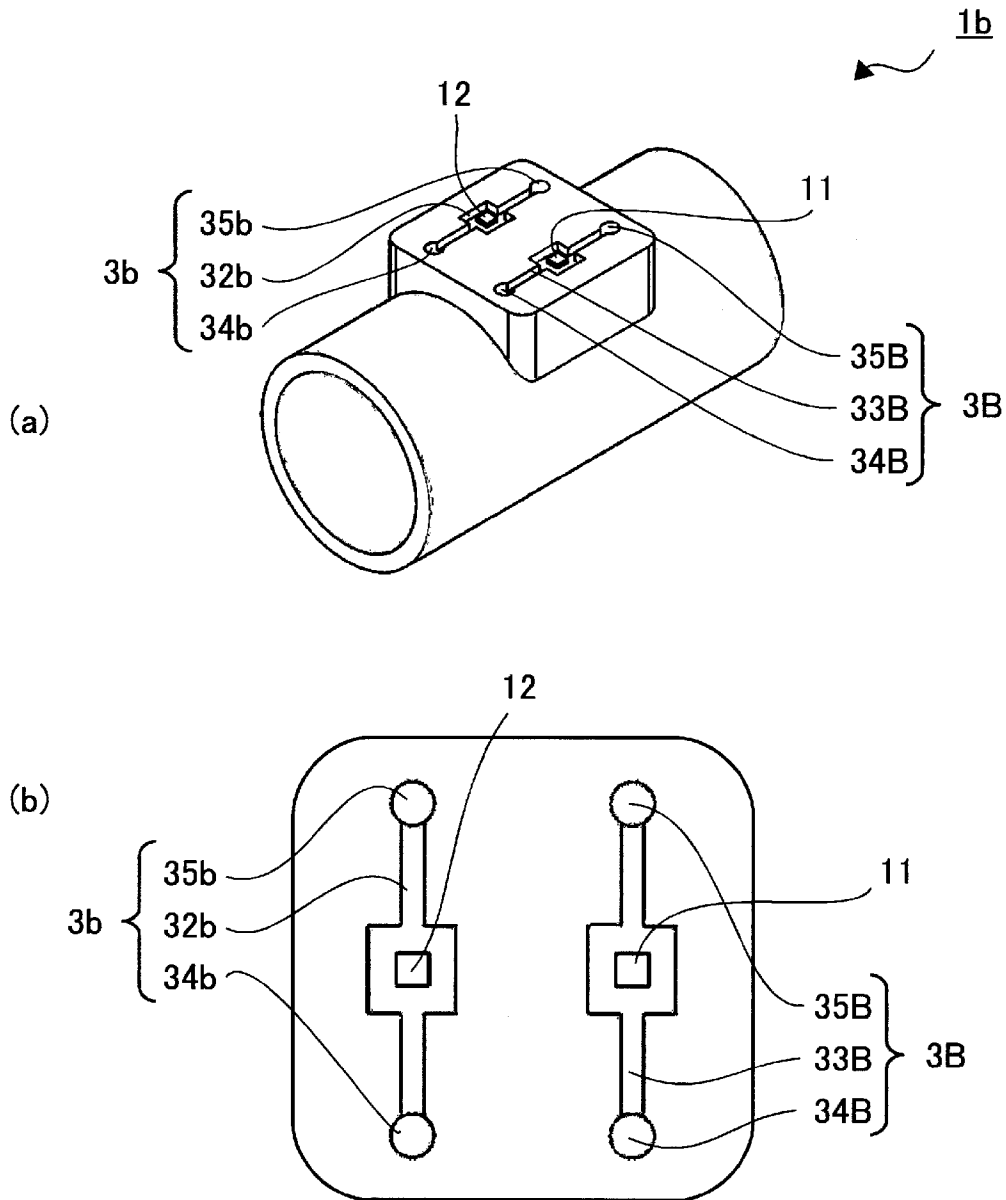
[図18]



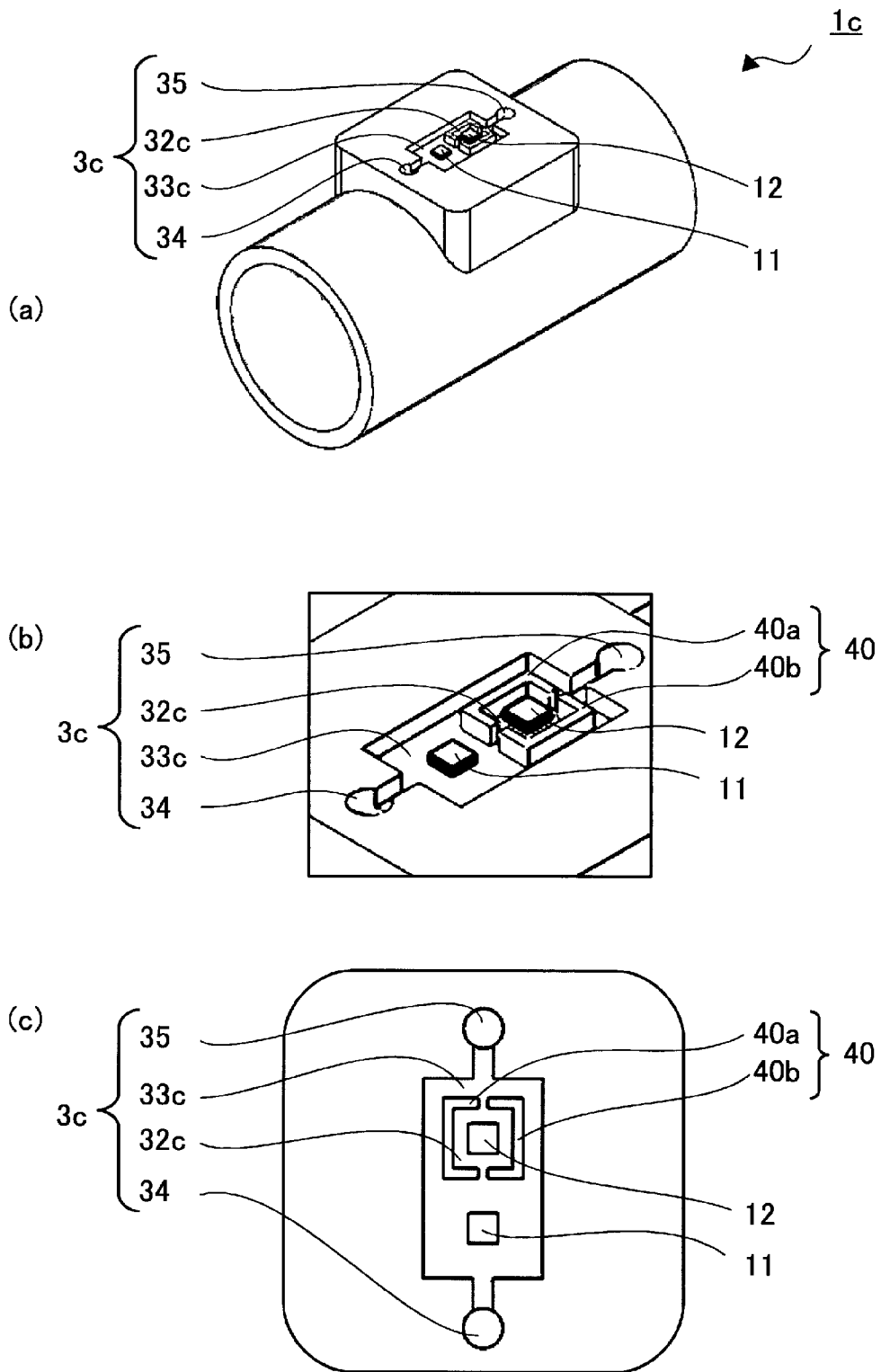
[図19]



[図20]

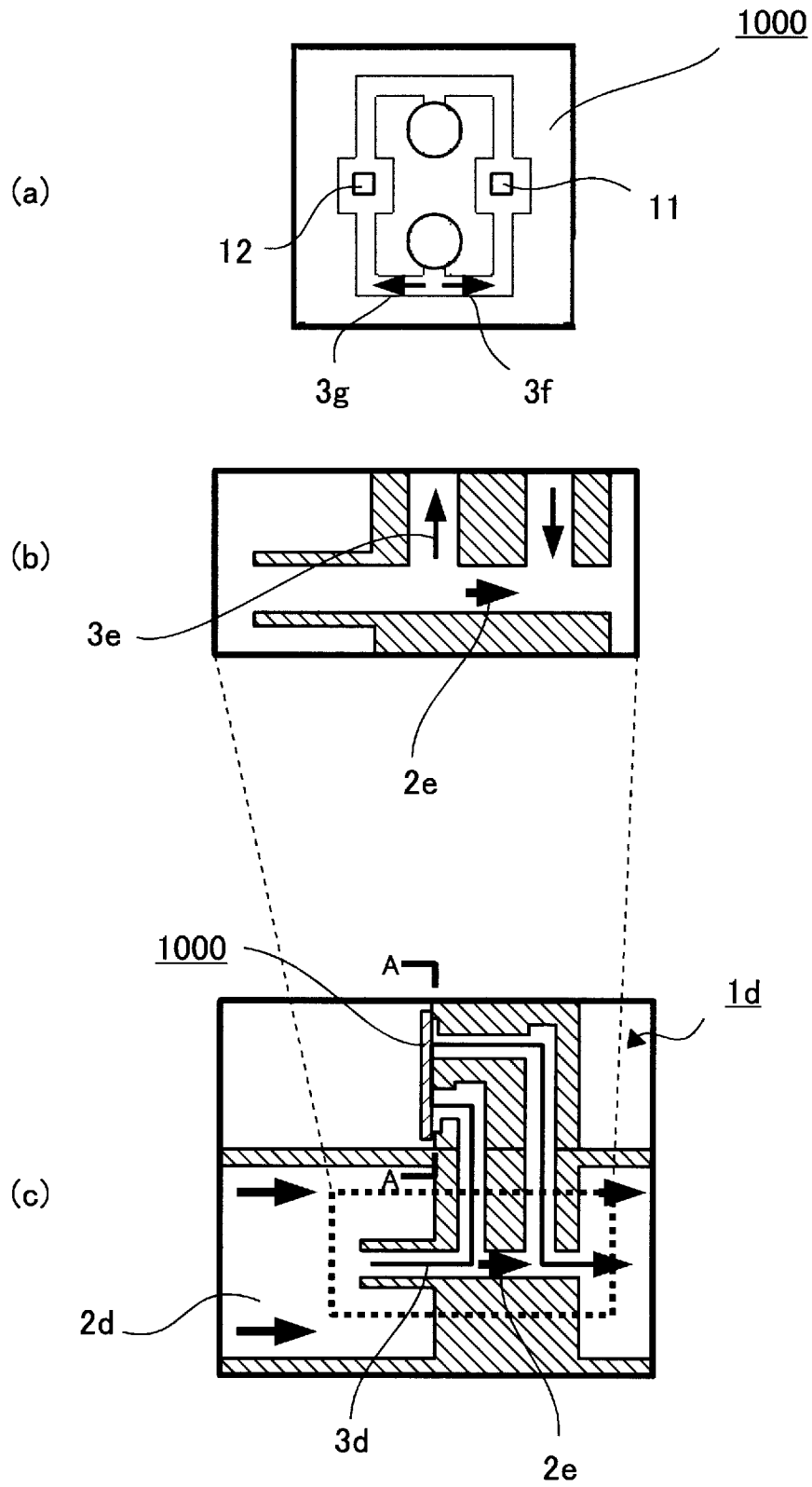


[図21]

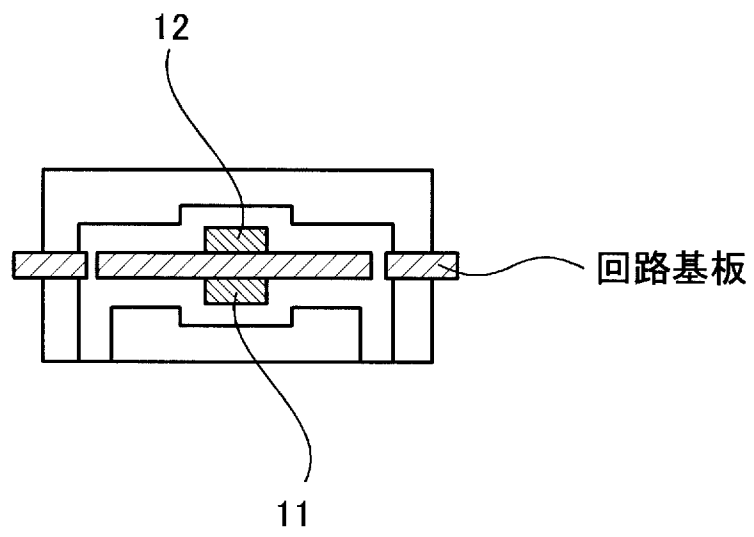




[図22]



[図23]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2016/087636
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*G01F1/684(2006.01)i, G01F1/00(2006.01)i, G01N25/18(2006.01)i, G01P5/10(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)  
*G01F1/684, G01F1/00, G01N25/18, G01P5/10*

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y A	JP 2004-257789 A (Yazaki Corp.), 16 September 2004 (16.09.2004), fig. 5, 6 (Family: none)	1-11 13, 14 12
Y Y A	JP 5652315 B2 (Omron Corp.), 14 January 2015 (14.01.2015), entire text; all drawings & US 9068871 B2 entire text; all drawings & EP 2703786 A1 entire text; all drawings & WO 2012/147586 A1 entire text; all drawings	1-11 13, 14 12

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 January 2017 (05.01.17)	Date of mailing of the international search report 17 January 2017 (17.01.17)
---	--

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. G01F1/684(2006.01)i, G01F1/00(2006.01)i, G01N25/18(2006.01)i, G01P5/10(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. G01F1/684, G01F1/00, G01N25/18, G01P5/10

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	J P 2 0 0 4 - 2 5 7 7 8 9 A (矢崎総業株式会社)	1-11
Y	2004.09.16, 【図5】【図6】	13, 14
A	(ファミリー無し)	12
Y	J P 5 6 5 2 3 1 5 B 2 (オムロン株式会社)	1-11
Y	2015.01.14, 全文, 全図	13, 14
A	&US 9068871 B2 (全文, 全図)	12
	&EP 2703786 A1 (全文, 全図)	
	&WO 2012/147586 A1 (全文, 全図)	

☐ 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

05.01.2017

国際調査報告の発送日

17.01.2017

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)

森 雅之

2 F

8505

電話番号 03-3581-1101 内線 3216