(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
2020年9月17日(17.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/184344 A1

(51) 国際特許分類:
G01F 1/696 (2006.01) *G01F 15/04* (2006.01)
G01F 3/22 (2006.01) *G01N 25/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/009226

(22) 国際出願日： 2020年3月4日(04.03.2020)

(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 2019-047694 2019年3月14日(14.03.2019) 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).

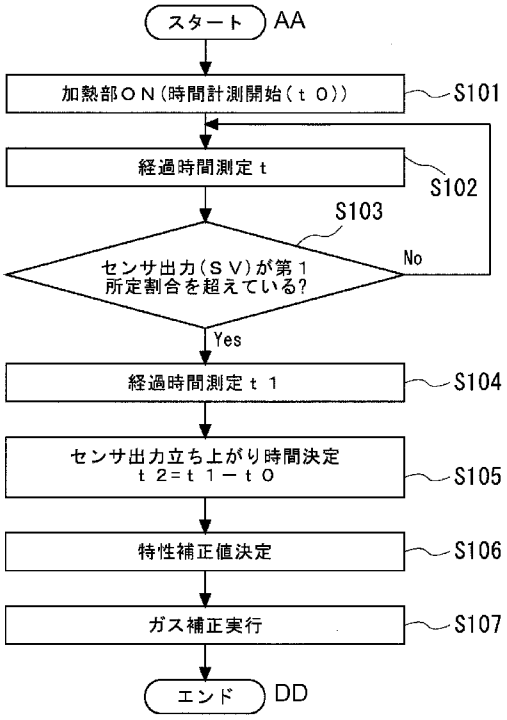
(72) 発明者: 山本 克行 (**YAMAMOTO, Katsuyuki**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人秀和特許事務所 (**IP FIRM SHUWA**); 〒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,

(54) **Title:** FLOW AMOUNT MEASUREMENT DEVICE, GAS METER COMPRISING FLOW AMOUNT MEASUREMENT DEVICE, AND FLOW AMOUNT MEASUREMENT DEVICE UNIT FOR GAS METER

(54) 発明の名称： 流量測定装置、流量測定装置を備えたガスメータ及び、ガスメータのための流量測定装置ユニット



S101 Turn heating unit ON (time counting start (t0))
S102 Measure elapsed time t
S103 Has sensor output (SV) exceeded first prescribed ratio?
S104 Measure elapsed time t1
S105 Determine time of start-up of sensor output (t2 = t1 - t0)
S106 Determine specific correction value
S107 Execute gas correction
AA Start
DD End

(57) **Abstract:** The present invention has a heating unit that heats a fluid being measured, and a temperature detection unit that detects the temperature of the fluid being measured. The flow amount of the fluid being measured that flows through a main flow path is corrected on the basis of the tendency for a detection value obtained by the temperature detection

WO 2020/184344 A1

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

unit to change over time.

(57) 要約:測定対象流体を加熱する加熱部と、測定対象流体の温度を検出する温度検出部と、温度検出部による検出値の時間経過に伴う変化傾向に基づいて、主流路を流れる測定対象流体の流量を補正する。

明　細　書

発明の名称 ：

流量測定装置、流量測定装置を備えたガスメータ及び、ガスメータのための流量測定装置ユニット

技術分野

[0001]　本発明は、流量測定装置、流量測定装置を備えたガスメータ及び、ガスメータのための流量測定装置ユニットに関する。

背景技術

[0002]　従来、ヒータおよびセンサを備え、流体の流れによって変化する温度分布をセンサが検知することにより、流体の流速又は流量を算出する測定装置が提案されていた。

[0003]　また、加熱部および温度検出部が、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、流量検出部は、物性値検出流路を除く位置に配置されていることを特徴とする流量測定装置が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。

[0004]　ここで、上述のような、従来の流量測定装置においては、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る物性値検出部を設けることで、流量依存性への対処を可能とする。しかしながら、測定対象流体の組成や種類が近似するような場合には、流量依存性を抑制することが困難な場合があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 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

[0006]　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、流量測定装置

において、より精度を高めた流量測定を可能にする技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するための本発明は、

主流路を流れる測定対象流体の流量を検出する流量測定装置であって、

測定対象流体を加熱する加熱部と、

前記測定対象流体の温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部による検出値の時間経過に伴う変化傾向に基づいて、前記主流路を流れる測定対象流体の流量を補正する流量補正部と、

を備えることを特徴とする、流量測定装置である。

[0008] 本流量測定装置によれば、温度検出部の出力について、測定対象流体への加熱の開始からの時間経過に伴う変化傾向に基づいて、組成や種類が近似する流体の物性による影響を抑制し、流量依存性の影響を受け難い正確な流量を出力することが可能となる。

[0009] また、本発明においては、前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の開始を始点として、前記検出値が、前記加熱された前記測定対象流体の前記検出部近傍での熱平衡温度の第１所定割合を超えるまでの第１経過期間に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有するようにしてもよい。

[0010] ここで、第１所定割合とは、例えば、加熱部によって加熱された流体の熱平衡状態を１００パーセントとして表される、加熱期間中の複数の温度検出部の出力に対する相対的な度合いを示す指標である。上述のように、測定対象流体への加熱の開始から、温度検出部の出力が、加熱された測定対象流体の熱平衡温度の第１所定割合を超えるまでの第１経過期間に基づいて測定対象流体の流量を補正することで、組成や種類が近似する流体の熱拡散に影響する物性への依存性を低減した流量を出力することが可能になる。

[0011] また、本発明においては、前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の開始から、前記検出値が、前記加熱された前

記測定対象流体の前記温度検出部近傍での熱平衡温度の第２所定割合に到達したときの時間変化の傾斜に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有するようにしてもよい。

[0012] ここで、第２所定割合とは、第１所定割合と同様の、加熱部によって加熱された流体の熱平衡状態を１００パーセントとして表される、加熱期間中の複数の温度検出部の出力に対する相対的な度合いを示す指標である。上述のように、測定対象流体への加熱の開始から、温度検出部の出力が、加熱された測定対象流体の熱平衡温度の第２所定割合に到達したときの時間変化の傾斜に基づいて補正することで、組成や種類が近似する流体の熱拡散に影響する物性への依存性を低減した流量を出力することが可能になる。

[0013] また、本発明においては、前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の停止から、前記熱平衡温度に到達した前記検出値が、前記熱平衡温度の第３所定割合を下回るまでの第２経過期間に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有するようにしてもよい。

[0014] ここで、第３所定割合とは、第１所定割合と同様の、熱平衡状態を１００パーセントとして表される、相対的な度合を示す指標である。上述のように、測定対象流体への加熱の停止によって熱量の供給が停止された流体の、温度検出部の出力が、熱平衡温度の第３所定割合を下回るまでの第２経過期間に基づいて補正するようにすれば、流体の熱拡散に影響する物性への依存性を低減した流量を出力することが可能になる。

[0015] また、本発明においては、前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の開始から第３経過期間が経過した時点の、前記検出値に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有するようにしてもよい。これによれば、第３経過期間が経過した時点の温度検出部の出力に基づいて、主経路を流れる測定対象流体の流量を直接的に補正することが可能になる。その結果、演算装置への負荷を減少し、より高速な処理を実現することが可能となる。

[0016] また、本発明においては、前記流量補正部は、

前記測定対象流体の流れが停止状態のときに、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正するための、前記検出値の時間経過に伴う変化傾向を示す情報を取得するようにしてもよい。これによれば、流体の熱拡散に影響する物性についての流量依存性が抑制できるため、流量測定の精度が向上できる。

[0017] また、本発明においては、

前記加熱部と前記温度検出部とが、前記測定対象流体の流れ方向を横切る方向に配列されていてもよい。また、前記温度検出部は複数設けられ、少なくとも２つの前記温度検出部は、前記加熱部を挟み込む位置に配列されていてもよい。また、前記温度検出部は、冷接点と温接点を有し、前記冷接点が前記測定対象流体の流れ方向に対して上流側に位置し、前記温接点が前記測定対象流体の流れ方向に対して下流側に位置するように配置されるようにしてもよい。このような構成であっても、流体の熱拡散に影響する物性についての流量依存性を抑制し、流量測定の精度を向上できる。

[0018] また、本発明は、上記した流量測定装置と、

前記流量補正部により補正された流量を表示する表示部と、

前記流量測定装置及び前記表示部を制御する統合制御部と、

を備える、流量測定ユニットであってもよい。

[0019] そうすれば、より容易または効率的に、測定対象流体の流量を出力・表示可能なガスメータを製造することが可能になる。

[0020] また、本発明は、上記した流量測定装置と、

前記流量測定装置により測定した流量を表示する表示部と、

前記流量測定装置及び前記表示部を制御する統合制御部と、

前記流量測定装置、表示部、及び統合制御部に電力を供給する電源部と、

前記流量測定装置、表示部及び、統合制御部を収納可能な筐体と、

前記筐体の外部から前記流量測定装置の作動に関する設定が可能な操作部と、

を備える、ガスメータであってもよい。

[0021] これによれば、より精度を高めた流量測定が可能なガスメータを提供することができる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、流量測定装置において、より精度を高めた流量測定が可能になる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の実施例１における流量測定装置の一例を示す分解斜視図である。

[図2]本発明の実施例１における流量測定装置の一例を示す断面図である。

[図3]本発明の実施例１における副流路部を示す平面図である。

[図4]本発明の実施例１におけるセンサ素子の一例を示す斜視図である。

[図5]本発明の実施例１における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]本発明の実施例１における流量検出部の概略構成を示す平面図である。

[図7]本発明の実施例１における物性値検出部の概略構成を示平面図である。

[図8]本発明の実施例１における回路基板の機能構成を示すブロック図である。

[図9]各流体と、各流体が熱平衡状態に至るまでの過渡時間との関係を示すグラフである。

[図10]各流体の立ち上がり時間と熱伝導率との関係を示すグラフである。

[図11]本発明の実施例１における流量測定処理のフローチャートである。

[図12]本発明の実施例２における流量測定処理のフローチャートである。

[図13]本発明の実施例３における流量測定処理のフローチャートである。

[図14]本発明の実施例４における流量測定処理のフローチャートである。

[図15]本発明の実施例５におけるガスメータの機能構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0024] 〔適用例〕

以下、本発明の適用例について、図面を参照しつつ説明する。本発明は例えば、図１に示すような熱式の流量測定装置１に適用される。流量測定装置１は、図２に示すように、主流路部２を流れる流体を分流し、その一部を流量検出部１１に導いて、主流路部２の流体の流量と高い相関を有する、流量検出部１１における流量を測定するものである。流量検出部１１に用いられるセンサ素子は、図４に示すように、マイクロヒータ（加熱部）１０１を挟んで二つの温度検出部１０２が配置された構成を有する。

[0025] 測定原理としては、流体の流れがない場合、図５（ａ）に示すようにマイクロヒータ１０１の周囲の温度分布はほぼ均等になる。一方、例えば、図５（ｂ）において破線の矢印で示す方向に流体が流れた場合、未加熱の流体が移動するため、マイクロヒータ１０１の上流側よりも下流側の方が温度は高くなる。このように、二つの温度検出部１０２で検出される温度の温度差ΔＴと、その上を通過する流体の流量との間の、ヒータ熱の分布の偏りに伴う相関関係を利用したものである。

[0026] また、流量測定装置１の機能ブロック図８に示すように、流量検出部１１の出力は、回路基板５に配置されたＣＰＵ（Central Processing Unit）により実現される制御部１３の検出値取得部１３１に送信され、流量算出部１３３において必要な補正などが施された上で、最終的な出力としての流量が算出される。

[0027] しかしながら、測定対象流体の組成や種類が近似するような場合には、二つの温度検出部１０２で検出される温度の温度差ΔＴの所定の範囲内に、上記の組成や種類が近似する流体が含まれてしまう場合があった。例えば、比熱の値が近い複数の種類の物質を混合した流体を測定する場合には、流体の質量や移動のしやすさ等の物理特性に依存するため、流量算出部１３３で施される補正に対して流量依存性の抑制が困難になる状況が生じていた。

[0028] ところで、図９に示すように、マイクロヒータ１０１の加熱開始から熱平衡状態に至るまでの時間経過に伴う過渡応答特性は、流体を構成する物性と

の間に相関関係を有することがわかる。また、図１０に示すように、加熱開始から熱平衡状態に至るまでの立ち上がり時間は、流体が有する物性との間に相関関係を有することがわかる。ここで、流体が有する物性とは、例えば、熱伝導率や比熱、粘性、密度等の熱拡散に関する特性である。

[0029] そこで、本発明においては、複数の温度検出部の出力の時間経過に伴う変化傾向に基づいて、主流路を流れる測定対象流体の流量を補正する流量補正部を備えることとした。これにより、加熱開始から熱平衡状態に至るまでの時間経過に伴う過渡応答特性に基づいて補正を行うことが可能になり、組成や種類が近似する流体の物性による影響を抑制し、流量依存性の影響を受け難い正確な流量を出力することが可能となった。

[0030] なお、本発明は上記のような熱式の流量測定装置１に適用してもよいし、流量測定装置１を備えた図１５に示すようなガスメータ１５０に適用しても構わない。ガスメータ１５０は、流量測定装置１の他、表示部１５１、電源部１５２、操作部１５３、振動検出部１５４、遮断部１５５、ガスメータ制御部１５６、ガスメータ記憶部１５７、ガスメータ通信部１５８を備えている。

[0031] また、本発明は、図１５において、流量測定装置１、表示部１５１、電源部１５２、ガスメータ制御部１５６を含む要素をユニット化し、ガスメータ１５０を製造する際に組み込み容易とした、流量測定装置ユニット１５０ａに適用しても構わない。

[0032] ＜実施例１＞

以下では、本発明の実施例に係る流量測定装置について、図面を用いて、より詳細に説明する。

[0033] ＜装置構成＞

図１は、本実施例に係る流量測定装置１の一例を示す分解斜視図である。図２は、流量測定装置１の一例を示す断面図である。流量測定装置１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、その他医療等の産業機器、組込機器に組み込まれ、流路を通過する流体の量を測定する。

なお、図１及び図２の破線の矢印は、流体の流れる方向を例示している。

[0034] また、図１に示すように、本実施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。図１及び図２に示すように、本実施例では、流量測定装置１は主流路部２から分岐した副流路部３を有する。また副流路部３には、流量検出部１１と、物性値検出部１２が備えられる。流量検出部１１及び物性値検出部１２は、マイクロヒータによって形成される加熱部とサーモパイルによって形成される温度検出部とを含む熱式のフローセンサによって構成されている。また、本実施例では、物性値検出部１２を利用して流体の物性値を検出し、流量検出部１１によって検出される流量を流体の物性値に基づいて補正するものとするが、流量測定装置１は、物性値検出部１２を備えていなくてもよい。

[0035] 主流路部２は、測定対象である流体の流路（以下、主流路ともいう）が長手方向に貫通した管状の部材である。図２に示すように、主流路部２の内周面には、流体の流れ方向に対して、上流側に流入口（第１流入口）３４Ａが形成され、下流側に流出口（第１流出口）３５Ａが形成されている。例えば主流路部２の軸方向の長さは約５０ｍｍであり、内周面の直径（主流路部２の内径）は約２０ｍｍであり、主流路部２の外径は約２４ｍｍであるが、主流路部２の寸法はこれらに限定されない。また、主流路部２には、流入口３４Ａと流出口３５Ａとの間にオリフィス２１が設けられている。オリフィス２１は、主流路部２においてその前後よりも内径が小さくなった抵抗体であり、オリフィス２１の大きさによって副流路部３へ流入する流体の量を調整することができる。

[0036] 図１及び図２においては、主流路から分岐した副流路を内部に含む部分である副流路部３は主流路部２の鉛直上方に設けられている。また、副流路部３内の副流路は、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とを含む。副流路部３には、主流路部２を流れる流体の一部が分岐して流入する。

[0037] 流入用流路３４は、主流路部２を流れる流体を流入させて、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における流体の流れ方向と垂直な方向に沿って形成されており、一端が流入口３４Ａに連通し、他端は物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３に連通している。主流路部２を流れる流体の一部は、流入用流路３４を介して、さらに物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３に分流する。このような物性値検出用流路３２及び流量検出用流路３３には、主流路部２を流れる流体の量に応じた量の流体が流入する。したがって、流量検出部１１は、主流路部２を流れる流体の量に応じた値を検出することができる。

[0038] 図１に示すように、物性値検出用流路３２は、主流路部２の鉛直上方に形成され、主流路部２と平行な方向に延在する、上側から見た断面が略Ｕ字型の流路である。物性値検出用流路３２は、その内部に、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が配置されている。物性値検出用流路３２の一端は、流入用流路３４を介して流入口３４Ａに連通しており、他端は、流出用流路３５を介して流出口３５Ａに連通している。

[0039] 流量検出用流路３３も、主流路部２における流体の流れ方向と平行な方向に延在する、上側から見た断面が略Ｕ字型の流路である。流量検出用流路３３には、その内部に、流体の流量を検出するための流量検出部１１が配置されている。また、流量検出用流路３３の一端は、流入用流路３４を介して流入口３４Ａに連通しており、他端は、流出用流路３５を介して流出口３５Ａに連通している。なお、物性値検出部１２、流量検出部１１は、それぞれ回路基板５上に実装される。そして、回路基板５は、上部に開口を有する物性値検出用流路３２、流量検出用流路３３の上部を覆うと共に、物性値検出用流路３２に物性値検出部１２が位置し、流量検出用流路３３に流量検出部１１が位置するように配置される。

[0040] 流出用流路３５は、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３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３５は、主流路部２と垂直な方向に沿って形成されており、一端が流出

口３５Ａに連通し、他端は物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３に連通している。物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３を通過した測定対象流体は、流出用流路３５を介して、主流路部２に流出する。

[0041] 本実施例では、上述のように、１つの流入口３４Ａから流入させた測定対象流体を、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３に分流させている。これにより、流量検出部１１および物性値検出部１２は、それぞれ温度、密度などの条件がほぼ等しい流体に基づいて、測定対象の流体の物性値や流量を検出することができる。なお、流量測定装置１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。

[0042] 図３は、図１に示される副流路部３の平面図である。図３に示すように、物性値検出用流路３２と流量検出用流路３３とは、平面視で流入用流路３４の中心軸の位置と流出用流路３５の中心軸の位置とを結ぶ線（不図示）に対して対称に配置されている。また、矢印Ｐ及びＱは、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３に分流する流体の流量の比率を模式的に表している。本実施例では、分流される流体の量がＰ対Ｑの割合になるように、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３の断面積が定められている。

[0043] 実際に物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３を流れる流体の量は、主流路部２を流れる流体の流量に応じて変動するが、通常の使用態様において、物性値検出用流路３２を流れる流体の量は物性値検出部１２の検出レンジ内の値となり、流量検出用流路３３を流れる流体の量は流量検出部１１の検出レンジ内の値となるように、主流路部２に対する副流路部３の大きさやオリフィス２１の大きさ、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３の幅がそれぞれ設定されている。なお、物性値検出用流路３２及び流量検出用流路３３の幅は例示であり、図３に示す例には限定されない。

[0044] このように、流量測定装置１では、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３に分流する流体の流量を、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１２の検出レンジに応じて物性値検出用流路３２を流れる流体の流量を制御し、流量検出部１１の検出レンジに応じて流量検出用流路３３を流れる流体の流量を制御することができる。

[0045] 物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３は、何れも上面視において略コ字型に形成された構成には限定されない。すなわち、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３は、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３を通過する流体の流量が制御可能な幅（断面積）に設定されていれば、他の形状を採用するようにしてもよい。

[0046] また、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３において物性値検出部１２、流量検出部１１が配置される空間の形状を上面視において略正方形にしているが、本発明はこれに限定されない。物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３の形状は、物性値検出部１２または流量検出部１１が配置可能であればよく、配置される物性値検出部１２および流量検出部１１の形状等に応じて決定することができる。

[0047] したがって、例えば、物性値検出用流路３２の幅よりも、物性値検出部１２のサイズが小さい場合には、物性値検出用流路３２において物性値検出部１２が配置される空間の幅を、物性値検出量流路３２の他の部分の幅に一致させてもよい。すなわち、この場合は、物性値検出用流路３２の長手方向に延在する部分は、幅がほぼ一定の形状になる。なお、流量検出用流路３３についても同様である。

[0048] 以上のように、物性値検出用流路３２および流量検出用流路３３を流れる流体の量は、主流路部２を流れる流体の量よりも少ないが、それぞれ主流路部２を流れる流体の量に応じて変化する。仮に流量検出部１１や物性値検出部１２を主流路部２に配置する場合は、主流路部２を流れる流体の量に応じて流量検出部１１および物性値検出部１２の規模を大きくする必要が生じるが、本実施形態では主流路部２から分岐する副流路部３を設けることにより、規模の小さい流量検出部１１および物性値検出部１２によって流体の流量

を測定できるようにしている。

[0049] また、本実施例においては、物性値検出用流路３２の断面積の方が流量検出用流路３３の断面積よりも小さく、図３において矢印Ｐ及びＱの大きさで表したように物性値検出用流路３２を流れる流体の量の方が流量検出用流路３３を流れる流体の量よりも少なくなっている。このように、流量検出部１１を流れる流体の量よりも物性値検出部１２を流れる流体の量の方を少なくすることにより、物性値検出部１２が流体の物性値や温度を検出する際の流量の影響による誤差を小さくすることができる。

[0050] 図４は、流量検出部１１及び物性値検出部１２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（加熱部ともいう）１０１と、マイクロヒータ１０１を挟んで対称に設けられた二つのサーモパイル（温度検出部ともいう）１０２とを備える。すなわち、マイクロヒータ１０１と二つのサーモパイル１０２とは、所定の方向に並ぶように配置されている。これらの上下には、図５に示すように絶縁薄膜１０３が形成され、マイクロヒータ１０１、サーモパイル１０２及び絶縁薄膜１０３はシリコン基台１０４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１０４には、エッチング等により形成されるキャビティ（空洞）１０５が設けられている。

[0051] 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である。図５においては、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ことを示すものとする。流体の流れがない場合、図５（ａ）に示すようにマイクロヒータ１０１の周囲の温度分布はほぼ均等になる。一方、例えば図５（ｂ）において破線の矢印で示す方向に流体が流れた場合、流体が移動するため、マイクロヒータ１０１の上流側には未加熱の流体が流入し、マイクロヒータ１０１の上流側よりも下流側の方が温度は高くなる。センサ素子１００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。

[0052] センサ素子の出力電圧ΔＶは、例えば次のような式（１）で表される。

[数1]

$$\Delta V = A \cdot (T_h - T_a) \sqrt[b]{v_f} \qquad \cdots (1)$$

なお、Ｔｈはマイクロヒータ１０１の温度（サーモパイル１０２におけるマイクロヒータ１０１側の端部の温度）、Ｔａはサーモパイル１０２におけるマイクロヒータ１０１から遠い側の端部の温度のうち低い方の温度（図５（ａ）では左側のサーモパイル１０２の左端の温度又は右側のサーモパイル１０２の右端の温度であり、図５（ｂ）では上流側の端部である左側のサーモパイル１０２の左端の温度）、Ｖｆは流速の平均値、Ａ及びｂは所定の定数である。

[0053] また、流量測定装置１の回路基板５は、ＩＣ（Integrated Circuit）等により実現される制御部（図示せず）を備え、流量検出部１１の出力に基づいて流量を算出する。また、回路基板５は、物性値検出部１２の出力に基づいて所定の特性値を算出し、特性値を用いて流量を補正してもよい。

[0054] ＜流量検出部及び物性値検出部＞

図６は、図１に示した流量検出部１１の概略構成を示す平面図であり、図７は、図１に示した物性値検出部１２の概略構成を示す平面図である。図６に示すように、流量検出部１１は、測定対象の流体の温度を検出する第１サーモパイル（温度検出部ともいう）１１１および第２サーモパイル（温度検出部ともいう）１１２と、測定対象流体を加熱するマイクロヒータ（加熱部ともいう）１１３とを備えている。加熱部１１３と、温度検出部１１１および温度検出部１１２とは、流量検出部１１内において、測定対象流体の流れ方向Ｐに沿って並べて配置されている。また、加熱部１１３、温度検出部１１１、および温度検出部１１２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。

[0055] 温度検出部１１１および温度検出部１１２は、加熱部１１３の上流側に温度検出部１１２が配置され、下流側に温度検出部１１１が配置されて、加熱

部１１３を挟んで対称な位置の温度を検出する。

[0056] 流量測定装置１では、物性値検出部１２および流量検出部１１に、実質的に同一構造のセンサ素子１００が用いられている。物性値検出部１２のセンサ素子１００と流量検出部１１のセンサ素子１００とは、流体の流れ方向に対する配置角度を、センサ素子１００の平面視上、９０度異ならせて配置されている。これにより、同一構造のセンサ素子１００を物性値検出部１２及び流量検出部１１に使用することができ、流量測定装置１の製造コストを抑制することができる。

[0057] 一方、図７に示すように、物性値検出部１２は、測定対象流体の温度を検出する第１サーモパイル（温度検出部ともいう。）１２１および第２サーモパイル（温度検出部ともいう。）１２２と、測定対象流体を加熱するマイクロヒータ（加熱部ともいう。）１２３とを備えている。加熱部１２３と、温度検出部１２１および温度検出部１２２とは、物性値検出部１２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、加熱部１２３、温度検出部１２１、および温度検出部１２２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、温度検出部１２１および温度検出部１２２は、加熱部１２３を挟んで左右対称に配置されており、加熱部１２３の両側の対称な位置の温度を検出する。したがって、温度検出部１２１および温度検出部１２２の測定値はほぼ同一であり、平均値を採用するようにしてもよいし、いずれか一方の値を採用するようにしてもよい。

[0058] ここで、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、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、温度検出部１２１と、加熱部１２３と、温度検出部１２２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温度検出部１２１および温度検出部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、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。

[0059] また、加熱部１２３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、加熱部１２３は測定対象流体の流れ方向の広範囲に亘って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、温度検出部１２１および温度検出部１２２の出力特性の変化を低減することができる。同様に、流体温度を測定する場合においては、流速により生じる測定値の誤差を低減することができる。なお、流体温度は、温度検出部１２１および温度検出部１２２が検出した温度から、加熱部１２３による加熱での温度上昇分を減じて求めるようにしてもよいし、加熱部１２３が加熱を行わない状態で検出するようにしてもよい。物性値検出部１２によれば、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を抑え、物性値及び流体温度の検出精度を向上させることができる。

[0060] さらに、温度検出部１２１および温度検出部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、温度検出部１２１および温度検出部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、温度検出部１２１および温度検出部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。

[0061] ＜機能構成＞

図８は、流量測定装置１の機能構成の一例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、記憶部１４と、通信部１５とを備えている。流量検出部１１は、温度検出部１１１と、温度検出部１１２とを備える。物性値検出部１２は、温度検出部１２１と、温度検出部１２２とを備える。なお、図６に示した加熱部１１３及び図７に示した加熱部１２３は、図示を省略している。また、制御部１３は

、検出値取得部１３１と、特性値算出部１３２と、流量算出部１３３とを含む。記憶部１４は、フラッシュメモリ、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）等の記憶媒体を含み、補正テーブル１４１が保持される。

[0062] 流量検出部１１は、温度検出部１１１において検出された温度に応じた信号と温度検出部１１２において検出された温度に応じた信号との差分を算出し、制御部１３の検出値取得部１３１に出力する。物性値検出部１２は、温度検出部１２１において検出された温度に応じた信号を特性値算出部１３２に出力する。なお、物性値検出部１２は、温度検出部１２１および温度検出部１２２において検出された温度に応じた信号の平均値を求め、特性値算出部１３２に出力するようにしてもよい。また、温度検出部１２１又は温度検出部１２２のいずれか一方を用いて温度に応じた信号を取得するようにしてもよい。

[0063] 検出値取得部１３１は、所定の測定間隔で、流量検出部１１が出力する流体の流量に応じた検出値を取得する。特性値算出部１３２は、物性値検出部１２の温度検出部１２１及び温度検出部１２２の少なくともいずれかの検出値に基づいて特性値を算出する。なお、特性値算出部１３２は、物性値検出部１２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温度検出部１２１や温度検出部１２２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ようにしてもよい。

[0064] 流量算出部１３３は、検出値取得部１３１が取得した検出値に基づいて、流量を算出する。このとき、流量算出部１３３は、物性値検出部１２が算出した特性値を用いて流量を補正するようにしてもよい。また、通信部１５は、制御部１３において処理した情報を外部に対して無線または有線で送信し、外部から指令や設定値を無線または有線で受信し制御部１３に伝達する。なお、外部から受信された設定値には、記憶部１４の補正テーブル１４１に保持されるデータが含まれる。補正テーブル１４１には、例えば、過渡応答特性の計測値に対応する補正係数が格納される。

[0065] ところで、従来の流量算出部１３３では、（１）式で得られるΔＶ式に基づき、流体の体積流量（Ｌ／ｍｉｎ）が算出される。流体の流れがない場合、図５（ａ）に示すようにマイクロヒータ１０１の周囲の温度分布はほぼ均等になる。マイクロヒータ１０１の周囲の温度分布は、マイクロヒータ１０１から供給される熱量、および、流体の物性（熱伝導率や比熱、粘性、密度等）にしたがって熱平衡状態に至る。

[0066] 図９には、マイクロヒータ１０１の加熱開始から熱平衡状態に至るまでの、マイクロヒータ１０１を挟んで対称に設けられた二つのサーモパイル１０２で検出されたセンサ出力ＳＶについて、熱平衡状態近傍の時間経過に伴う過渡応答特性を示すグラフが例示される。図９において、縦軸は物性値検出部１２の温度検出部１２１または１２２の出力ＳＶであり、横軸は加熱部１２３の加熱開始からの経過時間（ｍｓ）を表す。なお、物性値検出部１２の出力ＳＶは、熱平衡状態のセンサ出力値を１００パーセントして規格化されている。また、物性値検出部１２の出力ＳＶは、温度検出部１２１および温度検出部１２２のうちのいずれか一方の出力でもよいし、温度検出部１２１の出力と温度検出部の出力の平均値でもよい。以下、温度検出部１２１および温度検出部１２２のうちのいずれか一方の出力、温度検出部１２１の出力と温度検出部の出力の平均値を単に、温度検出部１２１等の出力という。

[0067] 図９に示すように、熱平衡状態に到達するまでの経過時間は、流体を構成する物性に応じて相違していることがわかる。例えば、センサ出力ＳＶが熱平衡状態に対して９５パーセントを示す値に到達するまでの経過時間は、流体の熱拡散に関する物性（熱伝導率や比熱、粘度、密度等）の影響を受けるため、３種類のガス（空気、都市ガス１３Ａ、Ｃ１２）のそれぞれに相違することがわかる。図９の例では、空気による経過時間ｔ１は都市ガス１３Ａの経過時間ｔ２より長大であり、Ｃ１２による経過時間ｔ３は都市ガス１３Ａよりも短小である。

[0068] 図１０には、図９における３種類のガスに関する経過時間と熱伝導率λ（ｍＷ／ｍ・Ｋ）との関係を示すグラフが例示される。図１０において、縦軸

は経過時間（ｍｓ）、横軸は熱伝導率を表す。図１０に示すように、経過時間が最も長大な空気では、熱伝導率が相対的に最も低いことがわかる。また、経過時間が最も短小なガスＣ１２では、熱伝導率が相対的に最も高いことがわかる。経過時間がガスＣ１２より長大で、且つ、空気より短小な都市ガス１３Ａでは、熱伝導率が空気より相対的に高く、ガスＣ１２より相対的に低いことがわかる。このように、これらの流体においては、加熱開始から熱平衡状態の所定割合（９５パーセント）に至るまでの経過時間が長大な程、熱伝導率が低いという関係が有る。

[0069] したがって、このような過渡応答特性と熱伝導率との関係を、予め実験的に計測し、平均値や標準偏差分布等の統計処理が施された計測結果をメモリ等に補正テーブルとして保持することで、物性値検出部１２等からの出力ＳＶから、測定対象流体の物性値を直接的に補正することが可能になる。この結果、流体の組成の影響を受け難くした流量測定が可能になる。

[0070] ここで、過渡応答特性の一例として、図９に示すようにヒータ加熱開始から、センサ出力（ＳＶ）が平衡状態の所定割合に到達するまでの経過時間であるセンサ立ち上がり時間が例示できる。また、ヒータの加熱開始から平衡状態に到達するまでの経過過程における、センサ出力（ＳＶ）変化の傾き（ΔＳＶ／Δｔ）を過渡応答特性として計測してもよい。センサ出力変化の傾きには、流体の種別に対応した物性値が反映されるからである。

[0071] さらに、図９のグラフに示すように、所定の経過時間に対応したセンサ出力を過渡応答特性として計測することも可能である。同様にして、ヒータの加熱停止から、センサ出力（ＳＶ）が平衡状態の所定割合を下回るまでの経過時間であるセンサ立下り時間を過渡応答特性として計測してもよい。何れにおいても、計測対象の過渡応答には、流体の種別に対応した物性値が反映される。

[0072] ＜流量測定処理＞

図１１は、流量測定装置１における流量測定処理の一例を示す処理フロー図である。本処理は、流量測定装置１の回路基板１に備えられたＣＰＵ（不

図示）から、流量検出部１１、物性値検出部１２、制御部１３に指令を発信することで実行される。本処理が実行されると、まずステップＳ１０１において物性値検出部１２における加熱部１２３がＯＮされるタイミングを契機として時間計測が開始される。Ｓ１０２においては、加熱部１２３を駆動する電流の印加開始を時刻（ｔ０）として経過時間（ｔ）が測定される。Ｓ１０２の処理が終了するとＳ１０３に進む。

[0073] Ｓ１０３においては物性値検出部１２の温度検出部１２１等の検出値（ＳＶ）が第１所定割合を超えていることが判定される。ここで、第１所定割合は、測定対象流体の熱平衡値で規格化された、立ち上がり時間を特定するための予め定められた閾値である。このような、第１所定割合として、例えば、流量測定対象流体の熱平衡値を１００パーセントとして、粗９５パーセントに相当する値が例示される。

[0074] Ｓ１０３の処理では、物性値検出部１２の温度検出部１２１等の出力信号が制御部１３の特性値算出部１３２に送信されることで特性値算出部１３２によりセンサ出力（ＳＶ）が検出される。そして、検出されたＳＶが第１所定割合を超えている場合には（Ｓ１０３、“Ｙｅｓ”）、処理はＳ１０４に進み、そうでない場合には（Ｓ１０３、“Ｎｏ”）、処理はＳ１０２に進む。

[0075] Ｓ１０４においては、経過時間（ｔ１）が測定される。Ｓ１０４の処理が終了すると、Ｓ１０５に進む。Ｓ１０５においては、センサ出力立ち上がり時間が決定される。より具体的には、流量測定対象流体に関するセンサ出力立ち上がり時間（ｔ２）は、経過時間で測定された時刻（ｔ１）と時間計測開始の時刻（ｔ０）との差分から決定される。Ｓ１０５の処理が終了するとＳ１０６進む。

[0076] Ｓ１０６においては、センサ立ち上がり時間と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）の間の補正係数を用いて、流量測定対象流体の特性補正値が決定される。より具体的には、流量算出部１３２において、予め回路基板５上の記憶部１４に記憶されている補正テーブル１４１にアクセスし、センサ立ち上がり時間（

ｔ２）に対応する特性補正値が求められる。Ｓ１０６の処理が終了するとＳ１０７に進む。Ｓ１０７においては、流量算出部１３２においてさらに、必要に応じて、特性補正値を反映させた特性値算出部１３２からの出力に基づいたガス補正が行われ、最終的な流体の体積流量（Ｌ／ｍｉｎ）が出力される。Ｓ１０７の処理が終了すると、本ルーチンを一旦終了する。

[0077] 上述のように、本実施例においては、物性値検出部１２から出力される温度検出部１２１等の規格化された検出値（ＳＶ）が第１所定割合に到達するセンサ出力立ち上がり時間と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）との関係から流体の物性特性を補正し、体積流量（Ｌ／ｍｉｎ）が出力されることとした。これにより、測定対象流体の組成や種類の近似による物性の相違を、過渡応答特性であるセンサ立ち上がり時間を用いて判別することが可能になり、流体についての物性の影響を受けず、より精度の高い流量測定が可能になる。さらに、流量算出部１３３における補正内容をより簡略化することができ、制御部１３における演算負荷を低減することが可能になる。

[0078] ＜実施例２＞

次に、実施例２として、センサ出力立ち上がり変化の傾きによる特性補正を可能とした例について説明する。図１２は、流量測定装置１における流量測定処理の他の一例を示す処理フロー図である。なお、以下の、図１２から図１４に示す処理の実行は、実施例１と同様である。

[0079] まずステップＳ１１１において物性値検出部１２における加熱部１２３がＯＮされるタイミングを契機として時間計測が開始され、ステップＳ１１２においては、加熱部１２３を駆動する電流の印加開始を時刻（ｔ０）として経過時間（ｔ）が測定される。Ｓ１１３においては物性値検出部１２の温度検出部等の検出値（ＳＶ）が第２所定割合に到達したことが判定される。第２所定割合は、測定対象流体の熱平衡値で規格化された、立ち上がり変化の傾きを求めるための予め定められた閾値である。第２所定割合として、例えば、測定対象流体の熱平衡値を１００パーセントとして、粗９０パーセントに相当する値が例示される。但し、第２所定割合として設定される値は、例

えば、立ち上がり変化の単位時間の割合が誤差の範囲内で近似する領域の中から選定可能である。

[0080] Ｓ１１３の処理では、物性値検出部１２の温度検出部１２１及び温度検出部１２２の出力信号が制御部１３の特性値算出部１３２に送信されることで特性値算出部１３２によりセンサ出力（ＳＶ）が検出される。そして、検出されたセンサ出力（ＳＶ）が第２所定割合に到達した場合には（Ｓ１１３、“Ｙｅｓ”）、処理はＳ１１４に進み、そうでない場合には（Ｓ１１３、“Ｎｏ”）、処理はＳ１１２に進む。

[0081] Ｓ１１４においては、経過時間（ｔ３）が測定される。Ｓ１１５においては、センサ出力変化の傾きが決定される。より具体的には、センサ出力変化の傾きは、センサ出力（ＳＶ）を経過時間（ｔ３）で除算した値から決定される。Ｓ１１６においては、センサ出力変化の傾き（ＳＶ／ｔ３）と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）の間の補正係数を用いて、流量測定対象流体の特性補正値が決定される。Ｓ１１７においては、センサ出力変化の傾きから求められた補正値を反映させた特性値算出部１３２からの出力に基づいたガス補正が行われ、最終的な流体の体積流量（ｌ／ｍｉｎ）が出力される。

[0082] 上述のように、実施例２においては、温度検出部１２１等の規格化された検出値（ＳＶ）が第２所定割合に到達するセンサ出力変化の傾きと熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）との関係に基づき流体の物性特性を補正し、体積流量（Ｌ／ｍｉｎ）が出力されることとした。これにより、測定対象流体の組成や種類の近似による物性の相違を、センサ出力変化の傾きを用いて判別することが可能になる。このような過渡応答特性を用いる形態であっても、流体についての物性の影響を受けず、より精度の高い流量測定が可能になる。

[0083] ＜実施例３＞

次に、実施例３として、センサ出力立ち下がり時間による特性補正を可能とした例について説明する。図１３は、流量測定装置１における流量測定処理の他の一例を示す処理フロー図である。まずステップＳ１２１において物性値検出部１２における加熱部１２３がＯＦＦされるタイミングを契機とし

て時間計測が開始され、ステップＳ１２２においては、加熱部１２３を駆動する電流の印加停止を時刻（ｔ０）として経過時間（ｔ）が測定される。Ｓ１２３においては物性値検出部１２の温度検出部１２１等の検出値（ＳＶ）が第３所定割合を下回ることが判定される。第３所定割合は、測定対象流体の熱平衡値で規格化された、立ち上がり時間を特定するための予め定められた閾値である。第３所定割合として、例えば、測定対象流体の熱平衡値を１００パーセントとして、粗９５パーセントに相当する値が例示される。

[0084] Ｓ１２３の処理では、物性値検出部１２の温度検出部１２１等の出力信号が制御部１３の特性値算出部１３２に送信されることで特性値算出部１３２によりセンサ出力ＳＶが検出される。そして、検出されたセンサ出力ＳＶが第３所定割合を超えている場合には（Ｓ１２３、“Ｙｅｓ”）、処理はＳ１２４に進み、そうでない場合には（Ｓ１２３、“Ｎｏ”）、処理はＳ１２２に進む。

[0085] Ｓ１２４においては、経過時間（ｔ４）が測定される。Ｓ１２５においては、センサ出力立ち下がり時間が決定される。より具体的には、センサ出力立ち下がり時間（ｔ５）は、経過時間で測定された時刻（ｔ４）と時間計測開始の時刻（ｔ０）との差分から決定される。Ｓ１２６においては、センサ立ち下がり時間と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）の間の補正係数を用いて、流量測定対象流体の特性補正値が決定される。Ｓ１２７においては、センサ出力立下り時間から求められた補正値を反映させた特性値算出部１３２からの出力に基づいたガス補正が行われ、最終的な流体の体積流量（ｌ／ｍｉｎ）が出力される。

[0086] 上述のように、実施例３においては、温度検出部１２１等の規格化された検出値（ＳＶ）が第３所定割合を下回るセンサ出力立ち下がり時間と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）との関係に基づき流体の物性特性を補正し、体積流量（Ｌ／ｍｉｎ）が出力されることとした。これにより、測定対象流体の組成や種類の近似による物性の相違を、過渡応答特性であるセンサ出力立ち下がり時間を用いて判別することが可能になる。このような形態であっても、流体に

ついての物性の影響を受けず、より精度の高い流量測定が可能になる。

[0087] ＜実施例４＞

次に、実施例４として、時間経過に伴うセンサ出力（ＳＶ）による特性補正を可能とした例について説明する。図１４は、流量測定装置１における流量測定処理の他の一例を示す処理フロー図である。まずステップＳ１３１において物性値検出部１２における加熱部１２３がＮＯされるタイミングを契機として時間計測が開始され、ステップＳ１３２においては、加熱部１２３を駆動する電流の印加停止を時刻（ｔ０）として経過時間（ｔ）が測定される。Ｓ１３３においては、計測中の経過時間が所定時間（ｔ６）に到達したことが判定される。Ｓ１３３の処理では、計測中の経過時間が所定時間（ｔ６）に到達した場合には（Ｓ１３３、“Ｙｅｓ”）、Ｓ１３４に進み、そうでない場合には（Ｓ１３３、“Ｎｏ”）、Ｓ１３２に進む。

[0088] Ｓ１３４においては、物性値検出部１２の温度検出部１２１等の出力信号が制御部１３の特性値算出部１３２に送信され、所定時間（ｔ６）におけるセンサ出力（ＳＶ）が決定される。Ｓ１３５においては、決定されたセンサ出力（ＳＶ）と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）の間の補正係数を用いて、流量測定対象流体の特性補正値が決定される。Ｓ１３６においては、センサ出力（ＳＶ）から求められた補正値を反映させた特性値算出部１３２からの出力に基づいたガス補正が行われ、最終的な流体の体積流量（ｌ／ｍｉｎ）が出力される。

[0089] 上述のように、実施例４においては、所定時間経過後の、温度検出部１２１等の規格化された検出値（ＳＶ）と熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）との関係に基づき流体の物性特性を補正し、体積流量（Ｌ／ｍｉｎ）が出力されることとした。これにより、測定対象流体の組成や種類の近似による物性の相違を、過渡応答特性である所定時間経過後におけるセンサ出力を用いて判別することが可能になる。このような形態であっても、流体についての物性の影響を受けず、より精度の高い流量測定が可能になる。

[0090] ＜実施例５＞

次に、実施例５として、実施例１から実施例４に係る流量測定装置が組み込まれたガスメータ及び、流量測定装置ユニットについて説明する。本実施例は、実施例１に係る流量測定装置１を、ガスの使用量測定のためのガスメータに組み込んだ例である。図１５は、流量測定装置１が組み込まれたガスメータ１５０の機能構成の一例を示すブロック図である。ガスメータ１５０は、流量測定装置１の他、表示部１５１、電源部１５２、操作部１５３、振動検出部１５４、遮断部１５５、統合制御部としてのガスメータ制御部１５６、ガスメータ記憶部１５７、ガスメータ通信部１５８を備えている。なお、操作部１５３を除き、これらの構成は筐体１５０ｂ内に収納されている。

[0091] ここで、表示部１５１は、流量測定装置１によって測定・出力された流量（熱量流量（Ｊ／ｍｉｎ）、体積流量（ｌ／ｍｉｎ）、または両方）に基づくガス使用量の他、日付、遮断処理の有無（後述）等が表示されるディスプレイであり、液晶表示板等が用いられてもよい。電源部１５２は、流量測定装置１及び、ガスメータ１５０の他の構成に対して電力を供給する部分で、アルカリ電池等のバッテリーで構成されてもよい。操作部１５３は、ガスメータ１５０の外部に設けられており、ガス契約者または検針者等が操作する部分である。例えば、ガスメータ１５０のリセット、時刻調整、表示・出力する流量（熱量流量か体積流量か、あるいは両方か）の切換、後述する遮断状態の解除等の操作を行うことが可能としてもよい。

[0092] 振動検出部１５４は、例えば加速度センサ（不図示）等を含み、ガスメータ１５０自身の振動を検出する。遮断部１５５は、ソレノイド等のアクチュエータと主流路部２を閉塞するバルブを有し、振動検出部１５４において閾値以上の振動が検出された場合には、地震が発生したと判断して主流路部２を通過するガスを遮断する。ガスメータ制御部１５６は、流量測定装置１、表示部１５１、電源部１５２、操作部１５３、振動検出部１５４、遮断部１５５、ガスメータ記憶部１５７、ガスメータ通信部１５８と電気的に接続されており、各部の制御を行う。例えば、操作部１５３からの入力情報を受信し、入力情報に応じた指令を各部に送信する。また、振動検出部１５４にお

いて閾値以上の加速度信号が検出された場合には、遮断部１５５に遮断信号を送信する。ガスメータ記憶部１５７は、流量測定装置１や、振動検出部１５４からの出力を時系列で所定の期間に亘り記憶する部分であり、ＳＲＡＭやＤＲＡＭ等のメモリ素子により構成されてもよい。ガスメータ通信部１５８は、ガスメータ制御部１５６で処理する各情報を外部へ無線または有線で送信可能であり、外部からの指令や設定値を受信してガスメータ制御部１５６に伝達する。また、流量測定装置１が有する通信部１５と通信することで、流量測定装置１の制御部１３で処理する情報を受信し、また、流量測定装置１に対する制御信号や設定値を送信するようにしてもよい。

[0093] なお、ガスメータ１５０の構成のうち、例えば、流量測定装置１、表示部１５１、電源部１５２、振動検出部１５４、ガスメータ制御部１５６、ガスメータ記憶部１５７、ガスメータ通信部１５８をユニット化し、この流量測定装置ユニット１５０ａに、操作部１５３、遮断部１５５を電気的に接続して、筐体１５０ｂ内に組み込むことで、ガスメータ１５０を構成可能にしておいてもよい。このようにすることで、より効率的にガスメータ１５０を製造することが可能である。

[0094] なお、本実施例において、ガスメータ１５０、流量測定装置ユニット１５０ａに属する構成は一例であり、ガスメータ１５０の機能や、製造上の条件に応じて変更が可能である。また、本発明に係る流量測定装置は、上記の実施例で示した構成には限定されない。上記の実施例の構成は、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。

[0095] また、上記の実施例においては、流量測定装置１では、物性値検出部１２の温度検出部１２１、１２２の検出値の過渡応答を用いた補正例を説明したが、これを流量検出部１１からの検出値としても略同様の内容が成立する。すなわち、流量測定装置１は、物性値検出部１２を含まずに、流量検出部１１のみで構成される形態である。この場合、制御部１３の特性値算出部１３２は、物性検出部１２の温度検出部１２１、１２２に換えて、流量検出部１１の温度検出部１１１、１１２の検出値の過渡応答を用いるものとすればよ

い。流量測定値１は、例えば、補正処理を実行する際に、通信部１５を通じて、ガスメータ等の上位の制御部に通知し、流量検出部１１の流路を滞留させる。滞留は、例えば、遮断部１５５による主流路部２を閉塞するバルブを介して行われる。流量検出部１１の流路が滞留した状態では、流路を流れる流体は無風状態になるため、加熱部１１３を通じた熱分布は、図５（ａ）に示す状態になる。そして、流量測定値１は、流量検出部１１の温度検出部１１１、１１２の検出値から、図１１から図１４を用いて説明した過渡応答特性による特性補正を行うようにすればよい。

[0096] なお、以下には本発明の構成要件と実施例の構成とを対比可能とするために、本発明の構成要件を図面の符号付きで記載しておく。

＜発明１＞

主流路（２）を流れる測定対象流体の流量を検出する流量測定装置（１）であって、

測定対象流体を加熱する加熱部（１１３）と、

前記測定対象流体の温度を検出する温度検出部（１１１、１１２）と、

前記温度検出部による検出値の時間経過に伴う変化傾向に基づいて、前記主流路を流れる測定対象流体の流量を補正する流量補正部（１３３）と、

を備えることを特徴とする、流量測定装置。

＜発明２＞

前記流量補正部（１３３）は、

前記測定対象流体への加熱の開始を始点として、前記検出値が、前記加熱された前記測定対象流体の前記温度検出部近傍での熱平衡温度の第１所定割合を超えるまでの第１経過期間に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段（１３３）を有することを特徴とする、請求項１に記載の流量測定装置。

＜発明３＞

前記流量補正部（１３３）は、

前記測定対象流体への加熱の開始から、前記検出値が、前記加熱された前

記測定対象流体の前記温度検出部近傍での第２所定割合に到達したときの時間変化の傾斜に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段（１３３）を有することを特徴とする、請求項１に記載の流量測定装置。

＜発明４＞

前記流量補正部（１３３）は、

前記測定対象流体への加熱の停止から、前記熱平衡温度に到達した前記検出値が、前記熱平衡温度の第３所定割合を下回るまでの第２経過期間に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段（１３３）を有することを特徴とする、請求項２または３に記載の流量測定装置。

＜発明５＞

前記流量補正部（１３３）は、

前記測定対象流体への加熱の開始から第３経過期間が経過した時点の、前記検出値に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段（１３３）を有することを特徴とする、請求項１に記載の流量測定装置。

＜発明６＞

前記流量補正部（１３３）は、

前記測定対象流体の流れが停止状態のときに、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正するための、前記検出値の時間経過に伴う変化傾向を示す情報を取得する、請求項１から５の何れか一項に記載の流量測定装置。

＜発明７＞

前記加熱部と前記温度検出部とが、前記測定対象流体の流れ方向を横切る方向に配列された請求項１から６のいずれか一項に記載の流量測定装置。

＜発明８＞

前記温度検出部は複数に設けられ、少なくとも２つの前記温度検出部は、前記加熱部を挟み込む位置に配列された請求項７に記載の流量測定装置。

＜発明９＞

前記温度検出部は、冷接点と温接点を有し、前記冷接点が前記測定対象流体の流れ方向に対して上流側に位置し、前記温接点が前記測定対象流体の流れ方向に対して下流側に位置するように配置される請求項７または８に記載の流量測定装置。

＜発明１０＞

請求項１から９のいずれか一項に記載の流量測定装置（１）と、

前記流量補正部により補正された流量を表示する表示部（１５１）と、

前記流量測定装置及び前記表示部を制御する統合制御部（１５６）と、

を備える、流量測定ユニット（１５０ａ）。

＜発明１１＞

請求項１から９のいずれか一項に記載の流量測定装置（１）と、

前記流量測定装置により測定した流量を表示する表示部（１５１）と、

前記流量測定装置及び前記表示部を制御する統合制御部（１５６）と、

前記流量測定装置（１）、表示部（１５１）及び、統合制御部（１５６）に電力を供給する電源部（１５２）と、

前記流量測定装置（１）、表示部（１５１）及び、統合制御部（１５６）を収納可能な筐体（１５０ｂ）と、

前記筐体（１５０ｂ）の外部から前記流量測定装置の作動に関する設定が可能な操作部（１５３）と、

を備える、ガスメータ（１５０）。

符号の説明

[0097] １　：流量測定装置

１１　：流量検出部

１１１　：温度検出部

１１２　：温度検出部

１１３　：加熱部

１２　：物性値検出部

１２１　：温度検出部

１２２　：温度検出部

１２３　：加熱部

１３　　：制御部

１３１　：検出値取得部

１３２　：特性値算出部

１３３　：流量算出部

１４　　：記憶部

１４１　：補正テーブル

１５　　：通信部

２　　：主流路部

２１　　：オリフィス

３　　：副流路部

３２　　：物性値検出用流路

３３　　：流量検出用流路

３４　　：流入用流路

３５　　：流出用流路

４　　：シール

５　　：回路基板

６　　：カバー

１００　：センサ素子

１０１　：マイクロヒータ

１０２　：サーモパイル

１０３　：絶縁薄膜

１０４　：シリコン基台

１０５　：キャビティ

１５０　：ガスメータ

１５０ａ　：流量測定装置ユニット

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流量測定装置であって、

測定対象流体を加熱する加熱部と、

前記測定対象流体の温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部による検出値の時間経過に伴う変化傾向に基づいて、前記主流路を流れる測定対象流体の流量を補正する流量補正部と、

を備えることを特徴とする、流量測定装置。

[請求項2] 前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の開始を始点として、前記検出値が、前記加熱された前記測定対象流体の前記温度検出部近傍での熱平衡温度の第１所定割合を超えるまでの第１経過期間に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有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] 前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の開始から、前記検出値が、前記加熱された前記測定対象流体の前記温度検出部近傍での熱平衡温度の第２所定割合に到達したときの時間変化の傾斜に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有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4] 前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の停止から、前記熱平衡温度に到達した前記検出値が、前記熱平衡温度の第３所定割合を下回るまでの第２経過期間に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有することを特徴とする、請求項２または３に記載の流量測定装置。

[請求項5] 前記流量補正部は、

前記測定対象流体への加熱の開始から第３経過期間が経過した時点

の、前記検出値に基づいて、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正する補正手段を有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6] 前記流量補正部は、

前記測定対象流体の流れが停止状態のときに、前記主経路を流れる測定対象流体の流量を補正するための、前記検出値の時間経過に伴う変化傾向を示す情報を取得する、請求項１から５の何れか一項に記載の流量測定装置。

[請求項7] 前記加熱部と前記温度検出部とが、前記測定対象流体の流れ方向を横切る方向に配列された請求項１から６のいずれか一項に記載の流量測定装置。

[請求項8] 前記温度検出部は複数設けられ、少なくとも２つの前記温度検出部は、前記加熱部を挟み込む位置に配列された請求項７に記載の流量測定装置。

[請求項9] 前記温度検出部は、冷接点と温接点を有し、前記冷接点が前記測定対象流体の流れ方向に対して上流側に位置し、前記温接点が前記測定対象流体の流れ方向に対して下流側に位置するように配置される請求項７または８に記載の流量測定装置。

[請求項10] 請求項１から９のいずれか一項に記載の流量測定装置と、

前記流量補正部により補正された流量を表示する表示部と、

前記流量測定装置及び前記表示部を制御する統合制御部と、

を備える、流量測定ユニット。

[請求項11] 請求項１から９のいずれか一項に記載の流量測定装置と、

前記流量測定装置により測定した流量を表示する表示部と、

前記流量測定装置及び前記表示部を制御する統合制御部と、

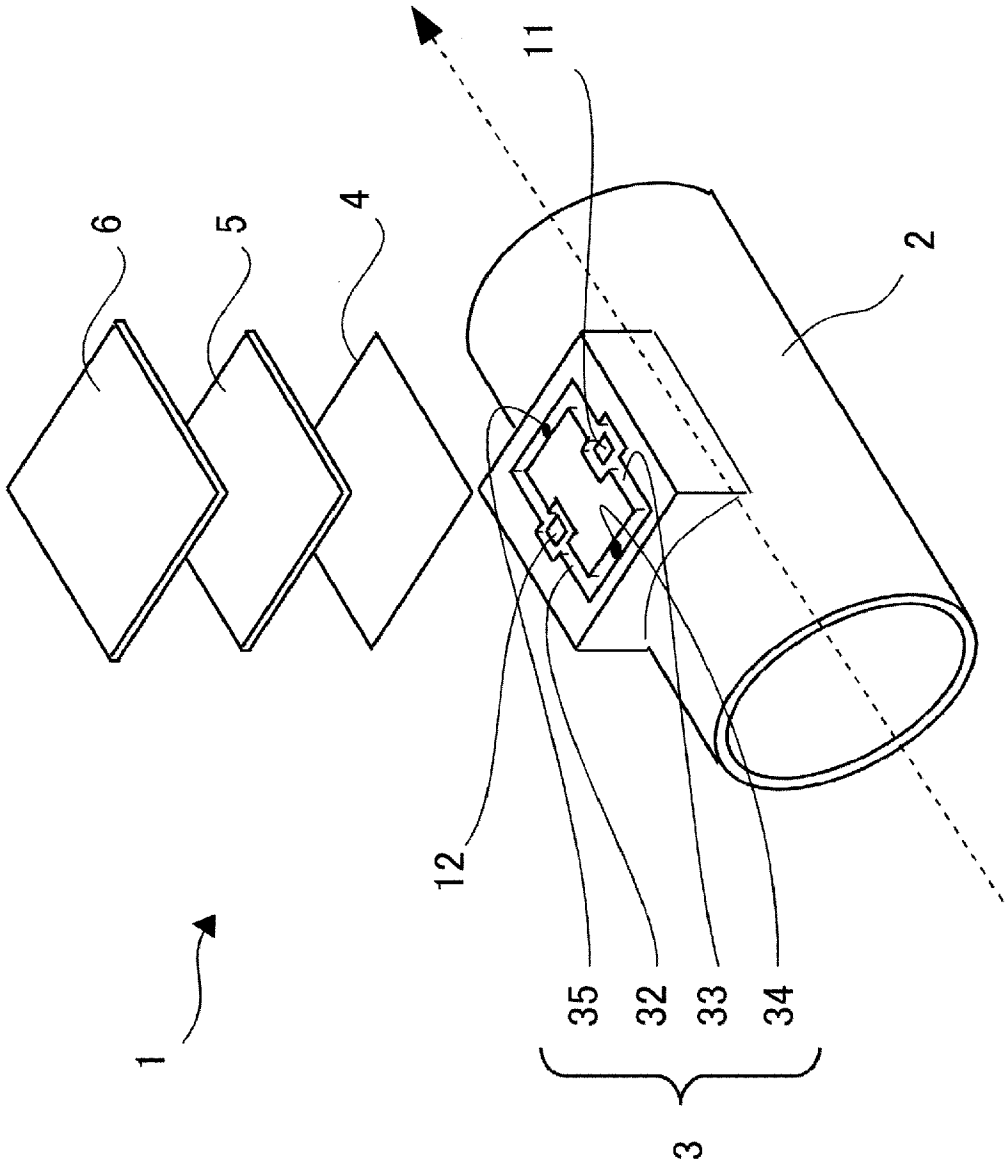
前記流量測定装置、表示部及び、統合制御部に電力を供給する電源部と、

前記流量測定装置、表示部及び、統合制御部を収納可能な筐体と、

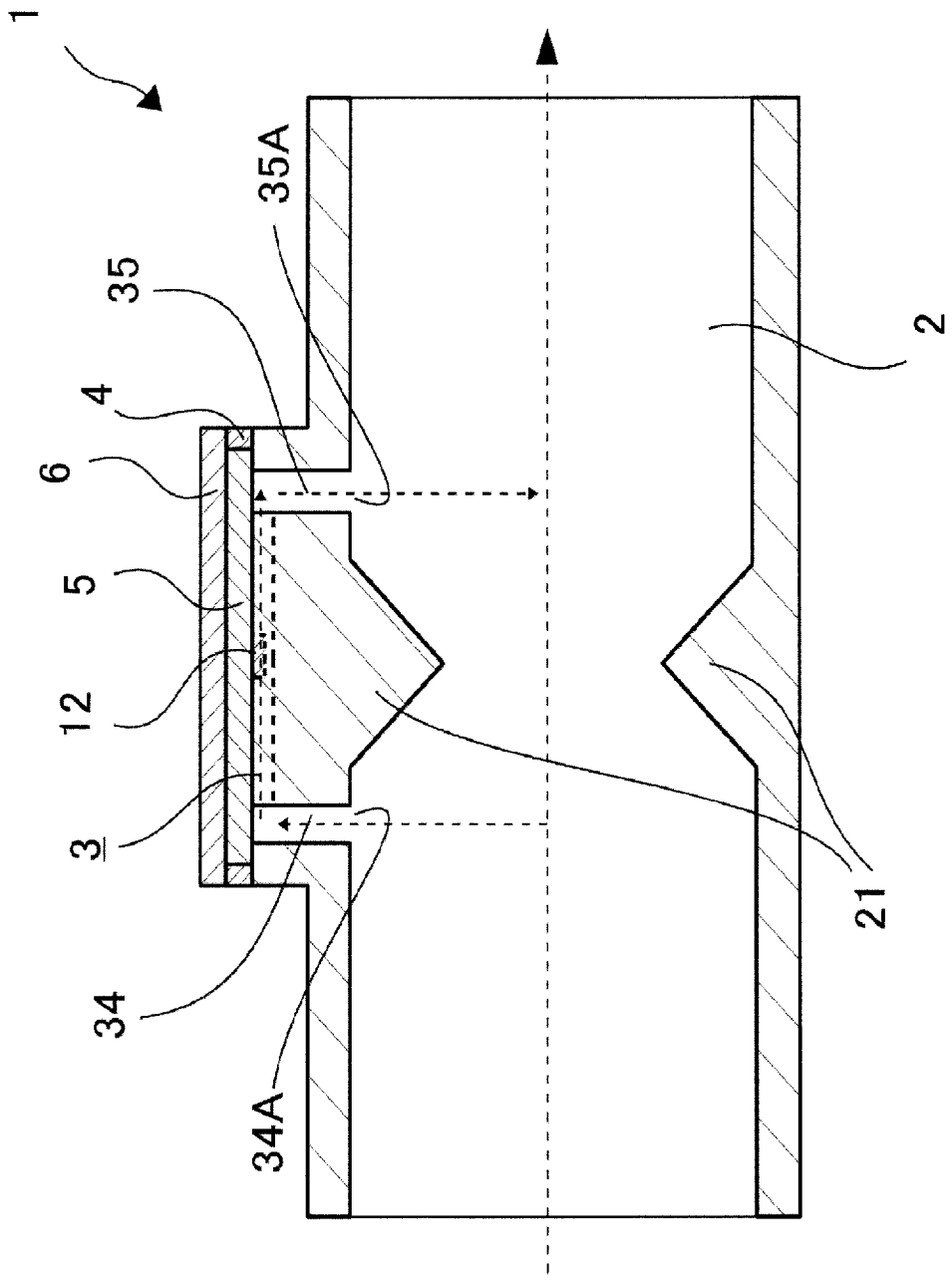
前記筐体の外部から前記流量測定装置の作動に関する設定が可能な操作部と、

を備える、ガスメータ。

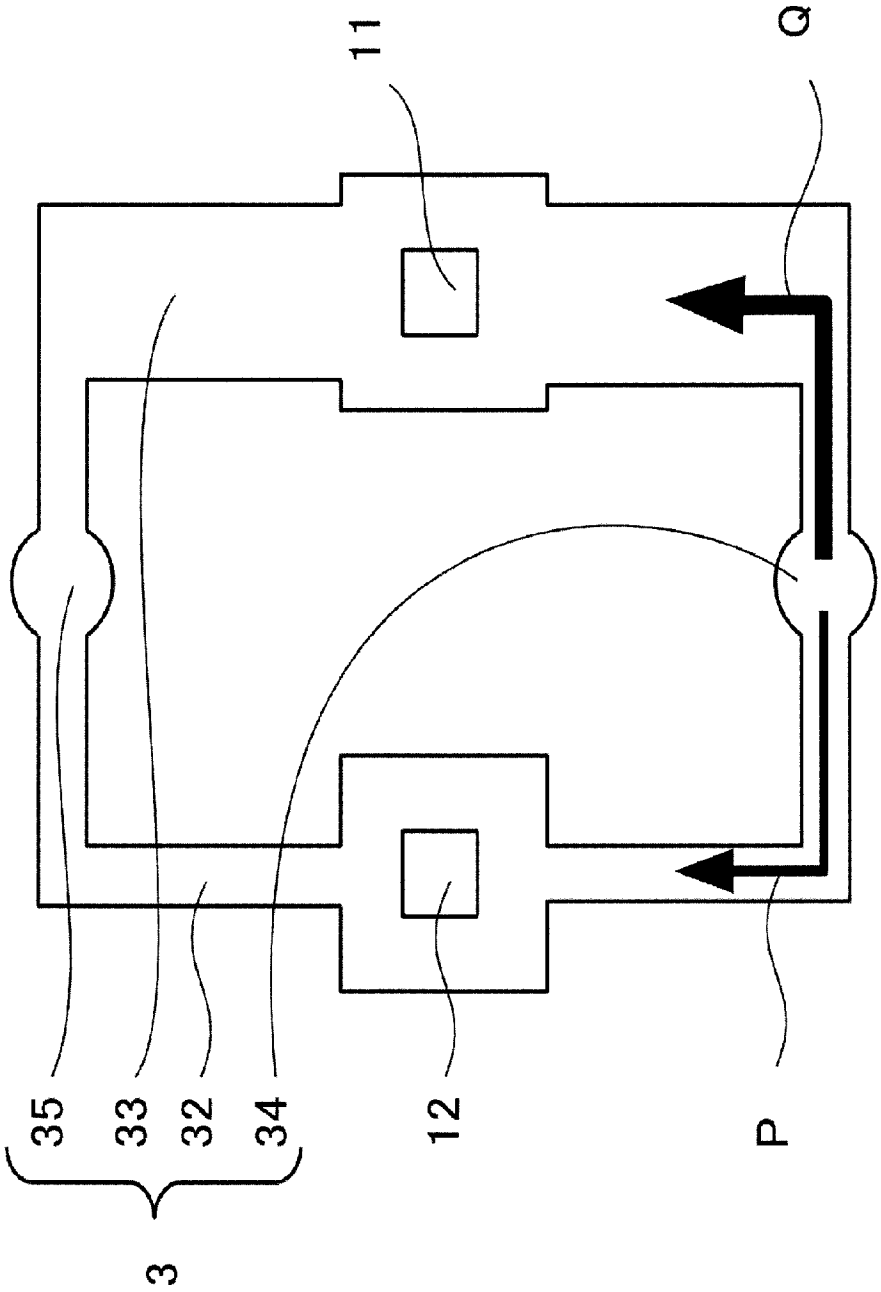
[図1]



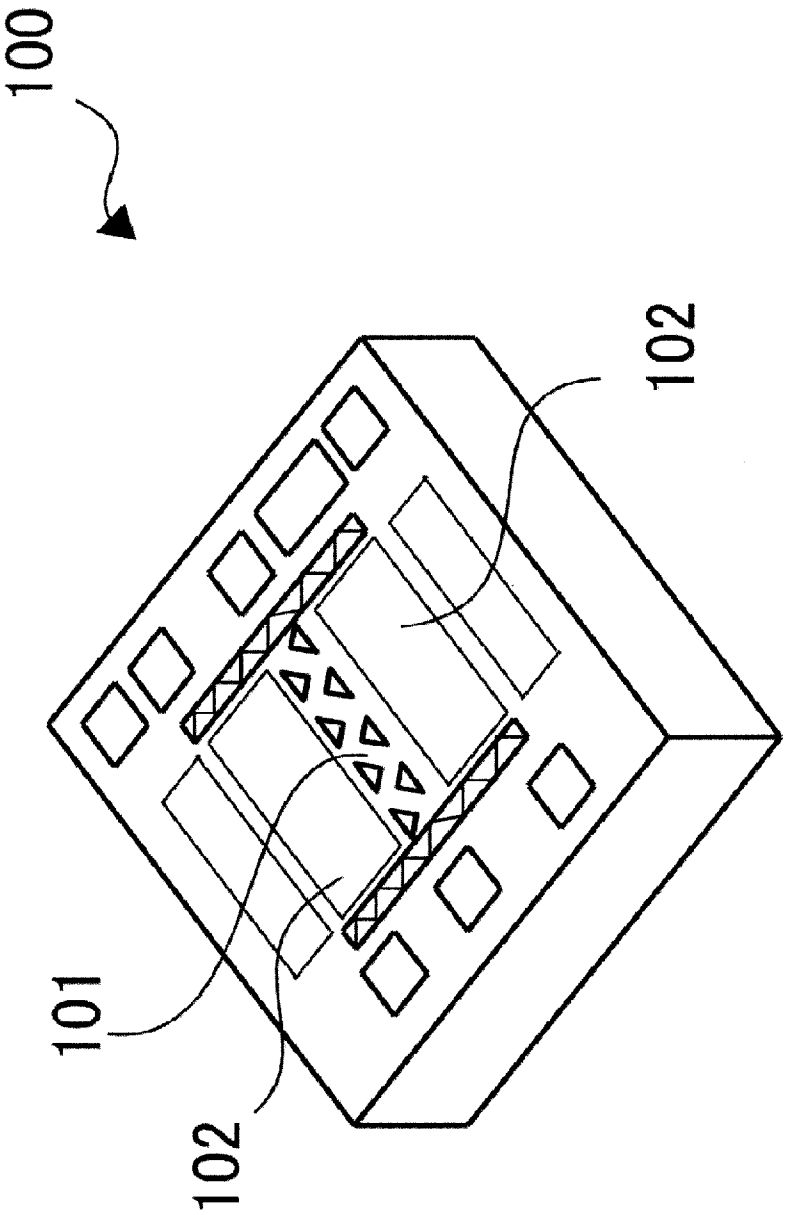
[図2]



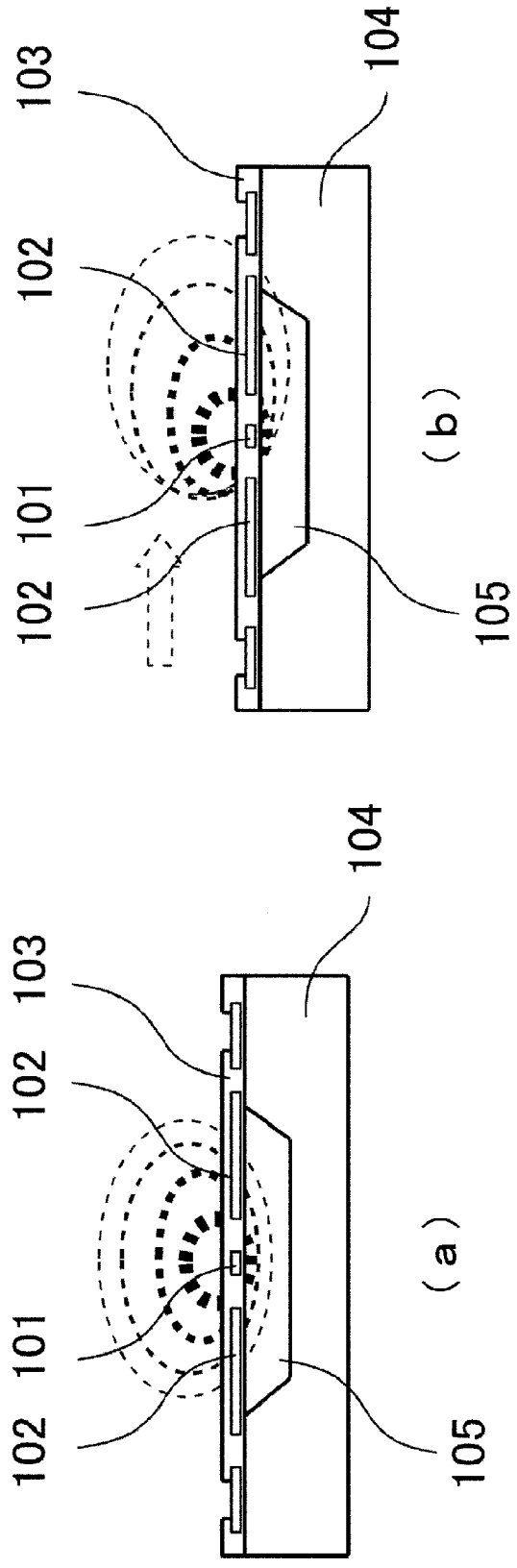
[図3]



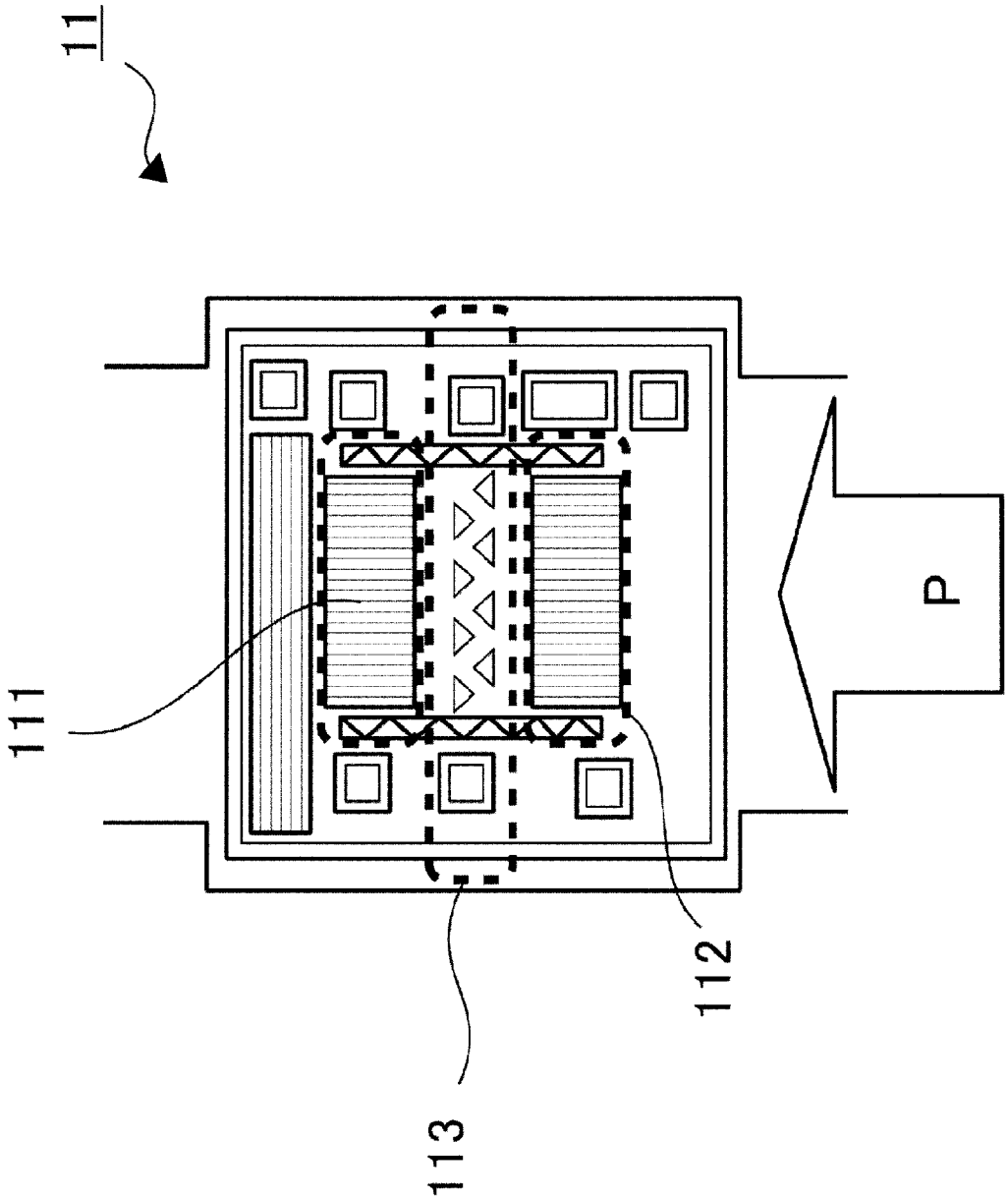
[図4]



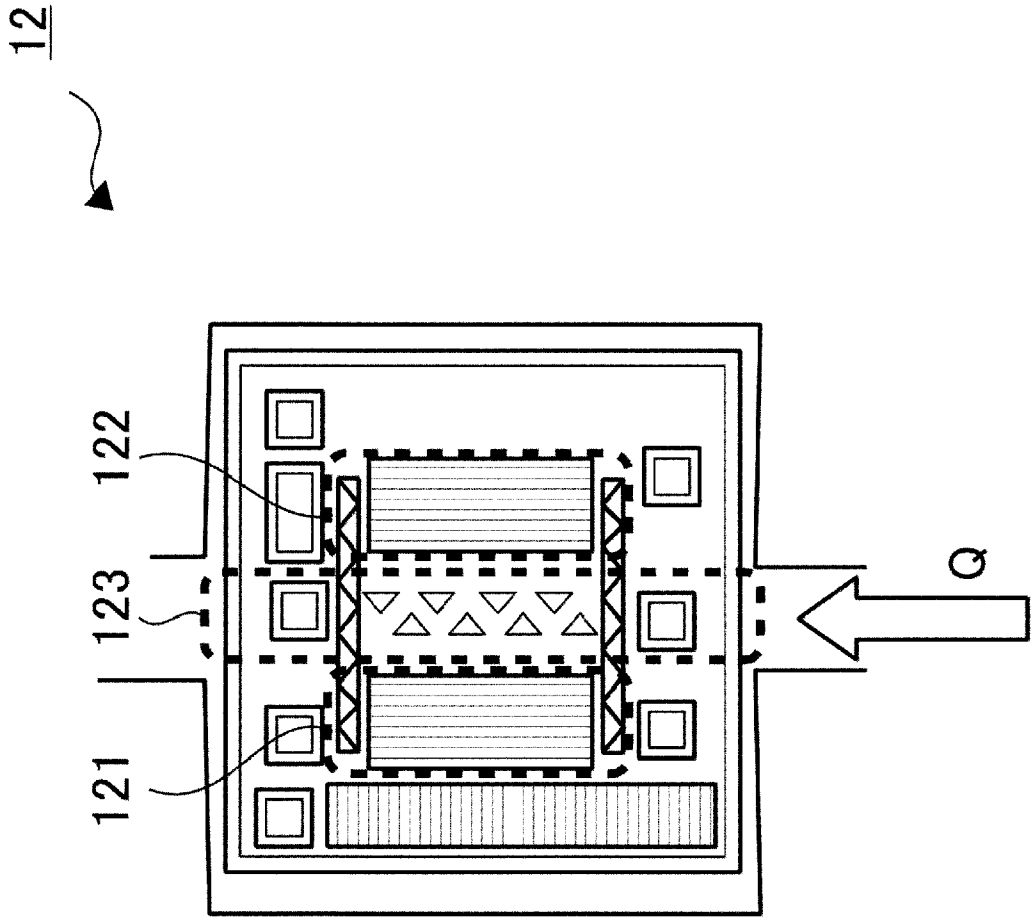
[図5]



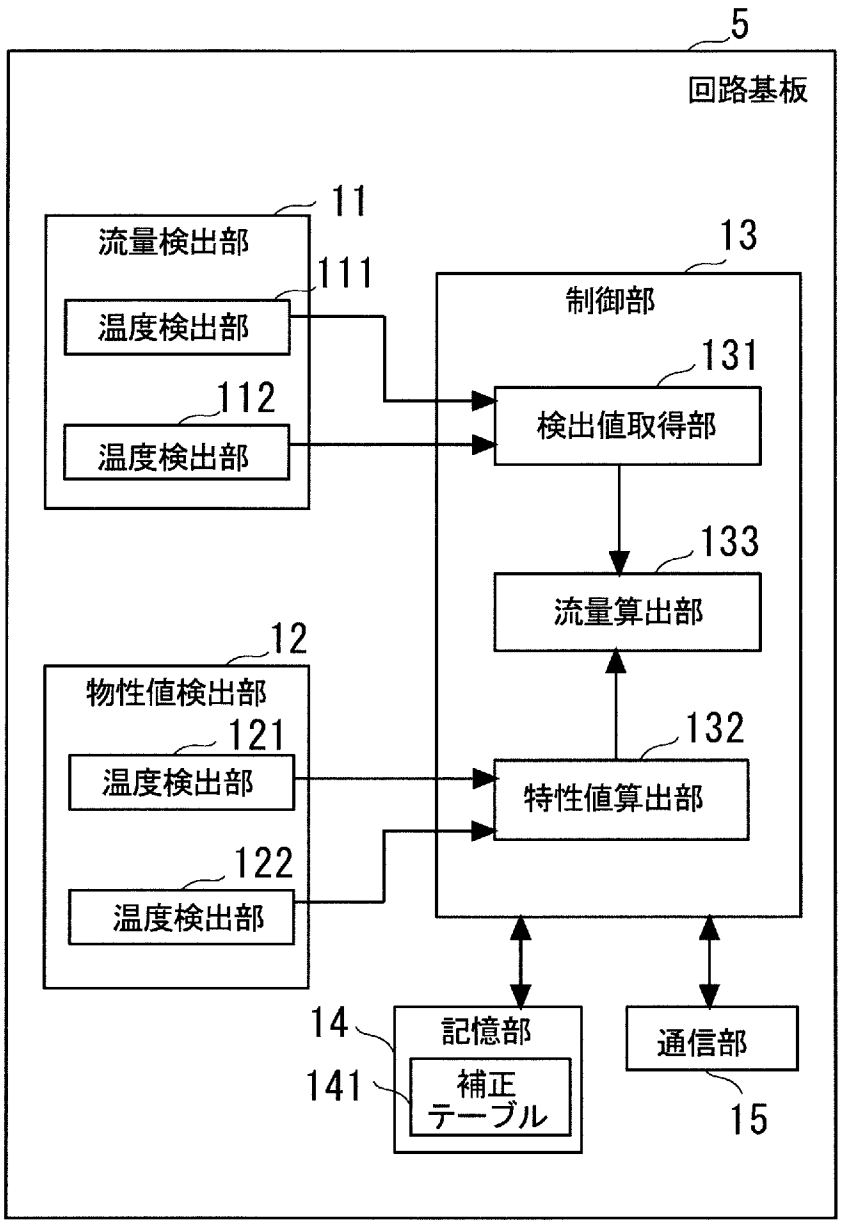
[図6]



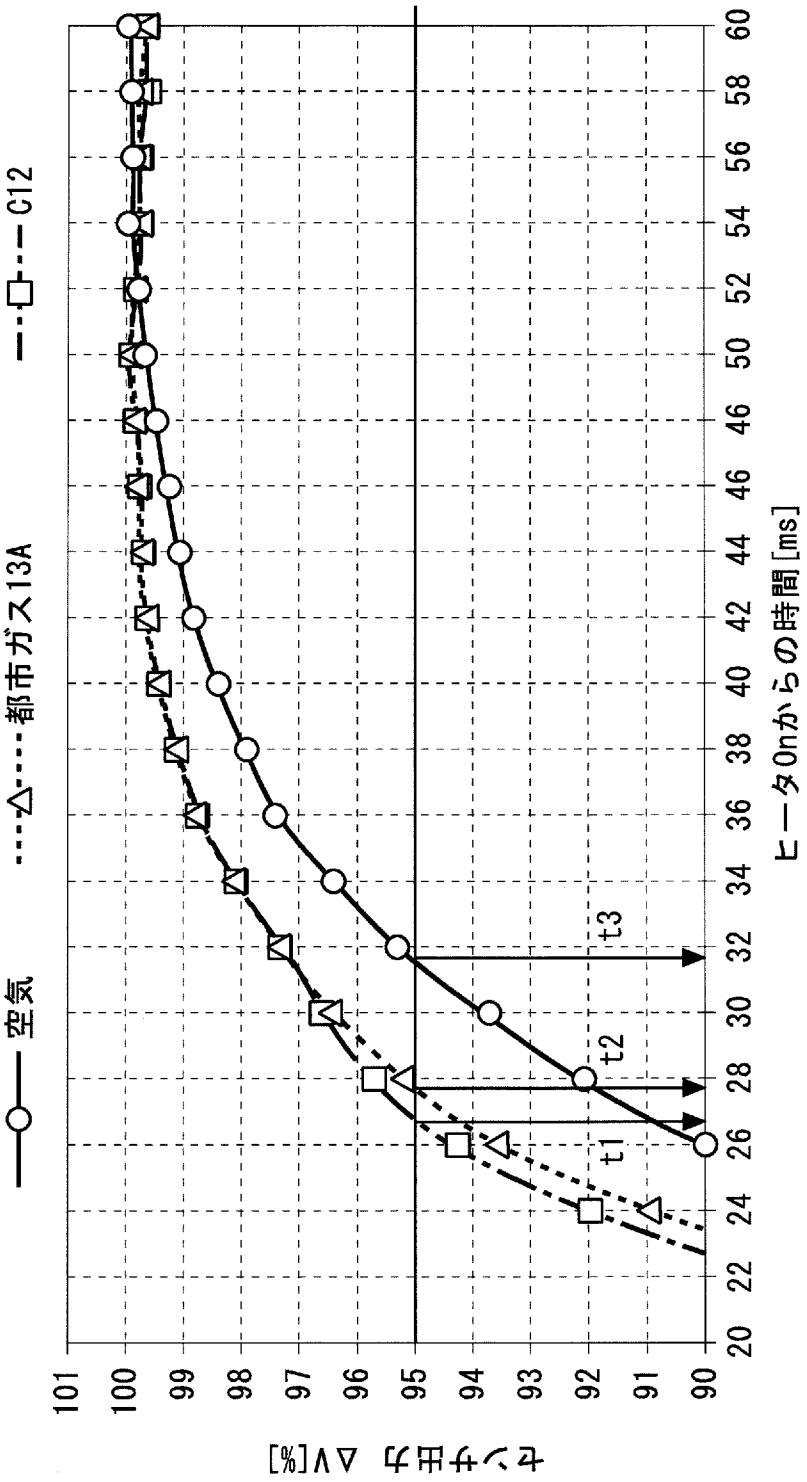
[図7]



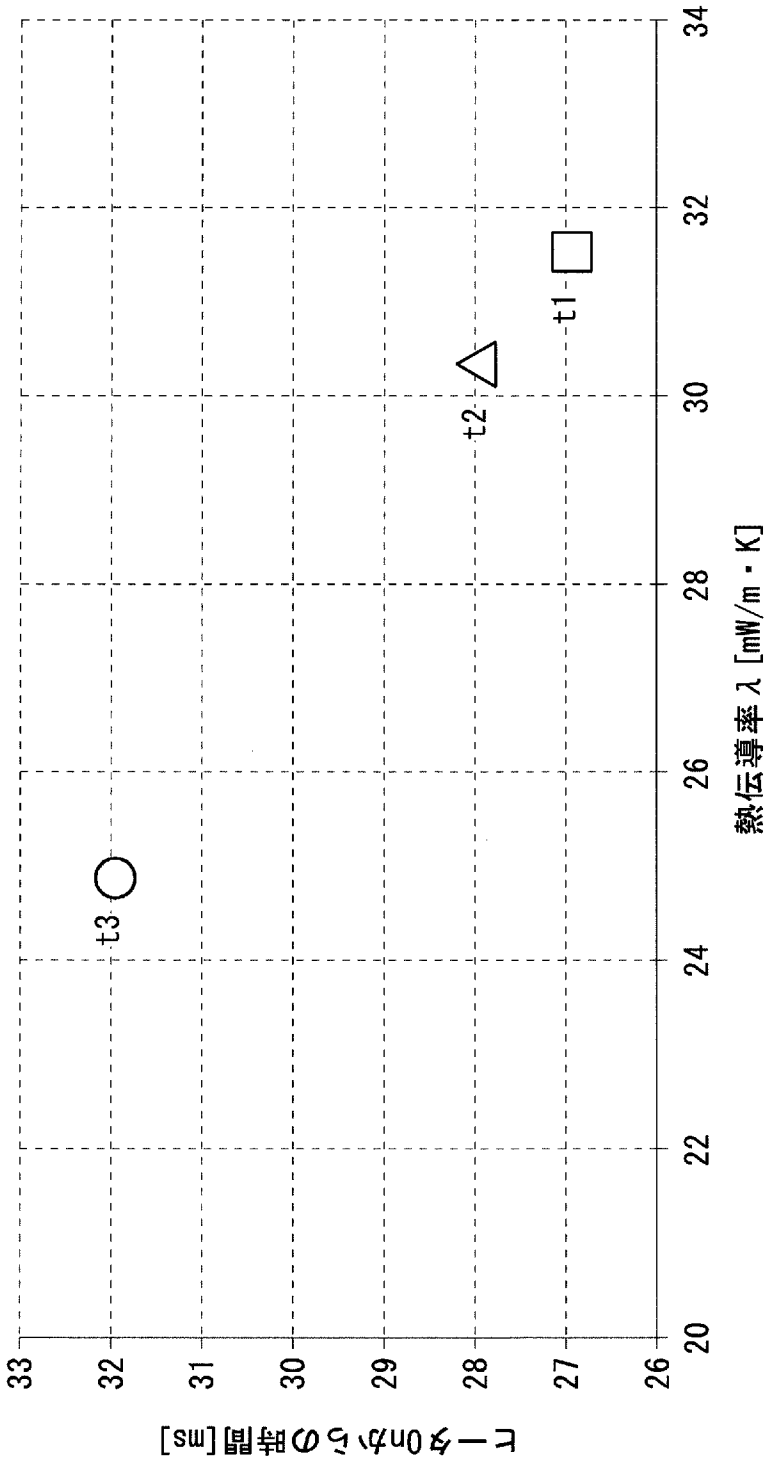
[図8]


5
回路基板
11
流量検出部
111
温度検出部
112
温度検出部
13
制御部
131
検出値取得部
133
流量算出部
12
物性値検出部
121
温度検出部
122
温度検出部
132
特性値算出部
14
記憶部
141
補正
テーブル
通信部
15

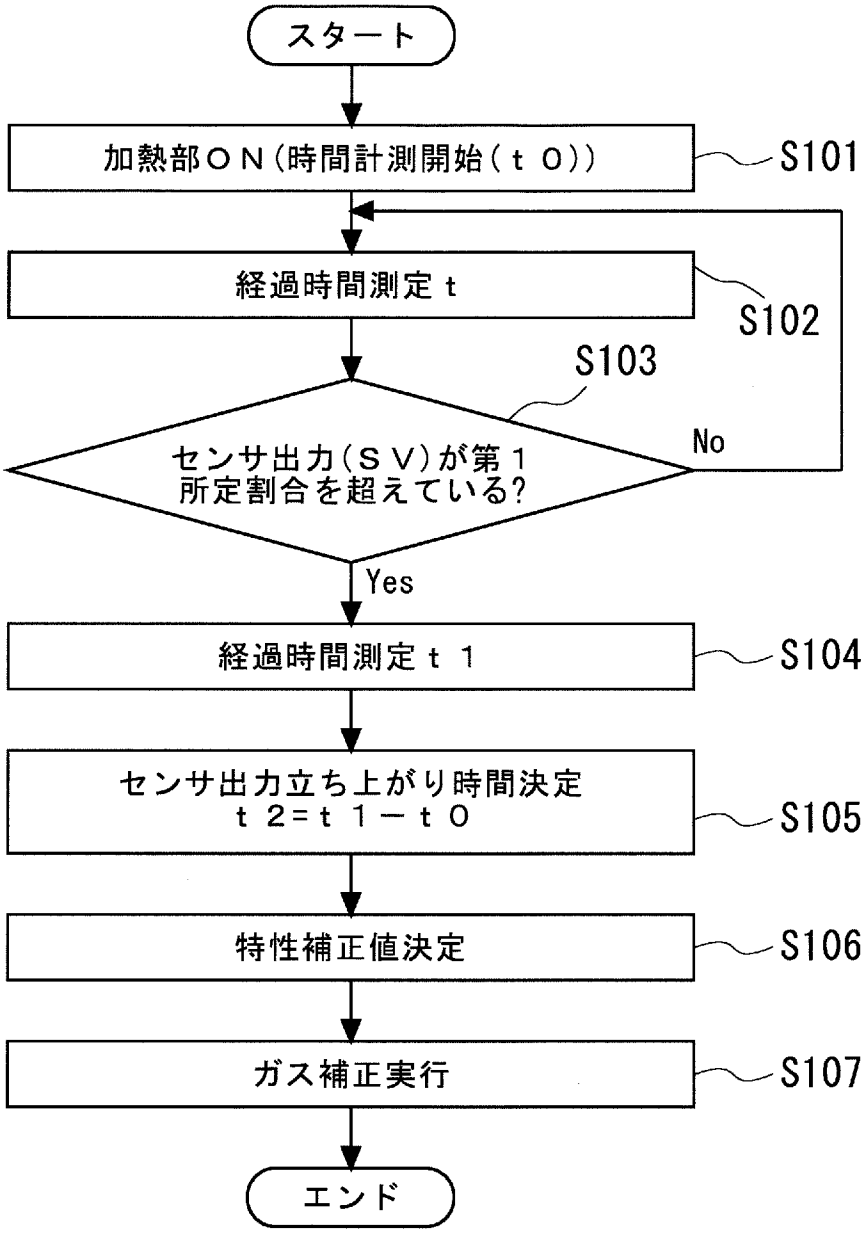
[図9]



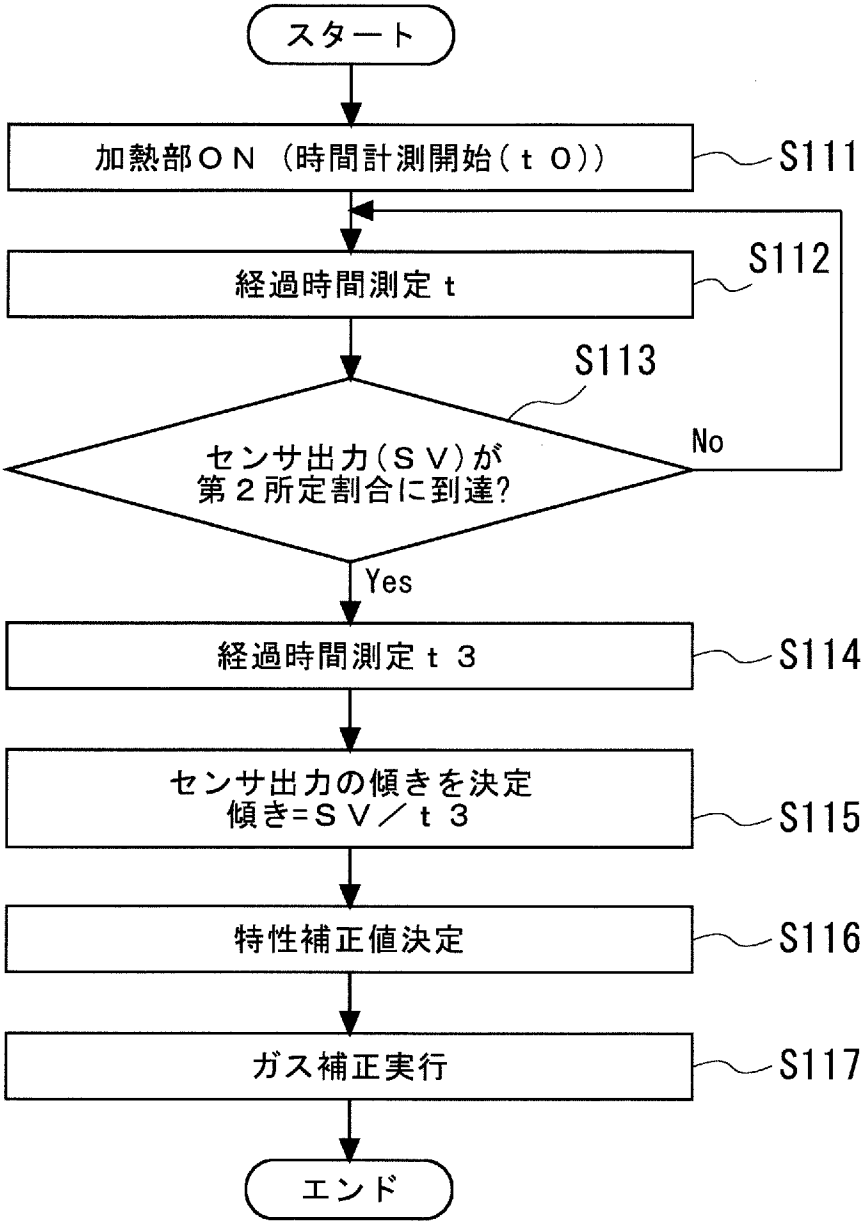
[図10]


t1
t2
t3
熱伝導率 λ [mW/m・K]
ヒータOnからの時間[ms]
20
22
24
26
28
30
32
34
26
27
28
29
30
31
32
33

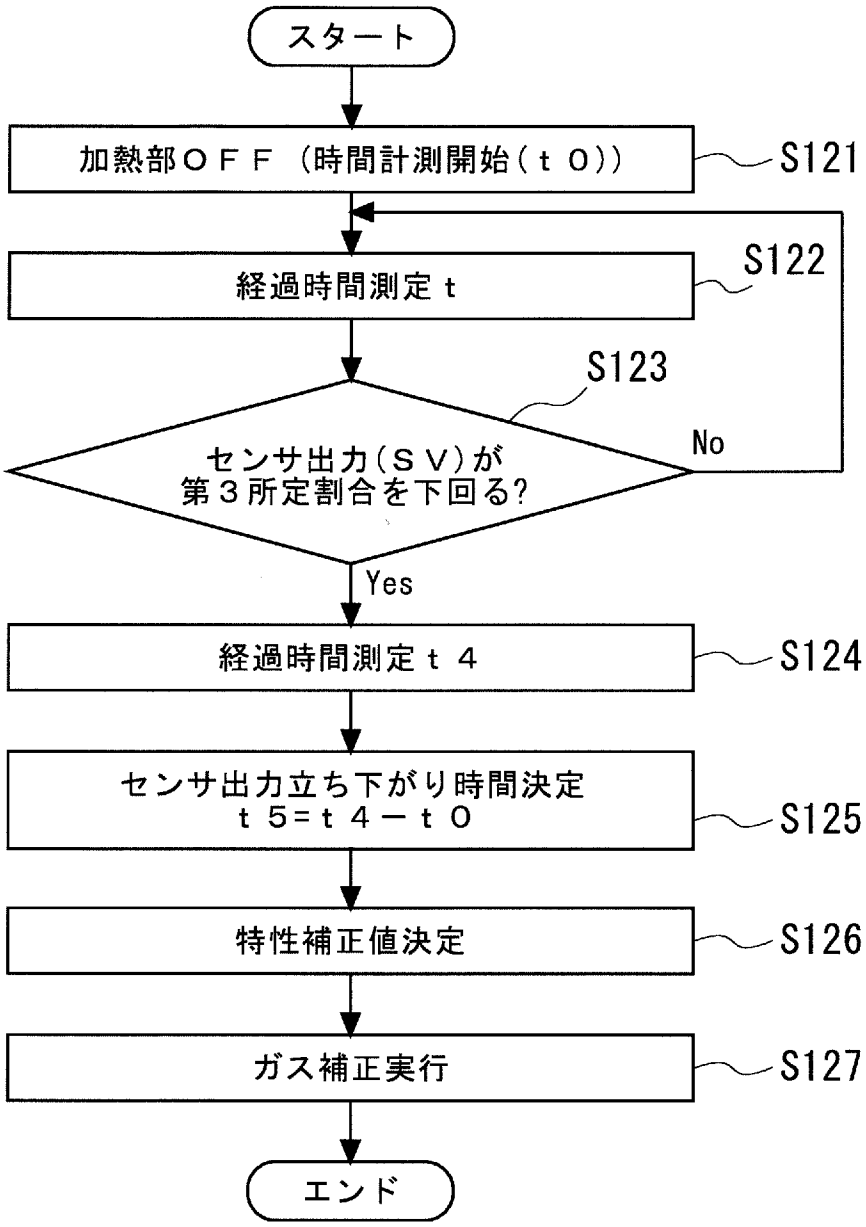
[図11]


スタート
加熱部ＯＮ(時間計測開始(ｔ０))
S101
経過時間測定ｔ
S102
S103
センサ出力(ＳＶ)が第１
所定割合を超えている?
No
Yes
経過時間測定ｔ１
S104
センサ出力立ち上がり時間決定
ｔ２=ｔ１－ｔ０
S105
特性補正値決定
S106
ガス補正実行
S107
エンド

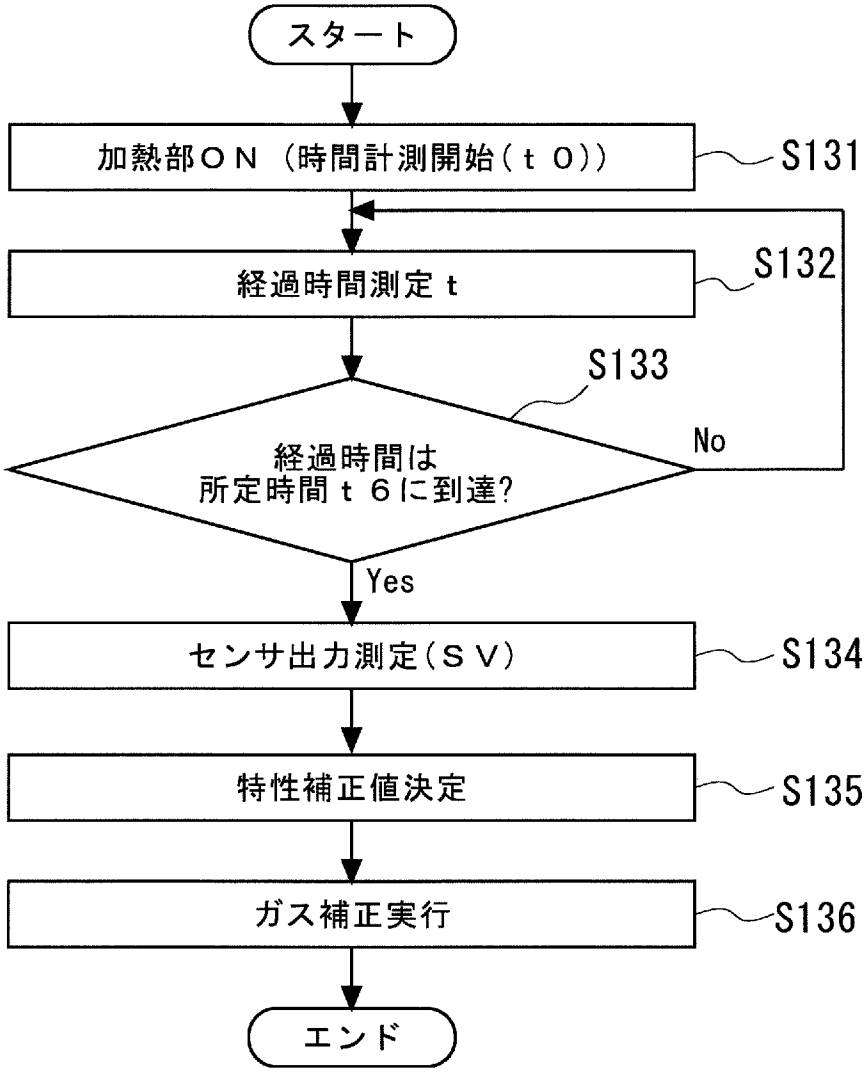
[図12]


スタート
加熱部ＯＮ（時間計測開始（ｔ０））
S111
経過時間測定ｔ
S112
S113
センサ出力（ＳＶ）が
第２所定割合に到達?
No
Yes
経過時間測定ｔ３
S114
センサ出力の傾きを決定
傾き=ＳＶ／ｔ３
S115
特性補正値決定
S116
ガス補正実行
S117
エンド

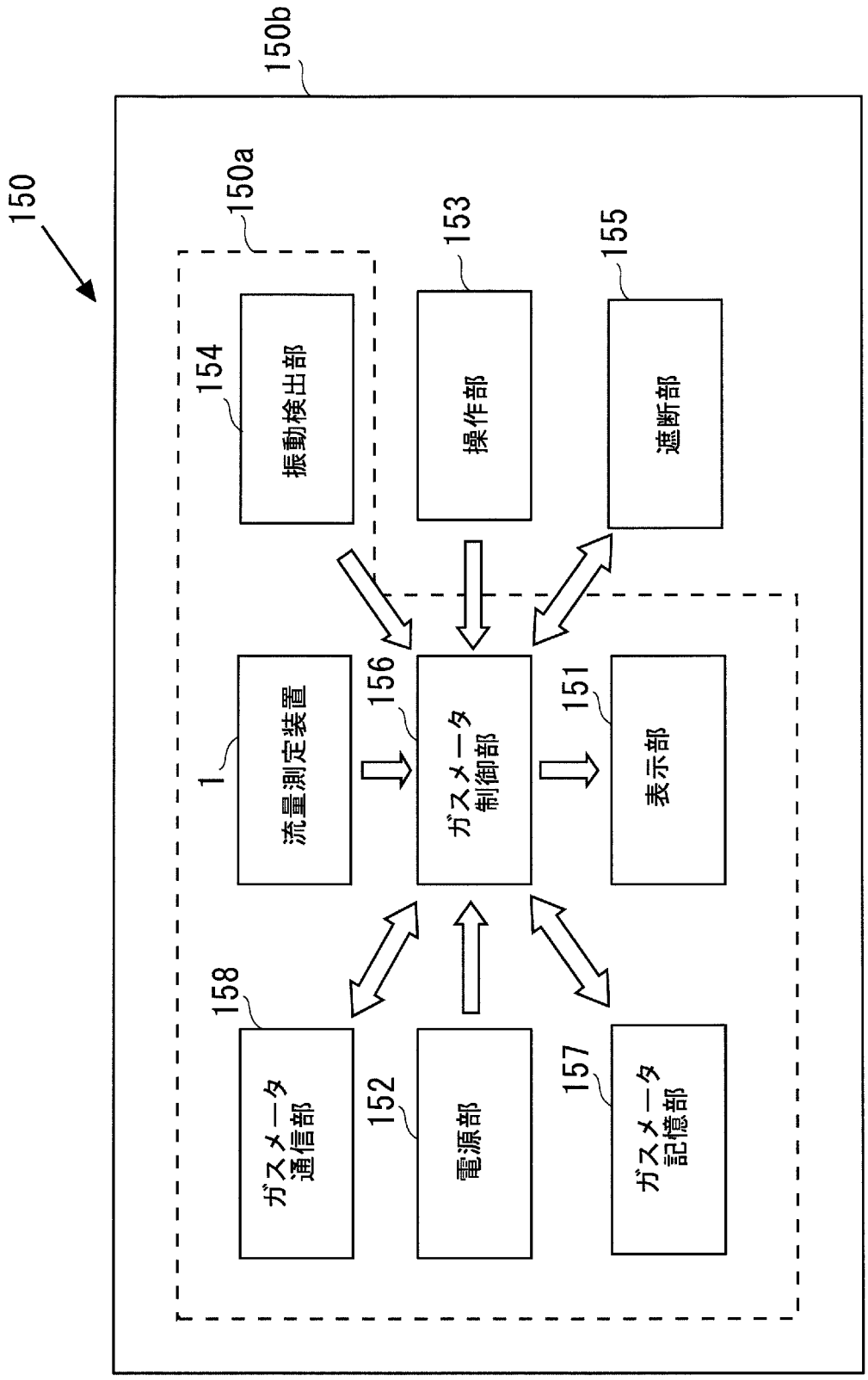
[図13]


スタート
加熱部ＯＦＦ（時間計測開始（ｔ０））
S121
経過時間測定ｔ
S122
S123
センサ出力（ＳＶ）が
第３所定割合を下回る?
No
Yes
経過時間測定ｔ４
S124
センサ出力立ち下がり時間決定
ｔ５＝ｔ４－ｔ０
S125
特性補正値決定
S126
ガス補正実行
S127
エンド

[図14]


スタート
加熱部ＯＮ（時間計測開始（ｔ０））
S131
経過時間測定ｔ
S132
S133
経過時間は
所定時間ｔ６に到達?
No
Yes
センサ出力測定（ＳＶ）
S134
特性補正値決定
S135
ガス補正実行
S136
エンド

[図15]


150
150b
150a
153
155
154
振動検出部
操作部
遮断部
1
流量測定装置
156
ガスメータ制御部
151
表示部
158
ガスメータ通信部
152
電源部
157
ガスメータ記憶部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/009226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01F 1/696(2006.01)i; G01F 3/22(2006.01)i; G01F 15/04(2006.01)i; G01N 25/18(2006.01)i
FI: G01F1/696 Z; G01F3/22 Z; G01F15/04; G01N25/18 K
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)
G01F1/68-1/699; G01N25/18

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	WO 2012/147586 A1 (OMRON CORP.) 01.11.2012 (2012-11-01) paragraphs [0039]-[0103], [0169], fig. 1-7	1, 5-11
A	paragraphs [0039]-[0103], [0169], fig. 1-7	2-4
Y	JP 2007-225609 A (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 06.09.2007 (2007-09-06) paragraphs [0178]-[0211], fig. 6-7, 24-26	1, 5-11
A	paragraphs [0178]-[0211], fig. 6-7, 24-26	2-4
A	JP 2005-214856 A (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 11.08.2005 (2005-08-11) entire text, all drawings	1-11
A	JP 11-153561 A (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 08.06.1999 (1999-06-08) entire text, all drawings	1-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10 June 2020 (10.06.2020)	23 June 2020 (23.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/009226

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2012/147586 A1	01 Nov. 2012	JP 2012-233776 A paragraphs [0057]-[0119], [0159], fig. 1-7 EP 2703786 A1 paragraphs [0039]-[0103], [0169], fig. 1-7 US 9068871 B2	
JP 2007-225609 A	06 Sep. 2007	US 2008/0184775 A1 paragraphs [0660]-[0698], fig. 6-7, 24-26 WO 2007/086585 A1 EP 1983336 A1 CA 2640675 A	
JP 2005-214856 A	11 Aug. 2005	US 2007/0151331 A1 entire text, all drawings WO 2005/073700 A1 EP 1715330 A1 AT 468530 T	
JP 11-153561 A	08 Jun. 1999	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/009226

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01F 1/696(2006.01)i; G01F 3/22(2006.01)i; G01F 15/04(2006.01)i; G01N 25/18(2006.01)i
FI: G01F1/696 Z; G01F3/22 Z; G01F15/04; G01N25/18 K

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））

G01F1/68-1/699; G01N25/18

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	WO 2012/147586 A1 (オムロン株式会社) 01.11.2012 (2012-11-01) [0039]-[0103],[0169],[図1]-[図7]	1,5-11
A	[0039]-[0103],[0169],[図1]-[図7]	2-4
Y	JP 2007-225609 A (三井金属鉱業株式会社) 06.09.2007 (2007-09-06) [0178]-[0211],[図6]-[図7],[図24]-[図26]	1,5-11
A	[0178]-[0211],[図6]-[図7],[図24]-[図26]	2-4
A	JP 2005-214856 A (三井金属鉱業株式会社) 11.08.2005 (2005-08-11) 全文，全図	1-11
A	JP 11-153561 A (三井金属鉱業株式会社) 08.06.1999 (1999-06-08) 全文，全図	1-11

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
10.06.2020	23.06.2020

名称及びあて先

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

権限のある職員（特許庁審査官）

羽飼　知佳 2F 3306

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/009226

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2012/147586 A1	01.11.2012	JP 2012-233776 A [0057]-[0119],[0159],[図1]-[図7] EP 2703786 A1 [0039]-[0103],[0169],[Fig.1]-[Fig.7] US 9068871 B2	
JP 2007-225609 A	06.09.2007	US 2008/0184775 A1 [0660]-[0698],[Fig.6]-[Fig.7],[Fig.24]-[Fig.26] WO 2007/086585 A1 EP 1983336 A1 CA 2640675 A	
JP 2005-214856 A	11.08.2005	US 2007/0151331 A1 全文，全図 WO 2005/073700 A1 EP 1715330 A1 AT 468530 T	
JP 11-153561 A	08.06.1999	（ファミリーなし）	