(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
2013 年 7 月 18 日(18.07.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/105124 A1

(51) 国際特許分類:
G01F 1/684 (2006.01) *G01F 15/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/000067

(22) 国際出願日: 2012 年 1 月 10 日(10.01.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅野 哲(ASANO, Satoshi) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目１番１号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 松本 昌大(MATSUMOTO, Masahiro) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目１番１号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 中野 洋(NAKANO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目１番１号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 半沢 恵二(HANZAWA, keiji) [JP/JP]; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場２４７７番地 株式会社 日立カーエンジニアリング内 Ibaraki (JP). 土井 良介(DOI, Ryosuke) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社 日立製作所内 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

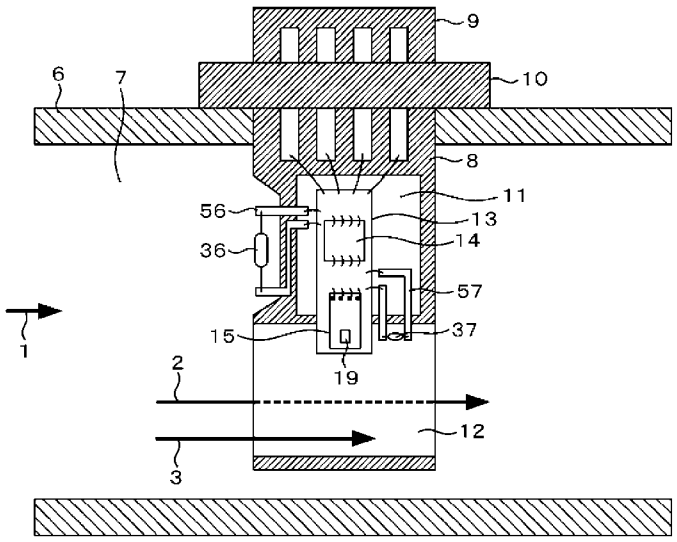
[続葉有]

(54) **Title**: FLOW RATE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称 : 流量計測装置

[図1]

図 1



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a highly accurate flow rate measurement device. A flow rate measurement device is provided with a secondary flow path into which a portion of fluid flowing within a primary flow path is introduced, a first temperature measurement means which measures the temperature of the fluid flowing within the path, a second temperature measurement means which measures the temperature of the fluid flowing within the secondary flow path, a detection means which detects the flow rate of the fluid flowing within the secondary flow path, and a measurement means which, on the basis of an output from the first temperature measurement means, an output from the second temperature measurement means, and an output from the detection means, measures the flow rate of the fluid flowing within the primary flow path.

(57) 要約: 高精度な流量計測装置を提供することを目的とする。 主通路内を流れる流体の一部を取り込む副通路と、前記通路内を流れる流体の温度を計る第１測温手段と、前記副通路内を流れる流体の温度を計る第２測温手段と、前記副通路内を流れる流体の流量を検出する検出手段と、前記第１測温手段の出力と前記第２測温手段の出力と前記検出手段の出力に基づいて前記主通路内を流れる流体の流量を測定する測定手段を備える。

WO 2013/105124 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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 ： 流量計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、流量計測装置に係わり、特に自動車エンジンの吸気系に設置してエンジンの吸入空気量を検出するのに適する流量計測装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車による環境負荷低減に向け、自動車の内燃機関における燃焼制御の高精度化が求められており、これを受けて、内燃機関への吸入空気量を測定する流量計測装置の高精度化が望まれている。中でも、自動車の内燃機関の周囲温度は様々な要因により大きく変動するため、内燃機関の近傍に設置することの多い流量計測装置においては、温度に起因する計測誤差低減技術は重要な技術である。

[0003] 例えば、内燃機関から生じる熱により流量計測装置の温度が上昇すると、吸入される空気と流量計測装置の温度差により計測誤差が生じることが経験的に知られている。この計測誤差を抑制する従来技術としては、特許文献１および特許文献２に開示される技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００６－１５３６９４号公報

特許文献2：特開２００９－８６１９号公報

[0005] 特許文献１は、裏面側を主通路に露出させた金属プレートの表面側に回路基板および流量検出素子を配設することにより、主通路の流体温度を流量検出素子に伝導させ易くしており、さらに、流量検出素子を主通路管壁から離して配設することにより、主通路管壁の熱が流量検出素子に伝導するのを抑制する技術を開示している。

[0006] 特許文献１によれば、主通路の内外で温度差が発生しても、流量検出素子の温度が流体の温度に追従し易い。すなわち、流量検出素子と流体との間に

温度差が生じにくいため、正確な流量検出を実現することができる。

[0007] 特許文献２は、例えばポリブチレンテレフタレートからなる樹脂プレート上に回路基板および流量検出素子を配設することにより、主通路管壁および回路基板の熱が流量検出素子に伝導するのを抑制する技術を開示している。

[0008] 特許文献２によれば、主通路の内外で温度差が発生しても、樹脂プレートの熱伝導率が小さいため、主通路管壁から流量検出素子への熱影響を抑制できる。すなわち、流量検出素子と流体との間に温度差が生じにくいため、正確な流量検出を実現することができる。

[0009] 以上に説明した特許文献１および特許文献２に記載の技術によれば、流量検出素子の温度を、例えば流体の温度などの好適な温度に近づける構造をとることで流量検出素子と流体の温度差に起因する計測誤差を低減していた。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、本願筆者らによる検討の結果、吸入される空気と流量検出素子の温度差により生じる計測誤差の他、主通路内を流れる流体の温度と副通路内を流れる流体の温度との差異に起因する計測誤差が生じ得ることが判明した。

[0011] 上記の従来技術は、主通路内を流れる流体の温度と副通路内を流れる流体の温度との差異に起因する計測誤差は考慮されておらず、上記計測誤差を抑制することができない。

[0012] 〔発明の目的〕

本発明の目的は、高精度な流量計測装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するため、本発明の流量計測装置は、主通路内を流れる流体の一部を取り込む副通路と、前記主通路内を流れる流体の温度を計る第１温度センサと、前記副通路内に設けられ、前記主通路を流れる流体の温度と異なる流体の温度を計る第２温度センサと、を備える。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、高精度な流量計測装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第１実施例をなす流量計測装置の構成図。

[図2]第１実施例をなす流量計測装置の回路図。

[図3]流量計測装置の検出特性の概略図。

[図4]計測誤差の比較図。

[図5]第２実施例をなす流量計測装置の構成図。

[図6]第３実施例をなす流量計測装置の構成図。

[図7]第４実施例をなす流量計測装置の構成図。

[図8]第４実施例をなす流量計測装置のＡ－Ａ′断面図。

[図9]第５実施例をなす流量計測装置の構成図。

[図10]第６実施例をなす流量計測装置の構成図。

[図11]第６実施例をなす流量計測装置のＡ－Ａ′断面図。

[図12]第６実施例の変形例における流量計測装置のＡ－Ａ′断面図。

[図13]副通路１２内部を流れる流体の温度分布図。

[図14]第８実施例をなす流量計測装置の回路図。

[図15]第９実施例をなす流量計測装置の機能ブロック構成。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明を実施するための実施形態について、図面を用いて説明する。

[0017] 第１実施例について図１～図４を用いて説明する。

[0018] 図１に示されるように、第１実施例をなす流量計測装置は、吸入空気１を自動車の内燃機関（図示せず）に供給するための配管６が形成する主通路７内に、ケーシング８と、基板１３と、回路素子１４と、センサ素子１５と、第１温度センサ３６と、第２温度センサ３７を設けて構成する。

[0019] ケーシング８は、配管６外部に突出するコネクタ部９と、ケーシング８を配管６に固定するフランジ部１０と、回路室１１と、主通路７を流れる主流

２即ち吸入空気１の一部を取り込む副通路１２を備える。

[0020] センサ素子１５は、Ｓｉなどの半導体基板から構成され、半導体基板を加工して形成された薄肉状のダイアフラム１９を備え、ダイアフラム１９には、ヒータ抵抗２４と、ヒータ抵抗２４の温度に応じて抵抗値が変化するヒータ温度モニタ抵抗２５と、副通路１２を流れる支流３の温度に応じて抵抗値が変化する参照抵抗２６、参照抵抗２７、参照抵抗２８と、支流３の主たる流動方向に対しヒータ抵抗２４の上流側に位置する上流側測温抵抗３１、上流側測温抵抗３２と、支流３の主たる流動方向に対しヒータ抵抗２４の下流側に位置する下流側測温抵抗３３、下流側測温抵抗３４を形成する。

[0021] 尚、本実施例の変形例として、参照抵抗２６、参照抵抗２７、参照抵抗２８をダイアフラム１９の外部で、且つ、センサ素子１５上に設けても良い。また、ダイアフラム１９のほかに第２のダイアフラムをセンサ素子１５上に設けて、第２のダイアフラム上に参照抵抗２６、参照抵抗２７、参照抵抗２８を形成しても良い。

[0022] 基板１３は、回路素子１４およびセンサ素子１５を支持し、回路素子１４およびセンサ素子１５はボンディングワイヤおよび基板１３を介して電気的に接続する。また、ダイアフラム１９が支流３に曝露するように、基板１３の一部を副通路１２に突出させる。

[0023] 第１温度センサ３６は、回路室１１からケーシング８の外部に延伸した支持部材５６を用いて、吸入空気１に曝露される位置に配置する。また、支持部材５６は、第１温度センサ３６と回路素子１４を電気的に接続する接続媒体を兼ねている。

[0024] 第２温度センサ３７は、回路室１１から副通路１２内に延伸した支持部材５７を用いて、支流３に曝露される位置に配置する。また、支持部材５７は、第２温度センサ３７と回路素子１４を電気的に接続する接続媒体を兼ねている。

[0025] 第１実施例をなす流量計測装置は、流量計測感度を一定に保つため、ヒータ抵抗２４が支流３よりも常に一定温度高くなるようにフィードバック制御

を行う（以降、本制御を「ヒータ温度制御」と呼称する）。

[0026] 図２に示されるように、ヒータ抵抗２４の温度を検出する手段として、ヒータ温度モニタ抵抗２５、参照抵抗２６、参照抵抗２７、参照抵抗２８からなるブリッジ回路を構成する。次に、ヒータ温度モニタ抵抗２５と参照抵抗２６の中間電位Ｖ１および、参照抵抗２７と参照抵抗２８の中間電位Ｖ２を回路素子１４に入力し、回路素子１４に搭載したＡＤ変換器４２によってＶ１およびＶ２の差電圧をデジタル信号ｓ１に変換する。

[0027] 次に、デジタル信号ｓ１を回路素子１４に搭載したデジタル信号処理回路４８（以下、ＤＳＰ４８と呼称する）に入力し、ＤＳＰ４８はヒータ温度制御プログラム４９を実行してヒータ温度制御信号ｓ２を出力する。次に、ヒータ温度制御信号ｓ２を回路素子１４に搭載したＤＡ変換器４６によってヒータ駆動信号ｓ３に変換しヒータ抵抗２４に印加する。

[0028] 尚、ヒータ温度制御プログラム４９はデジタル信号ｓ１がゼロになるように制御する。そのため、ＡＤ変換器４２のデバイスオフセットを無視すると、ヒータ温度制御を実行している際のＶ１とＶ２は同電位となる。

[0029] ここで、支流３の温度が例えば３Ｋ上昇したと仮定すると、参照抵抗２６、参照抵抗２７、参照抵抗２８には３Ｋの温度上昇に相当する抵抗値変化が生じる。一般には、参照抵抗２６、参照抵抗２７、参照抵抗２８の抵抗値の温度変化率は同程度であるため、ヒータ抵抗２４の温度が不変の場合は、この時のブリッジ回路の出力はＶ１のみが変化する。すると、ヒータ温度制御プログラム４９は、Ｖ１とＶ２を同電位にするようにヒータ温度制御信号ｓ２、即ち、ヒータ駆動信号ｓ３を変化させ、ヒータ抵抗２４の温度を３Ｋ上昇させる。

[0030] 以上の動作によりヒータ温度制御を実現する。

[0031] 流量を計測するため、上流側測温抵抗３１、上流側測温抵抗３２、下流側測温抵抗３３、下流側測温抵抗３４からなるブリッジ回路を構成する。次に、上流側測温抵抗３１と下流側測温抵抗３３の中間電位Ｖ３および、上流側測温抵抗３２と下流側測温抵抗３４の中間電位Ｖ４を回路素子１４に入力し

、回路素子１４に搭載したＡＤ変換器４３によってＶ３およびＶ４の差電圧をデジタル信号ｓ４に変換してＤＳＰ４８に入力する。

[0032] また、吸入空気１の温度Ｔ１を計測するため、第１温度センサ３６と固定抵抗２９からなる直列抵抗回路４０を構成し、第１温度センサ３６と固定抵抗２９の中間電位Ｖ５を回路素子１４に入力し、回路素子１４に搭載したＡＤ変換器４４によってデジタル温度信号Ｓｔ１に変換してＤＳＰ４８に入力する。

[0033] さらに、支流３の温度Ｔ２を計測するため、第２温度センサ３７と固定抵抗３０からなる直列抵抗回路４１を構成し、第２温度センサ３７と固定抵抗３０の中間電位Ｖ６を回路素子１４に入力し、回路素子１４に搭載したＡＤ変換器４５によってデジタル温度信号Ｓｔ２に変換してＤＳＰ４８に入力する。

[0034] この時、吸入空気１の温度Ｔ１および支流３の温度Ｔ２が、基準温度Ｔｂに対してＴ１≠Ｔｂ、Ｔ２≠Ｔｂ、Ｔ１≠Ｔ２の関係である場合、デジタル信号ｓ４は、Ｔ１とＴ２の差に起因した計測誤差（以下、温度差起因誤差と呼称）と、Ｔ１又はＴ２がＴｂと異なることに起因した計測誤差（以下、絶対温度起因誤差と呼称）とを含む信号となり、検出特性は、例えば図３におけるＣｕｒｖｅ３となる。

[0035] ＤＳＰ４８は、上記の温度差起因誤差と絶対温度起因誤差を補正して流量信号ｓ８を生成する。流量信号ｓ８の検出特性は、例えば図３におけるＣｕｒｖｅ１である。温度差起因誤差の補正には温度差起因誤差補正部５０ａを用い、絶対温度起因誤差の補正には絶対温度起因誤差補正部５０ｂを用いる。

[0036] 温度差起因誤差補正部５０ａは、補正量導出プログラム５３を用いて温度差起因誤差を補正するための補正量ｓ５を導出する。この時の導出方法は、算術計算による導出でも良いし、データマップを用いた導出でも良い。

[0037] 次に、補正プログラム５１は、デジタル信号ｓ４を補正量ｓ５に基づいて補正し、温度差起因誤差を補正した補正信号ｓ６を生成する。この補正信号

ｓ６は、例えば吸入空気１および支流３の温度が共にＴ２の時の出力特性であり、補正信号ｓ６の検出特性は、例えば図３におけるＣｕｒｖｅ２の様になる。尚、補正信号ｓ６はＴ２が基準温度Ｔｂと異なることに起因した絶対温度起因誤差を含む信号である。

[0038] 次に、補正信号ｓ６は絶対温度起因誤差補正部５０ｂに入力される。絶対温度起因誤差補正部５０ｂは、補正量導出プログラム５４を用いて絶対温度起因誤差を補正するための補正量ｓ７を導出する。尚、補正量ｓ７は、補正信号ｓ６が含んだ絶対温度起因誤差を相殺する量である。

[0039] 次に、補正プログラム５２は、デジタル信号ｓ６を補正量ｓ７に基づいて絶対温度起因誤差を補正し流量信号ｓ８を生成する。

[0040] 以上に説明した補正動作により、吸入空気１の温度Ｔ１と支流３の温度Ｔ２と基準温度Ｔｂとの差異に起因する計測誤差を含まない、優れた精度の流量信号ｓ８を生成することが可能となる。

[0041] 次に、流量信号ｓ８は回路素子１４に搭載したＤＡ変換器４７によって出力信号ｓ９に変換し、コネクタ部９から配管６の外部に設けたエンジン制御ユニット６０（以下、ＥＣＵ６０と呼称する）に出力する。

[0042] 尚、ＥＣＵ６０への信号伝送媒体は特に限定されるものではない。例えば、ＤＡ変換器４７の変わりに通信ドライバを設け、アナログ信号を伝送媒体とした出力方法に代えて、デジタル通信を伝送媒体とした出力方法をとっても良い。また、ＤＡ変換器４７の変わりに可変周波数発振器を設け、周波数信号を伝送媒体とした出力方法をとっても良い。また、ＤＡ変換器４７の変わりに変調器を設け、変調信号を伝送媒体とした出力方法をとっても良い。

[0043] 次に、補正量導出プログラム５３が補正量ｓ５を導出するための基本原理を説明する。

[0044] 特許文献１および特許文献２に開示される様な従来の流量計測装置は、主通路内を流れる流体の一部を副通路に取り込み、副通路内を流れる流体の流量を副通路内に設けた流量検出素子で検出し、この検出結果に基づいて主通路内を流れる流体の流量を推定することによって流量計測機能を実現する。

[0045] この機能の実現には、主通路内を流れる流体の流量と副通路内を流れる流体の流量比率（以下、流量比）が既知である必要がある。もし、流量比が既知の値から変化した場合、副通路内に設けた流量検出素子の検出結果から主通路内の流量を正確に推定することができないため計測誤差が生じる。

[0046] 本発明考案者らの検討によれば、流量比は主通路内を流れる流体の温度と副通路内を流れる流体の温度に依存していることが判明した。

[0047] 以下に、流量比が各通路の流体温度に依存する原理を説明する。

[0048] 流路の管摩擦損失ΔＰを式１で表す。尚、λ：管摩擦係数、Ｌ：流路長さ、ρ：空気密度、Ｕ：流速、ｄ：流路直径である。

[0049] [数1]

$$\Delta P = 0.5 \lambda L \rho U^2 / d \qquad \cdots \text{式1}$$

[0050] １つの流路から２つに分岐して再び合流する流路において、一方の流路（以下、流路１と記す。）と他方の流路（以下、流路２と記す。）の管摩擦損失をそれぞれΔＰ１、ΔＰ２とすると、ΔＰ１＝ΔＰ２となる。この方程式から流路１を通過する質量流量Ｑ１と流路２を通過する質量流量Ｑ２の流量比Ｑ１／Ｑ２を求めると式２で表す関数となる。尚、管摩擦係数λは空気の粘度μの関数となる。また、Ａ、α、β、γ、δは流量に依存する定数である。

[0051] [数2]

$$\frac{Q1}{Q2} \propto A \sqrt{\left(\frac{L1}{L2}\right)^{\alpha} \left(\frac{r2}{r1}\right)^{\beta} \left(\frac{\rho 2}{\rho 1}\right)^{\gamma} \left(\frac{\mu 1}{\mu 2}\right)^{\delta}} \qquad \cdots \text{式2}$$

[0052] 式２によれば、流路１と流路２を流れる流体の流量比は温度および流量の関数である。Ｌ１、Ｌ２、ｒ１、ｒ２は各流路の寸法パラメータであり温度変化による線膨張などを無視すれば温度依存性および流量依存性をもたない。一方、空気密度ρおよび空気粘度μは温度の関数であり、Ａ、α、β、γ、δは流量に依存する定数である。そのため、流量比は温度と流量の関数となる。

[0053] つまり、式２によれば、流量比を導出するためには、流路の形状寸法の他に、流路１内を流れる流体の温度と流路２内を流れる流体の温度、およびその時の流量を知る必要があることが自明である。

[0054] 補正量導出プログラム５３は、上記基本となる式２に基づき、ｓ４、Ｓｔ１およびＳｔ２に基づいた補正量ｓ５を導出する。尚、補正量導出プログラム５３が補正量ｓ５を導出する際の導出方法は、算術計算による導出でも良いし、データマップを用いた導出でも良い。

[0055] 次に、第１実施例における流量計測装置による効果を図４により説明する。

[0056] 図４によれば、温度差起因誤差は低流量になるほど増大傾向であり、本発明技術による補正効果が顕著に発揮されると分かる。また、本発明技術による補正により計測誤差は幅広い流量域でほぼゼロとなる。

[0057] 以上より、第１実施例における流量計測装置の利点は、第１温度センサ３６と第２温度センサ３７の温度情報に基づいて吸入空気流量を測定しているので、主通路７内の流体温度と副通路１２内の流体温度との差異に起因する計測誤差を高精度に除去することができるため、主通路７と副通路１２の流量比の変化が流量計測装置の出力に与える影響を抑制できる点である。特に低流量になるほど、副通路を流れる流体が副通路壁面から受ける熱の影響が大きくなるため、主通路７内の流体温度と副通路１２内の流体温度との差異に起因する計測誤差が大きくなるところ、本発明では、主通路７内の流体温度と副通路１２内の流体温度との差異に起因する計測誤差を低減しているので、低流量になるほど、従来よりも、計測誤差低減の効果が顕著であり、低流量域をより正確に測定することができる。従って、従来の流量計測装置よりも高精度な流量計測を実現できる。

[0058] 次に、本発明技術の第２実施例について、図５を用いて説明する。

[0059] 第２実施例をなす流量計測装置は、副通路１２をケーシング８内部で屈曲させており、支流３の流動方向を副通路１２の形状によって変向する際の遠心効果により、副通路１２に進入した異物５８のダイアフラム１９への付着

や衝突を抑制したことを特徴とする。副通路以外の構成は第１実施例と同一のため説明は省略する。

[0060] 第２実施例をなす流量計測装置は、第１実施例の利点に加え、上記の特徴により、ダイアフラム１９の異物５８による破損や、異物５８の付着による特性変化等の不良発生率を抑制できる利点がある。

[0061] 次に、本発明技術の第３実施例について、図６を用いて説明する。

[0062] 第３実施例をなす流量計測装置は、両端の開口が主通路７と連通する第１副通路１２ａと、両端の開口が第１副通路１２ａと連通する第２副通路１２ｂを備え、第２副通路１２ｂの開口は、副通路１２ａを流れる支流３の主たる流動方向に対し傾斜して設けてあり、ダイアフラム１９を第２副通路１２ｂにおいて流体に曝露したことを特徴とする。副通路以外の構成は第１実施例と同一のため説明は省略する。

[0063] 第３実施例をなす流量計測装置は、副通路１２ａ内を流れる支流３をさらに分岐した支々流４の流量を計測することにより吸入空気１の流量検出を行う。第２副通路１２ｂの開口は、副通路１２ａを流れる支流３の主たる流動方向に対し傾斜して設けているため、副通路１２ａに侵入した異物５８が副通路１２ｂに侵入し難い。そのため、ダイアフラム１９の周囲を通過する異物５８の量は、第２実施例をなす流量計測装置においてダイアフラム１９の周囲を通過する異物５８の量よりも少なくなるため、異物５８による不良発生率をさらに抑制できる。

[0064] さらに、第３実施例をなす流量計測装置は、支々流４が支流３から分岐する分岐部において、支流３の主たる流動方向と支々流４の主たる流動方向がなす角度θが９０度以上となるように構成する。これにより副通路１２ｂに侵入する異物５８の量を格段に抑制することができ、異物５８による不良発生率をさらに抑制できる。

[0065] 第２実施例や第３実施例に示すように、ダイアフラム１９をダストなどから保護しようとすると、副通路１２の形状が複雑になる。そのため、ダストなどからダイアフラム１９を保護する構成とした場合、主通路７を流れる流

体の温度と副通路１２を流れる流体との温度の差異は大きくなり、それに起因する計測誤差もまた大きくなってしまう。本発明の構成とすることで、ダストなどからダイアフラム１９を保護しつつ、より正確に吸入空気１の流量を測定することができるので、信頼性の高い流量計測装置を提供できる。

[0066] 尚、より正確に副通路を流れる流体の温度を測定するために、センサ素子１５近傍に第２温度センサ３７を設けることが好ましい。更には、センサ素子１５が測定する流体の流れを乱さないように、センサ素子に対して流体の流れの下流側に第２温度センサ３７を設けるのが好ましい。

[0067] また、第３実施例において、より精度よく吸入空気量を測定するために、第２温度センサは第１副通路１２ａと第２副通路１２ｂにそれぞれ設けて、第１温度センサ３６と、第１副通路１２ａと第２副通路１２ｂにそれぞれ設けられた第２温度センサ３７との温度情報に基づいて吸入空気流量を測定すると良い。

[0068] 次に、本発明技術の第４実施例について、図７、図８を用いて説明する。

[0069] 第４実施例をなす流量計測装置は、第１実施例をなす流量計測装置における第２温度センサ３７に代えて、センサ素子１５上に形成したオンチップ温度センサ３８を設けたことを特徴とする。また、オンチップ温度センサ３８以外の構成は第１実施例と同一のため説明は省略する。

[0070] オンチップ温度センサ３８は、例えば、ダイアフラム１９とは別にセンサ素子１５に形成された薄肉状の副ダイアフラム２０を形成し、副ダイアフラム２０上に測温抵抗体３５を形成してなる温度センサであり、ダイアフラム１９に対して流体の流れの上流側に設ける。

[0071] これは、ヒータ抵抗２４の発する熱が支流３の流動により下流方向に拡散するため、ダイアフラム１９下流側の領域５９は、支流３の温度よりも高温となることが経験的に知られているためである。従って、測温抵抗体３５が支流３の温度を計測する位置は、ヒータ抵抗２４の発する熱の影響をうけ難い位置とする必要がある。

[0072] また、副ダイアフラム２０上にオンチップ温度センサ３８を設けた構成で

は、ダイアフラム１９と副ダイアフラム２０は同一半導体基板平面上にあり、オンチップ温度センサ３８は空気の流れの障害とはならず、ダイアフラム１９の上流側に設けたとしても空気の流れが乱れにくいという利点がある。

[0073] 尚、オンチップ温度センサ３８が支流３の温度を計測する位置は、ダイアフラム１９よりも支流３の主たる流動方向に対して上流側に限定されるものではない。例えば、センサ素子１５上であり、且つ、支流３の主たる流動方向に対してダイアフラム１９の左右方向にずれた位置にオンチップ温度センサ３８を設けても良い。

[0074] 第４実施例をなす流量計測装置は、支流３の温度をセンサ素子１５に設けたオンチップ温度センサ３８により計測するため支持部材５７や第２温度センサ３７をなすサーミスタ素子などの部品を削減できる。また、副ダイアフラム２０上に測温抵抗体３５を形成しているため、測温抵抗体３５の応答はアキシャルリード型やチップ型サーミスタと比べて高速にでき、応答遅れによる補正誤差を軽減できる。

[0075] 尚、第３実施例の変形例として、第４実施例において説明したオンチップ温度センサ３８を副通路１２ｂ内に設けたセンサ素子１５上に設けてもよい。これにより、異物５８の衝突等によるオンチップ温度センサ３８の破損率を改善できる上、オンチップ温度センサ３８の熱容量は非常に小さいため、通路の多重分岐により僅かな流体しか流入しない副通路１２ｂ内においても、流体の温度を高速応答且つ高精度に測定することができる。

[0076] 次に、本発明技術の第５実施例について、図９を用いて説明する。

[0077] 第５実施例をなす流量計測装置は、第４実施例の流量計測装置における回路素子１４およびセンサ素子１５をリードフレーム２１に搭載し、さらにモールド樹脂１６でモールド成型したセンサモジュール２２を形成する。回路素子１４はセンサモジュール２２から突出したリードフレーム２１の突出部を介して、第１温度センサ３６との電気的接続および、外部との信号伝送を行う。また、センサモジュール２２は、センサ素子１５のダイアフラム１９および副ダイアフラム２０が支流３に曝露する様に、モールド開口部２３を

備える。

[0078] 第５実施例をなす流量計測装置は、モールド成型によってセンサモジュール２２を形成しているため、基板接着等を用いた組立方法よりも組立精度が向上する。そのため、第４実施例をなす流量計測装置に対し、製造時の組立精度に起因する歩留りの低下を抑制することができる。また、モールド樹脂１６は基板１３よりも安価である場合が多く、コスト抑制に効果的である。

[0079] 次に、本発明技術の第６実施例について、図１０、図１１を用いて説明する。

[0080] 第６実施例をなす流量計測装置は、第１実施例をなす流量計測装置における第２温度センサ３７に代えて、回路素子１４上に形成した回路内蔵型温度センサ３９を設けたことを特徴とする。また、回路素子１４およびセンサ素子１５をリードフレーム２１に搭載し、さらにモールド樹脂１６でモールディングしたセンサモジュール２２を形成する。回路素子１４はセンサモジュール２２から突出したリードフレーム２１の突出部を介して、第１温度センサ３６との電気的接続および、外部との信号伝送を行う。また、センサモジュール２２は、センサ素子１５のダイアフラム１９および副ダイアフラム２０が支流３に曝露する様にモールド開口部２３を備える。

[0081] 第６実施例をなす流量計測装置は、回路内蔵型温度センサ３９を回路素子１４の内部に設けることにより、第５実施例をなす流量計測装置において生じうる、オンチップ温度センサ３８の異物の衝突、付着等による破損、特性変化のような破損モードが生じないという利点がある。従って、流量計測装置の環境信頼性や長期信頼性を改善できる。

[0082] 尚、第６実施例をなす流量計測装置は、回路内蔵型温度センサ３９周辺のセンサモジュール２２表面を支流３に曝露する様にセンサモジュール２２を配置することにより、回路内蔵型温度センサ３９が支流３の温度に追従し易くしている。

[0083] 次に、回路内蔵型温度センサ３９が支流３の温度にさらに追従し易くするための、センサモジュール２２の変形例について図１２を用いて説明する。

[0084] 第６実施例をなす流量計測装置の変形例は、回路内蔵型温度センサ３９を配置する部位周辺のセンサモジュール２２表面に凹凸部５５を設けることを特徴とする。

[0085] 凹凸部５５を設けることにより、センサモジュール２２の表面積が拡大するため、支流３との交換熱量が増え、回路内蔵型温度センサ３９は支流３の温度にさらに高速に追従することができる。

[0086] 凹凸部５５を設けることにより、センサモジュール２２の表面積が拡大するため、支流３との交換熱量が増え、回路内蔵型温度センサ３９は支流３の温度にさらに高速に追従し、センサモジュール２２内部の温度分布をより均一化することができる。

[0087] また、第５実施例および第６実施例に述べた様に樹脂モールド実装構造をとる流量計測装置においては、回路素子１４およびセンサ素子１５を複合した回路、センサ複合素子をモールディングしてなるセンサモジュールを構成した場合であっても、同様の利点を得ることができる。尚、回路、センサ複合素子を用いる場合、支流３の温度を計測する方法としては、副ダイアフラム上に形成した感温抵抗体を用いても良いし、回路部に内蔵した温度センサを用いても良い。

[0088] 次に、第７実施例をなす流量計測装置の吸入空気１の温度の計測方法について図１３を用いて説明する。

[0089] 第１実施例をなす流量計測装置では、第１温度センサ３６をケーシング８の壁面から主通路７に突出させた支持部材５６を用いて支持しており、吸入空気１の温度は第１温度センサ３６によって直接測定する方法をとる。

[0090] 上記方法とは異なる吸入空気１の温度計測方法として、第７実施例をなす流量計測装置では、第１温度センサ３６および第２温度センサ３７を副通路１２内部の異なる位置に配置して、副通路１２内における支流３の温度変化量を取得し、この温度変化量から吸入空気１の温度を算術計算により導出する方法をとる。以下、導出方法の例を述べる。

[0091] 副通路１２内を流れる支流３の温度分布モデルを式３で表す。尚、Ｔ：温

度観測点における支流３の温度、Ｔｗ：副通路１２内における支流３の終端温度、Ｔａｉｒ：吸入空気１の温度、ｋ：調整定数、Ｑｂ：支流３の流量、Ｘ：副通路１２の入口から温度観測点までの距離である。また、調整定数ｋは、仮想的な温度分布モデルを、実験値から得た現実的な温度分布に合わせるための調整パラメータである。

[0092] [数3]

$$T(X) = (Tw - Tair)\exp(k * Qb * X) + Tair \quad \cdots式3$$

[0093] 次に、副通路１２内に配置した第１温度センサ３６により得た温度情報Ｓｔ１と、第２温度センサ３７により得た温度情報Ｓｔ２と、第１温度センサ３６および第２温度センサ３７の副通路１２入口からの長さＸ１およびＸ２と、支流３の流量Ｑｂの代替としてデジタル信号ｓ４に基づく数値を式３に代入し、式４および式５からなる連立方程式を作成する。

[0094] [数4]

$$T1 = (Tw - Tair)\exp(k * f(s4) * X1) + Tair \quad \cdots式4$$

[0095] [数5]

$$T2 = (Tw - Tair)\exp(k * f(s4) * X2) + Tair \quad \cdots式5$$

[0096] ここで、ＴａｉｒおよびＴｗ以外は既知の値であるから、連立方程式を解くことによりＴａｉｒおよびＴｗを求めることができる。

[0097] 尚、本実施例においては、Ｑｂの代替としてデジタル信号ｓ４を用いる。ｓ４は前述した様に、主通路７内の流体温度と副通路１２内の流体温度との差異に起因する計測誤差および、主通路７内の流体温度と副通路１２内の流体温度が同等な状況における環境温度の変化による計測誤差を含む信号であるため、ＴａｉｒおよびＴｗに誤差が生じる場合があるが、第１温度センサ３６と副通路１２入口との距離Ｘ１をできる限りゼロに近づけ、第２温度センサ３７と副通路１２入口との距離Ｘ２ができる限り大きくなるような位置に第１温度センサ３６および第２温度センサ３７を配置することで誤差を抑制することができる。

[0098] 第７実施例をなす流量計測装置は、ケーシング８の外部に第１温度センサ３６を設けなくても良いため、ケーシング８を配管６に挿入する際にケーシング８の外部に設けた第１温度センサ３６および支持部材５６が配管６と接触することにより生じる破損や変形等の不良を抑制することができる。

[0099] 次に、第８実施例をなす流量計測装置の副通路１２内の流体温度の計測方法について図１４を用いて説明する。

[0100] 第８実施例をなす流量計測装置は、第１実施例をなす流量計測装置のヒータ温度制御回路において、ＡＤ変換器４２の出力をヒータ温度制御プログラム４９に伝送する伝送経路上にスイッチ素子６３を設け、また、参照抵抗２７と参照抵抗２８の中間電位Ｖ２を入力とするＡＤ変換器６１を設け、ＡＤ変換器６１の出力はスイッチ素子６４を介して補正量導出プログラム５３に伝送し、参照抵抗２６と参照抵抗２８のＡＤ変換器４２に入力されていない側の端子をそれぞれ回路素子１４内に誘導し、回路素子１４内において参照抵抗２６および参照抵抗２８の各端子と接地電位との接続状態を制御するスイッチ素子６２ａ～６２ｃと回路素子１４内部に形成した固定抵抗６５を設けることにより構成する。尚、固定抵抗６５はスイッチ素子６２ａと接地電位との間に介在するよう配置する。

[0101] 上記スイッチ素子６２～６４は、各々が同期して切替え動作を行う。具体的には、例えばスイッチ素子６２ａがオープン状態の場合は、スイッチ素子６２ｂおよびスイッチ素子６２ｃおよびスイッチ素子６３は接続状態となり、スイッチ素子６４はオープン状態となる。一方、スイッチ素子６２ａが接続状態の場合は、スイッチ素子６２ｂおよびスイッチ素子６２ｃおよびスイッチ素子６３はオープン状態となり、スイッチ素子６４は接続状態となる。

[0102] ここで、参照抵抗２７および参照抵抗２８は支流３の温度に応じて抵抗値が変化するため、スイッチ素子６２ａおよびスイッチ素子６４を接続状態とし、スイッチ素子６２ｂおよびスイッチ素子６２ｃおよびスイッチ素子６３をオープン状態とすれば、中間電位Ｖ２は支流３の温度に基づいた電位となる。従って、上記状態におけるＡＤ変換器６１の出力ｔ２は支流３の温度に

基づく温度信号である。

[0103] 一方、スイッチ素子６２ａおよびスイッチ素子６４をオープン状態とし、スイッチ素子６２ｂおよびスイッチ素子６２ｃおよびスイッチ素子６３を接続状態とすれば、第１実施例におけるヒータ温度制御回路と同じ回路構成となるため、ヒータ温度制御動作を行うことができる。

[0104] 尚、スイッチ素子６２～６４の切替え制御周期は、例えば、ヒータ温度制御プログラム４９がデジタル信号ｓ１を読み込むタイミングにあわせて、スイッチ素子６２ａおよびスイッチ素子６４をオープン状態とし、スイッチ素子６２ｂおよびスイッチ素子６２ｃおよびスイッチ素子６３を接続状態とするような周期に設定することが好ましい。上記タイミングでスイッチ素子６２～６４の切替え制御を行うことにより、ヒータ温度制御の誤動作を防止できる。

[0105] 第８実施例をなす流量計測装置は、既存のヒータ温度制御回路のシンプルな変更のみで実現可能であり、部品数の増加や工程の追加なく支流３の温度計測を実現できる。

[0106] 次に、第９実施例をなす流量計測装置について図１５を用いて説明する。

[0107] 第９実施例をなす流量計測装置は、第１実施例をなす流量計測装置において、回路素子１４に設けた温度差起因誤差補正部５０ａおよびＤＡ変換器４７に代えて、通信ドライバ７０を設け、ＥＣＵ６０には補正量導出部７１および流量信号補正部７２を設けた構成をとる。

[0108] 通信ドライバ７０は、流量信号ｓ９およびデジタル温度信号Ｓｔ１、Ｓｔ２をＥＣＵ６０に対してデジタル信号として出力する。ここで、第９実施例をなす流量計測装置の回路素子１４には温度差起因誤差を補正する機能がないため、流量信号ｓ９には温度差起因誤差が含まれる。

[0109] 一方、ＥＣＵ６０は、流量信号ｓ９およびデジタル温度信号Ｓｔ１、Ｓｔ２を補正量導出部７１に入力して、出力信号ｓ９に含まれる温度差起因誤差を補正するための補正量ｓ１０を導出する。次に、流量信号補正部７２は、上記補正量ｓ１０に基づいて流量信号ｓ９を補正し、温度差起因誤差を含ま

ない流量信号ｓ１１を出力する。

[0110] 即ち、補正量導出部７１は、第１実施例における補正量導出プログラム５３に相当し、流量信号補正部７２は補正プログラム５１に相当する。従って、第９実施例の変形例として、回路素子１４側に補正量導出プログラム５３を設けて補正量ｓ５を導出し、流量信号ｓ９と共に補正量ｓ５をＥＣＵ６０に伝送し、併せてＥＣＵ６０側に流量信号補正部７２を設け、伝送した補正量ｓ５流量信号ｓ９を補正しても良い。

[0111] また、温度差起因誤差を補正する機能に加え、絶対温度起因誤差を補正する機能をＥＣＵ６０に持たせても良い。この時も同様に補正量導出部と補正部をＥＣＵ６０に設けても良いし、どちらか一方のみをＥＣＵ６０に設けても良い。

[0112] 尚、ＥＣＵ６０への信号伝送媒体は特に限定されるものではない。例えば、通信ドライバ７０の変わりにＤＡ変換器を設け、アナログ信号を伝送媒体とした出力方法をとっても良い。また、通信ドライバ７０の変わりに可変周波数発振器を設け、周波数信号を伝送媒体とした出力方法をとっても良い。また、通信ドライバ７０の変わりに変調器を設け、変調信号を伝送媒体とした出力方法をとっても良い。

[0113] また、吸入空気１の温度Ｔ１および支流３の温度Ｔ２の情報をＥＣＵ６０に伝送する手段として、第１温度センサ３６と固定抵抗２９の中間電位Ｖ５および第２温度センサ３７と固定抵抗３０の中間電位Ｖ６をＥＣＵ６０に直接出力しても良い。

[0114] 上述した第９実施例をなす流量計測装置における利点は、補正プログラム５１、５２、補正量導出プログラム５３、５４の内、必要な機能をＥＣＵ６０に追加すれば、回路素子１４の変更なしで本発明技術を活用可能となる点である。

符号の説明

[0115] １ 吸入空気

２ 主流

３　支流

４　支々流

５　未使用

６　配管

７　主通路

８　ケーシング

９　コネクタ部

１０　フランジ部

１１　回路室

１２　副通路

１３　基板

１４　回路素子

１５　センサ素子

１６　モールド樹脂

１７、１８　未使用

１９　ダイアフラム

２０　副ダイアフラム

２１　リードフレーム

２２　センサモジュール

２３　モールド開口部

２４　ヒータ抵抗

２５　ヒータ温度モニタ抵抗

２６～２８　参照抵抗

２９、３０、６５　固定抵抗

３１、３２　上流側測温抵抗

３３、３４　下流側測温抵抗

３５　測温抵抗体

３６　第１温度センサ

３７　第２温度センサ

３８　オンチップ温度センサ

３９　回路内蔵型温度センサ

４０、４１　直列抵抗回路

４２～４５、６１　ＡＤ変換器

４６、４７　ＤＡ変換器

４８　デジタル信号処理回路（ＤＳＰ）

４９　ヒータ温度制御プログラム

５０　変換プログラム

５１、５２　補正プログラム

５３、５４　補正量導出プログラム

５５　凹凸部

５６、５７　支持部材

５８　異物

５９　領域

６０　エンジン制御ユニット（ＥＣＵ）

６２～６４　スイッチ素子

７０　通信ドライバ

７１　補正量導出部

７２　流量信号補正部

請求の範囲

[請求項1] 主通路を流れる流体の一部を取り込む副通路と、

前記副通路内に設けられたセンサ素子と、

前記主通路を流れる流体の温度を計る第１温度センサと、

前記副通路内に設けられ、前記主通路を流れる流体の温度と異なる流体の温度を計る第２温度センサと、を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項2] 請求項１に記載の流量計測装置において、

前記第１温度センサと前記第２温度センサによって測定した温度情報に基づいて空気流量を測定することを特徴とする流量計測装置。

[請求項3] 請求項２に記載の流量計測装置において、

前記第１温度センサの出力と前記第２温度センサの出力と前記センサ素子の出力とに基づいて前記主通路内を流れる流体の流量を測定する測定手段を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項4] 請求項３に記載の流量計測装置において、

前記測定手段は、前記センサ素子の出力を前記第１温度センサの出力と前記第２温度センサとの出力に基づいて補正する補正回路を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項5] 請求項４に記載の流量計測装置において、

前記補正回路は、

前記第１温度センサの出力と前記第２温度センサとの出力に基づいて前記主通路と前記副通路との流量比に基づく補正値を導出する導出手段と、

前記センサ素子の出力を前記補正値に基づいて前記主通路内を流れる流体の流量へと変換する変換手段と、を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項6] 請求項１に記載の流量計測装置において、

前記センサ素子は、半導体基板に形成したダイアフラムと、前記ダ

イアフラム上に設けられた発熱抵抗体と、前記発熱抵抗体に対して流体の流れの上流側と下流側とに設けられた測温抵抗体と、を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項7] 請求項６に記載の流量計測装置において、

前記半導体基板に副ダイアフラムを設け、

前記副ダイアフラム上に前記第２温度センサを設けたことを特徴とする流量計測装置。

[請求項8] 請求項６に記載の流量計測装置において、

前記センサ素子と前記補正回路とをリードフレームに搭載し、

前記センサ素子と前記補正回路と前記リードフレームとを一体にモールド封止してなるセンサモジュールを形成し、

前記センサモジュールは、前記ダイアフラムを流体に暴露するようにモールド開口部を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項9] 請求項８に記載の流量計測装置において、

前記センサモジュール内に前記第２温度センサを設け、前記センサモジュール表面に凹凸部を設けたことを特徴とする流量計測装置。

[請求項10] 請求項９に記載の流量計測装置において、

前記第２温度センサが備えられている部分のセンサモジュール表面を凸凹形状にしたことを特徴とする流量計測装置。

[請求項11] 請求項７に記載の流量計測装置において、

前記センサ素子と前記補正回路とをリードフレームに搭載し、

前記センサ素子と前記補正回路と前記リードフレームとを一体にモールド封止してなるセンサモジュールを形成し、

前記センサモジュールは、前記ダイアフラムと前記副ダイアフラムとを流体に暴露するようにモールド開口部を備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項12] 請求項６乃至１０のいずれか一項に記載の流量計測装置において、

前記副通路は屈曲部を有していて、前記屈曲部に対して流体の流れ

の下流側に前記センサ素子を設けたことを特徴とする流量計測装置。

[請求項13] 請求項６乃至１０のいずれか一項に記載の流量計測装置において、

前記副通路は、前記主通路と連通する開口部を２つ以上備える第１副通路と、前記第１副通路と連通する開口部を１つ以上備える第２副通路とを備え、前記センサ素子を前記第２副通路内に設けたことを特徴とする流量計測装置。

[請求項14] 請求項１３に記載の流量計測装置において、

前記第２副通路は、前記第１副通路内を流れる流体の主たる流動方向に対し９０度以上の角度を成して前記第１副通路と連通する開口部を１つ以上備えることを特徴とする流量計測装置。

[請求項15] 請求項１２乃至１４のいずれか一項に記載の流量計測装置において、

前記第２温度センサを前記センサ素子近傍に設置していることを特徴とする流量計測装置。

[請求項16] 請求項１に記載の流量計測装置において、

前記第１温度センサを、前記主通路を流れる流体に曝露するよう配置し、

前記第２温度センサを、前記副通路内を流れる流体に曝露するよう配置したことを特徴とする流量計測装置。

[請求項17] 請求項１に記載の流量計測装置において、

前記第１温度センサは、前記第２温度センサに対して流体の流れの上流側に配置したことを特徴とする流量計測装置。

[請求項18] 請求項６に記載の流量計測装置において、

前記発熱抵抗体の温度を検出する発熱温度検出抵抗体と、

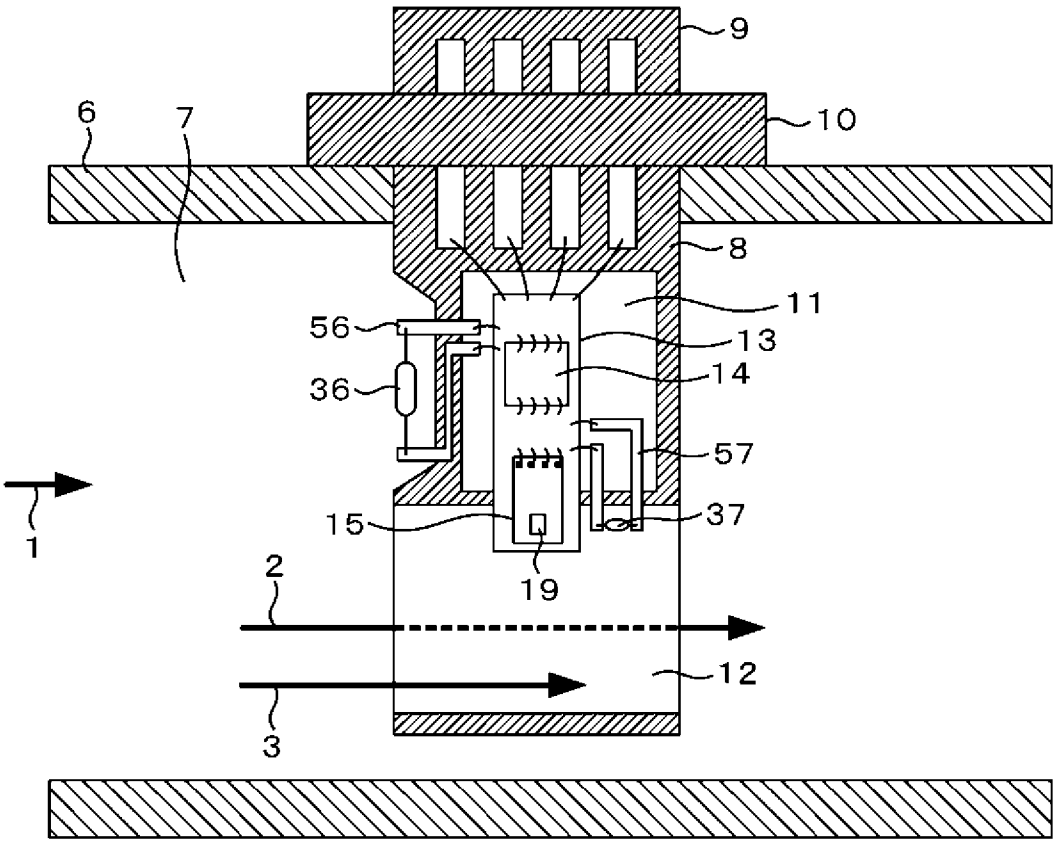
前記副通路内を移動する流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体と、を備え、

前記発熱温度検出抵抗体の温度が前記流体温度検出抵抗体の温度よりも所定温度高くなるように発熱抵抗体の発熱量を制御しており、

前記流体温度検出抵抗体を前記第２温度センサとすることを特徴とする流量計測装置。

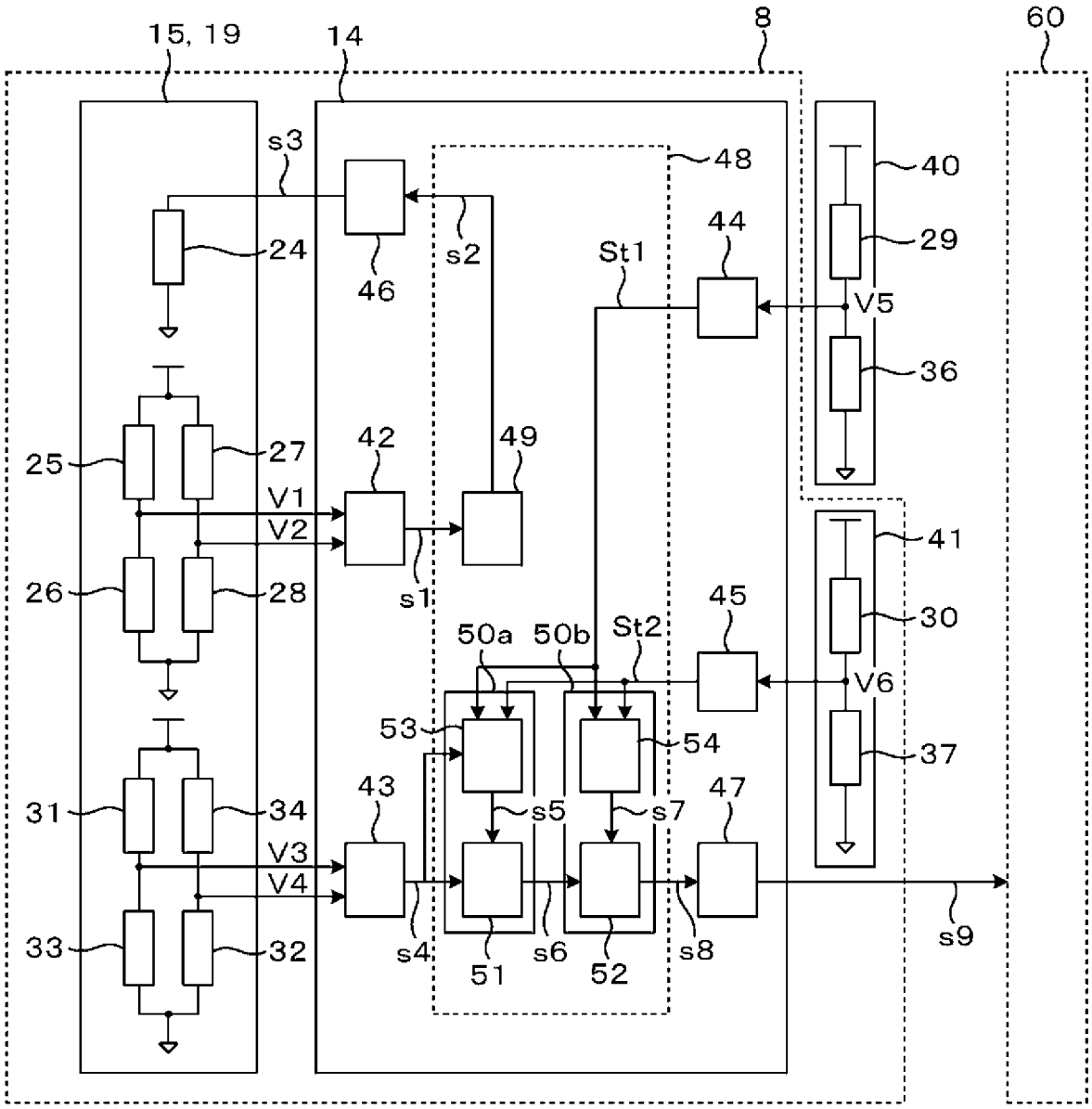
[図1]

図 1



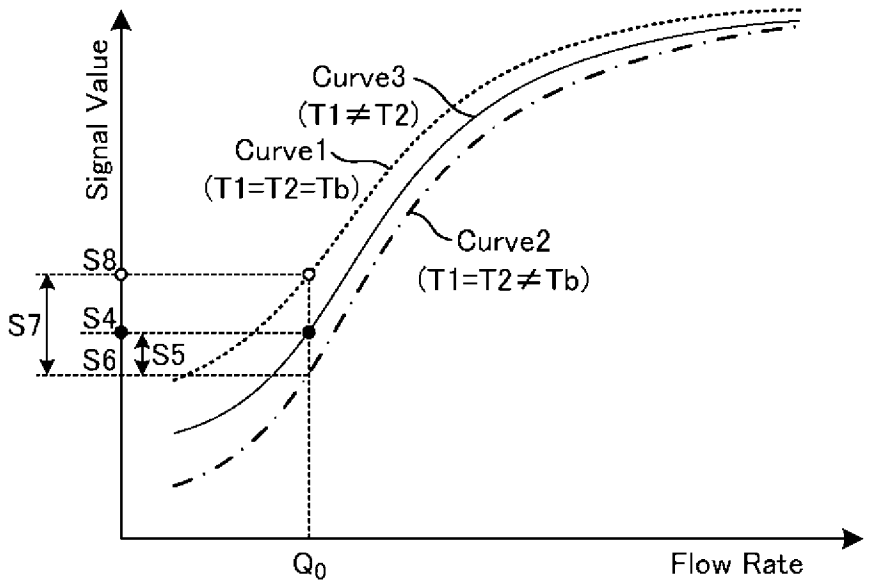
[図2]

図 2


15, 19
14
8
60
s3
48
40
24
46
s2
St1
44
29
V5
36
25
27
42
49
V1
V2
41
26
28
s1
45
50a
50b
St2
30
V6
53
54
37
43
47
31
34
s5
s7
V3
V4
s4
s6
s8
s9
33
32
51
52

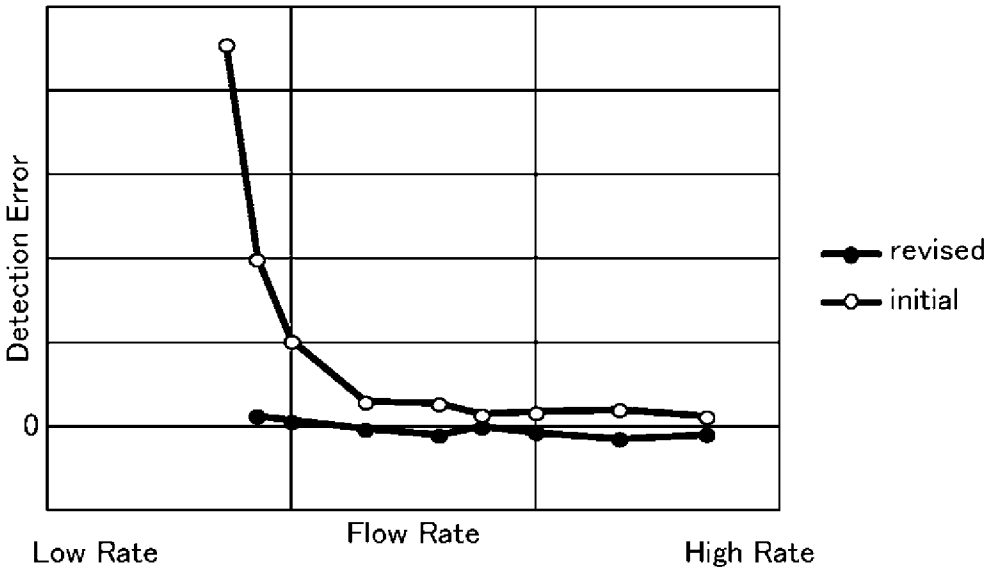
[図3]

図 3


Signal Value
Curve3
(T1≠T2)
Curve1
(T1=T2=Tb)
Curve2
(T1=T2≠Tb)
S8
S7
S4
S6
S5
Q_0
Flow Rate

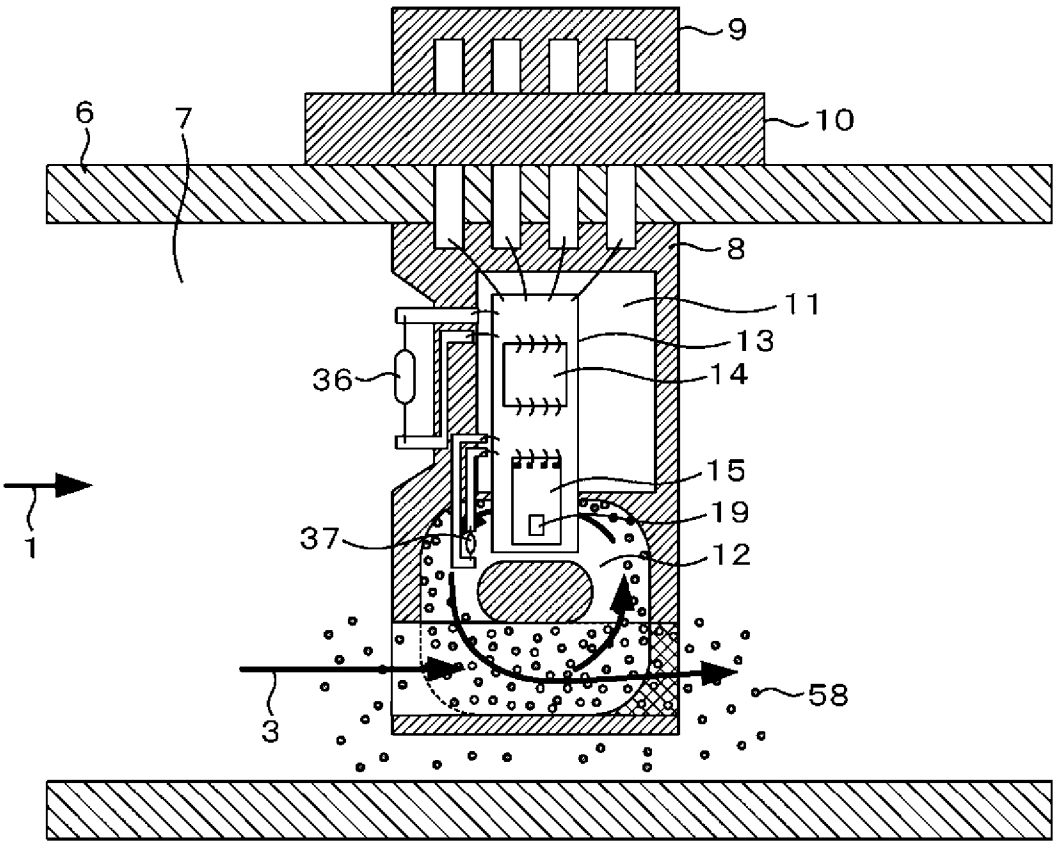
[図4]

図 4


Detection Error
0
Low Rate
Flow Rate
High Rate
revised
initial

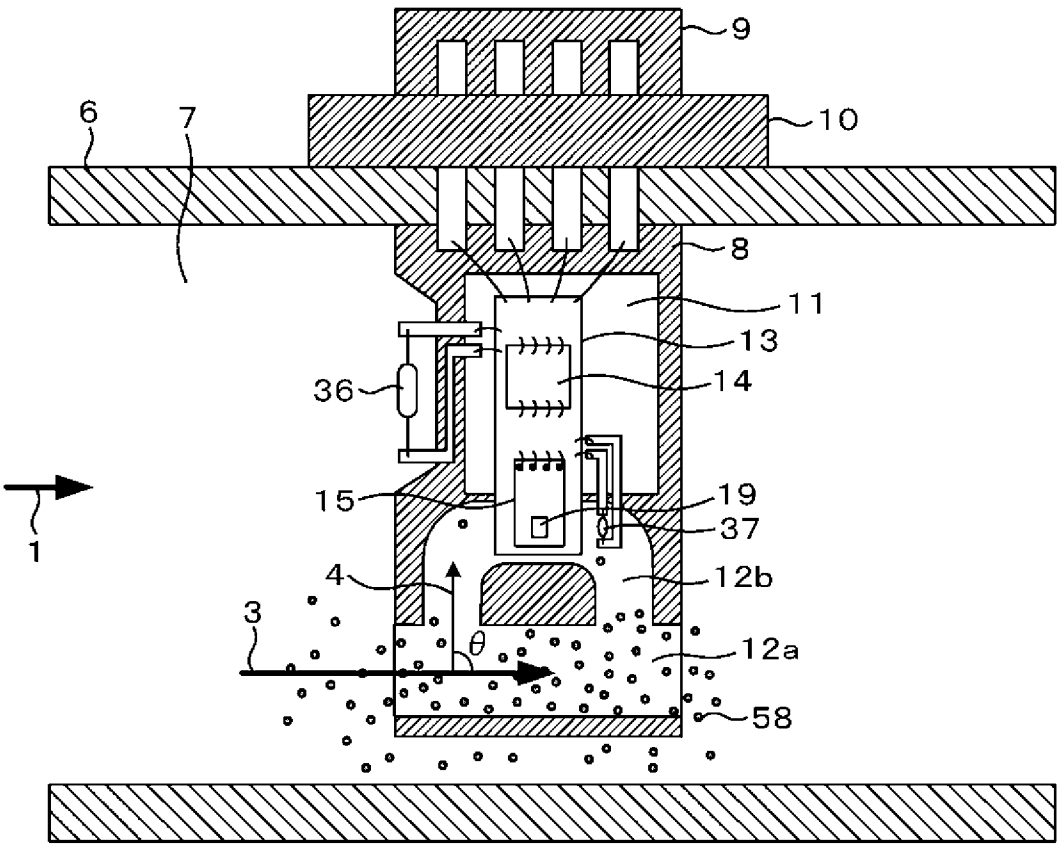
[図5]

図 5


9
10
6
7
8
11
13
14
36
15
19
37
12
1
3
58

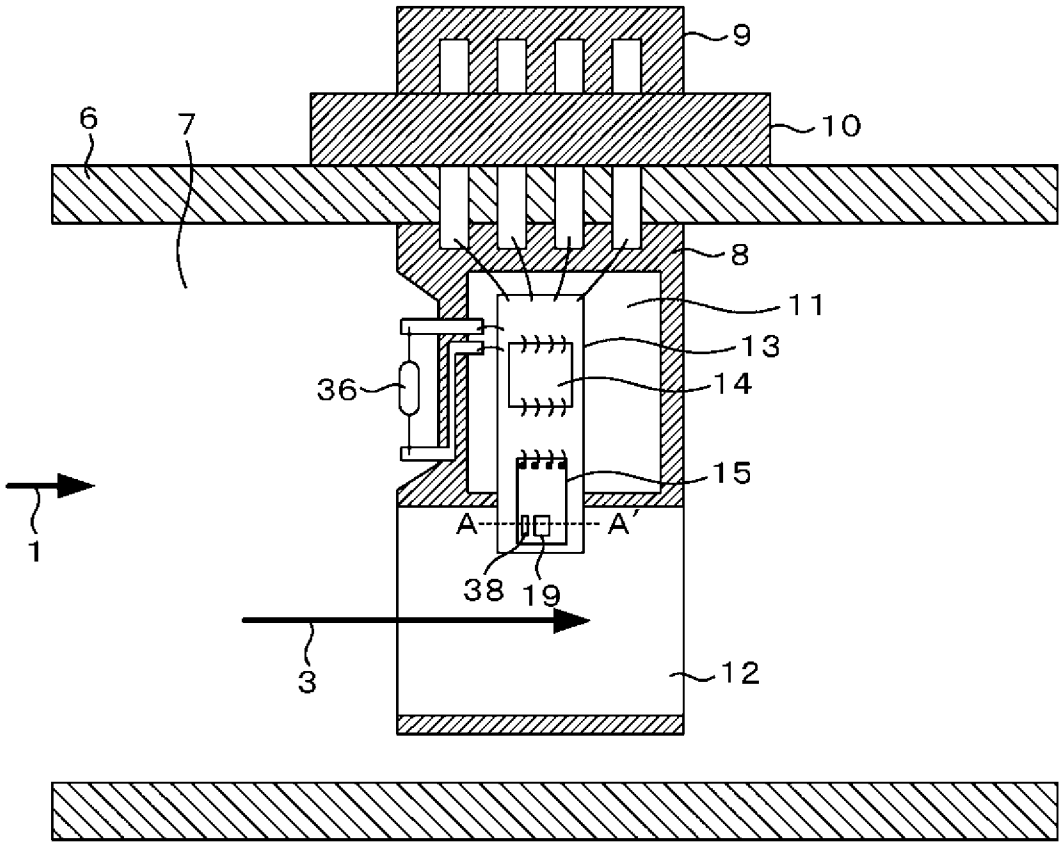
[図6]

図 6


9
10
6
7
8
11
13
14
36
15
19
37
1
4
12b
3
θ
12a
58

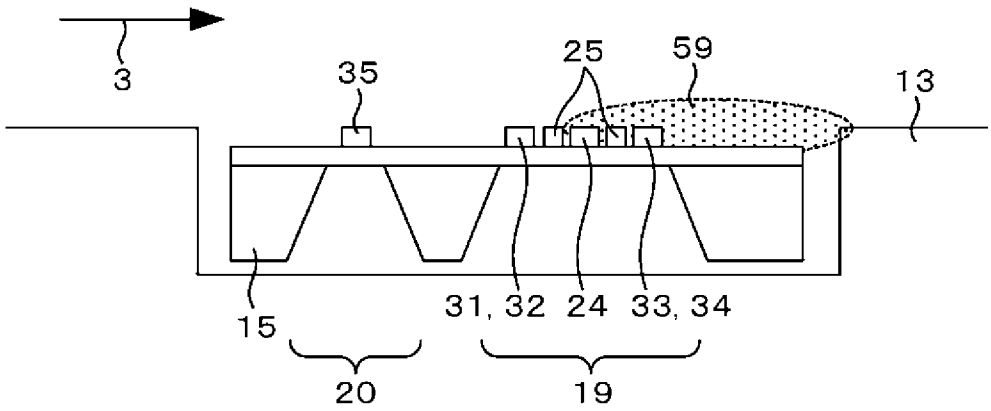
[図7]

図 7


9
10
6
7
8
11
13
14
36
15
A
A'
1
38
19
3
12

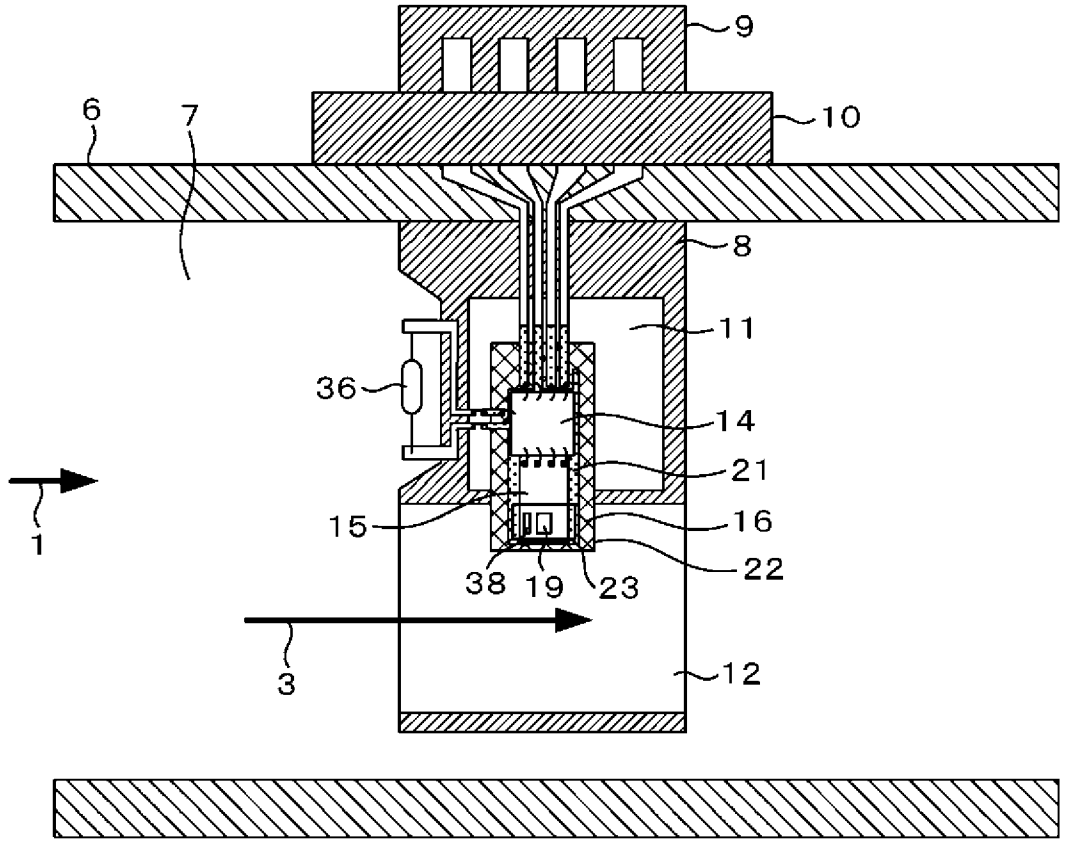
[図8]

図 8


3
35
25
59
13
15
31, 32
24
33, 34
20
19

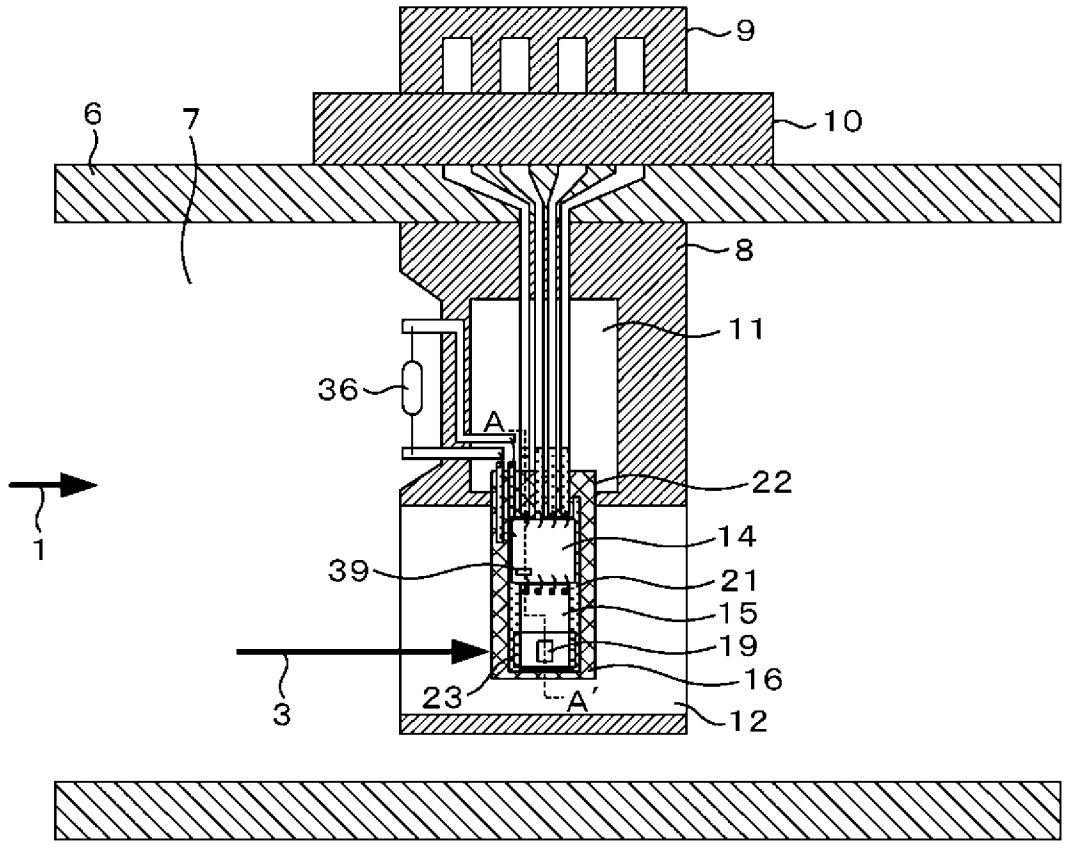
[図9]

図 9


9
10
6
7
8
11
36
14
21
15
16
22
38
19
23
1
3
12

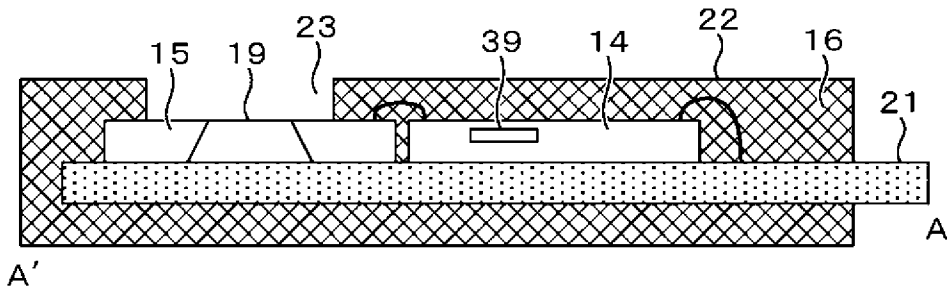
[図10]

図 10


9
10
6
7
8
11
36
A
22
14
1
39
21
15
19
16
23
A'
3
12

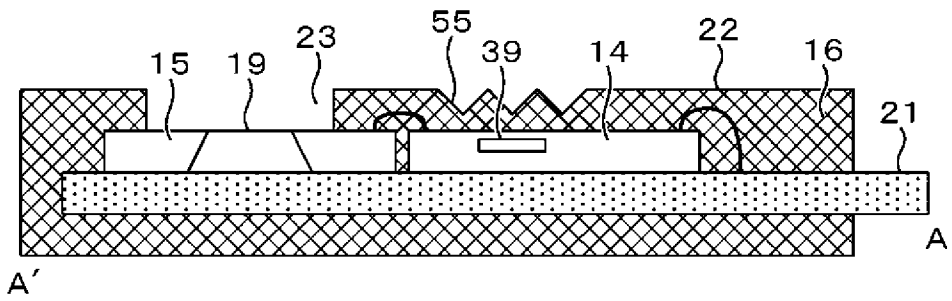
[図11]

図 11



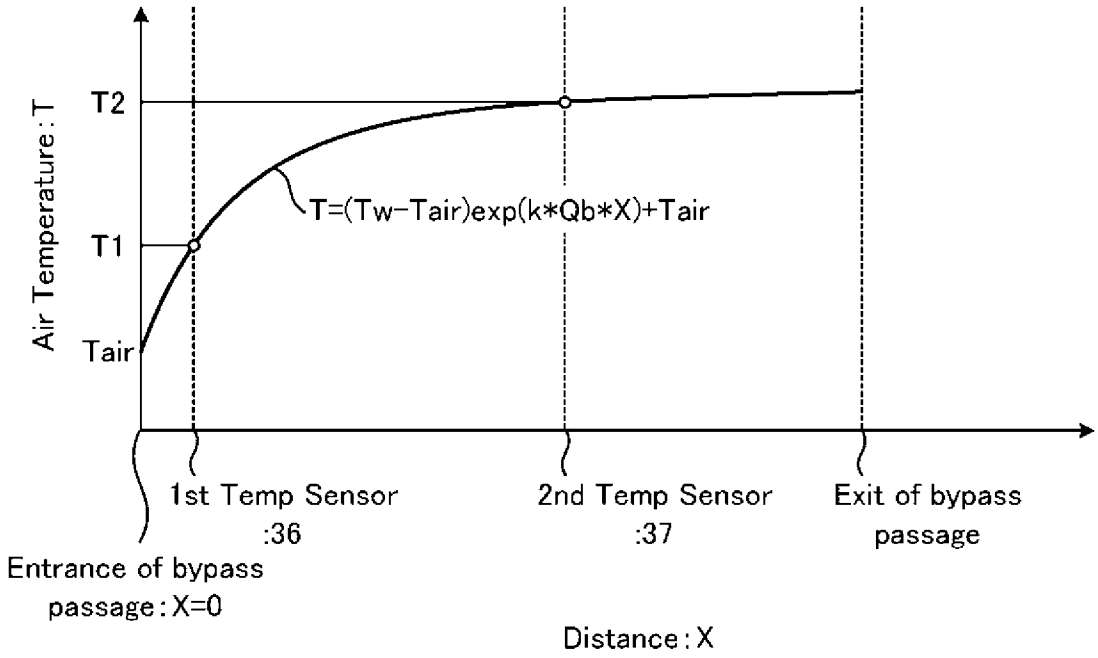
[図12]

図 12



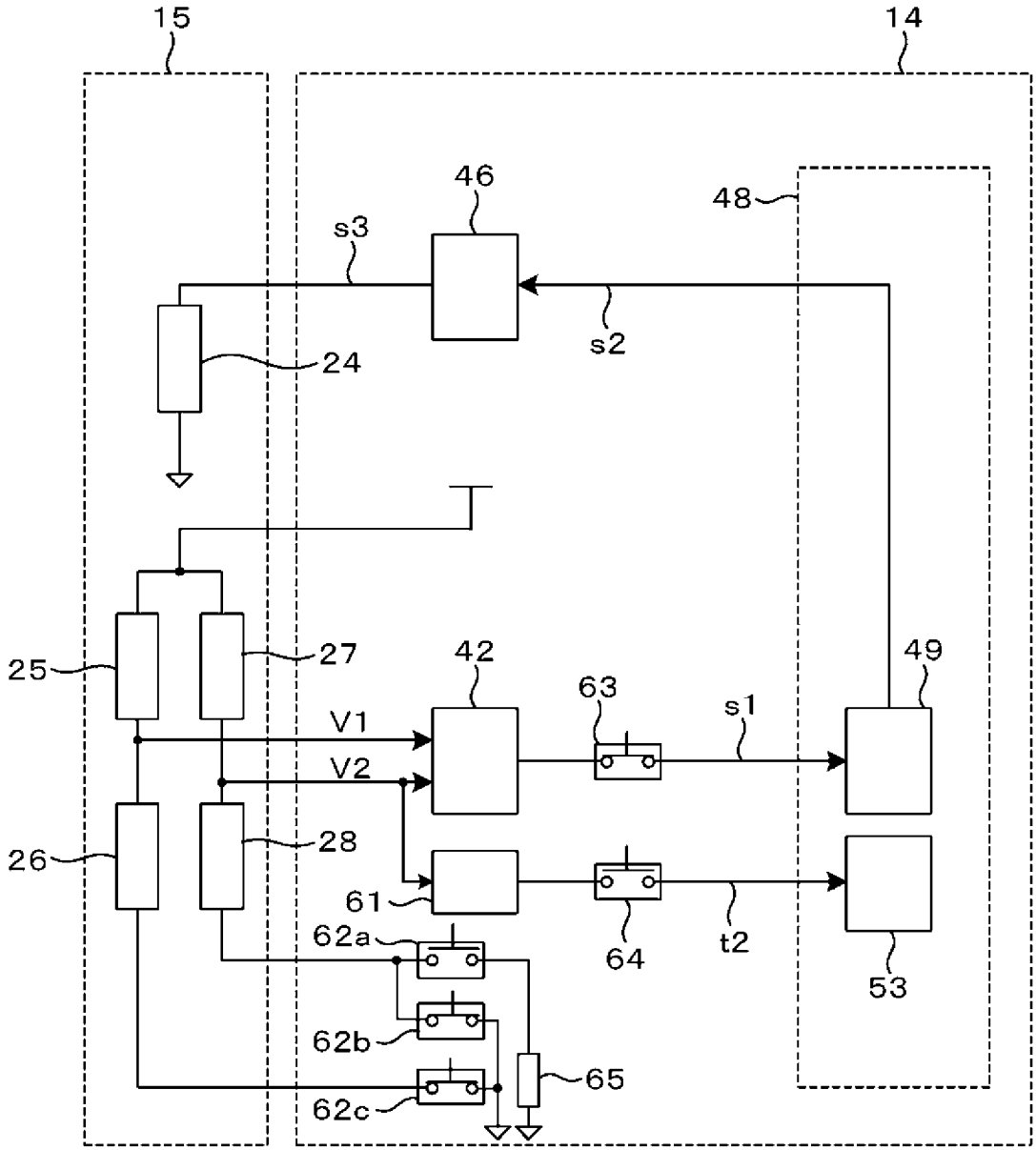
[図13]

図 13



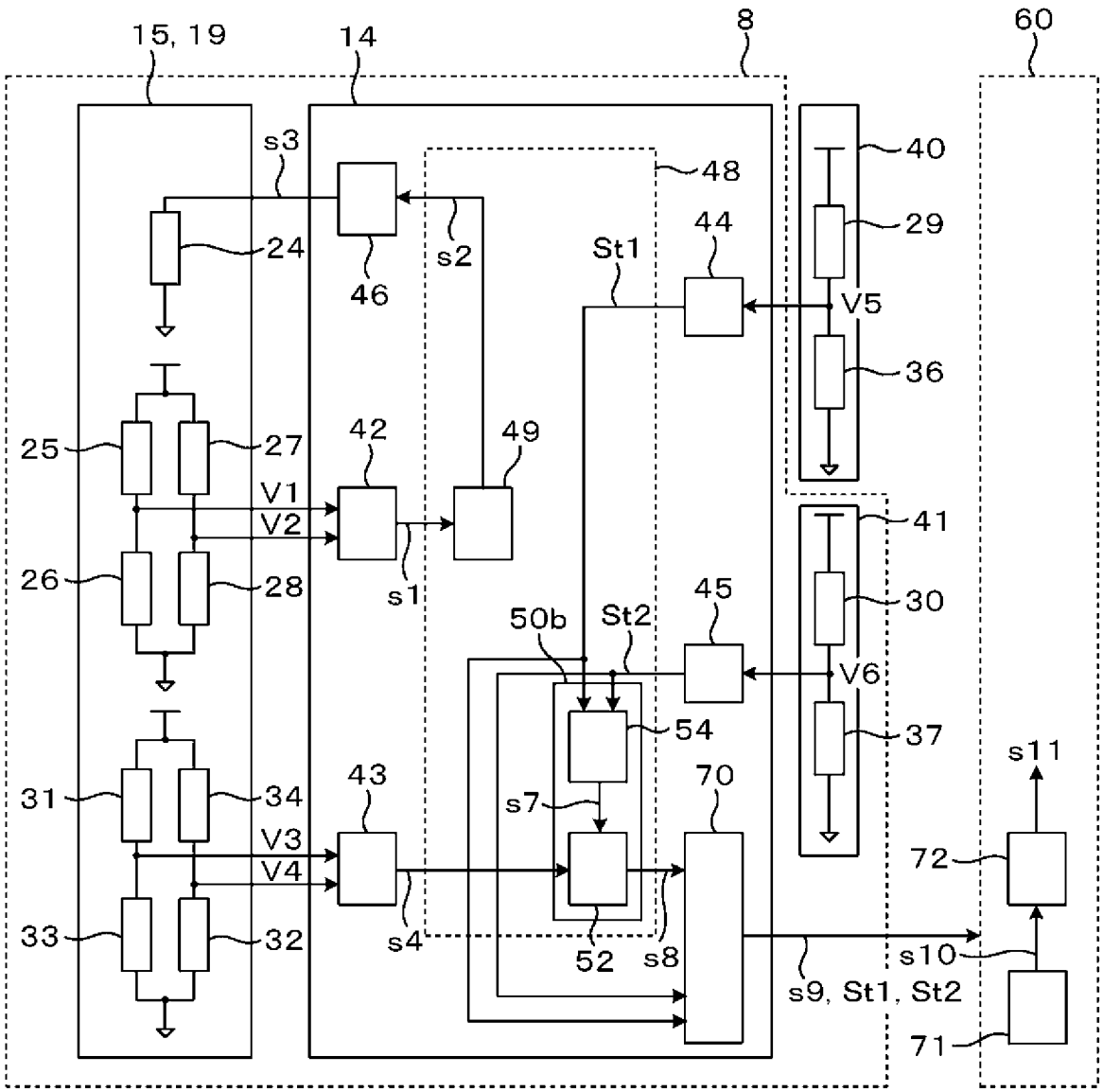
[図14]

図 14


15
14
46
48
s3
s2
24
25
27
42
63
s1
49
V1
V2
26
28
61
62a
64
t2
53
62b
65
62c

[図15]

図 15


15, 19
14
8
60
s3
48
40
24
46
s2
St1
44
29
V5
36
25
27
42
49
V1
V2
41
26
28
s1
45
50b
St2
30
V6
54
37
s11
31
34
43
70
s7
V3
V4
72
33
32
s4
52
s8
s10
s9, St1, St2
71

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/000067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01F1/684(2006.01)i, *G01F15/02*(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)
G01F1/68-1/699

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 2003-166865 A (Hitachi, Ltd.), 13 June 2003 (13.06.2003), entire text; all drawings & US 2003/0101809 A1 & EP 1321748 A2	1-18
A	JP 2006-153694 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 June 2006 (15.06.2006), entire text; all drawings & US 2006/0112763 A1 & DE 102005039353 A	1-18
A	JP 2009-8619 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings & US 2009/0000366 A1 & DE 102007057221 A	1-18

☐ 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
21 February, 2012 (21.02.12)	06 March, 2012 (06.03.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／００００６７

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, G01F15/02(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.　G01F1/68-1/699

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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
A	JP 2003-166865 A (株式会社日立製作所) 2003.06.13, 全文, 全図 & US 2003/0101809 A1 & EP 1321748 A2	１－１８
A	JP 2006-153694 A (三菱電機株式会社) 2006.06.15, 全文, 全図 & US 2006/0112763 A1 & DE 102005039353 A	１－１８
A	JP 2009-8619 A (三菱電機株式会社) 2009.01.15, 全文, 全図 & US 2009/0000366 A1 & DE 102007057221 A	１－１８

☐　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 ２１．０２．２０１２	国際調査報告の発送日 ０６．０３．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｆ　９４０９ 田邉　英治 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６