

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5542505号
(P5542505)

(45) 発行日 平成26年7月9日 (2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日 (2014.5.16)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 F 1/692 (2006.01)

G O 1 F 1/68 1 O 4 A

G O 1 F 1/696 (2006.01)

G O 1 F 1/68 2 O 1 Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-84784 (P2010-84784)
 (22) 出願日 平成22年4月1日 (2010.4.1)
 (65) 公開番号 特開2011-215062 (P2011-215062A)
 (43) 公開日 平成23年10月27日 (2011.10.27)
 審査請求日 平成24年8月31日 (2012.8.31)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 佐藤 亮
 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
 (72) 発明者 半沢 恵二
 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
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式流量センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、前記基板に形成されたダイアフラムと、前記ダイアフラム上に形成された発熱抵抗体および温度検出抵抗体とを有し、前記発熱抵抗体を加熱することによって被測定流体の流量を検出する熱式流量センサにおいて、

前記ダイアフラム上の前記発熱抵抗体に対して被測定流体の流れの上流側および下流側に歪検出抵抗体が形成されており、

前記歪検出抵抗体によって前記ダイアフラム上に発生する歪量を検出し、

前記検出された歪量に基づいて前記発熱抵抗体と前記温度検出抵抗体が検出する流量信号の歪補償を行い、

前記歪検出抵抗体は、前記発熱抵抗体と前記温度検出抵抗体とに電氣的に接続され、

前記発熱抵抗体を一定温度に制御するブリッジ回路に応力影響の補償を備えたことを特徴とする熱式流量センサ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の熱式流量センサにおいて、

前記歪検出抵抗体は、外部端子と電氣的に接続するためのボンディングパッドと前記温度検出抵抗体との間に配置されることを特徴とする熱式流量センサ。

【請求項 3】

請求項 1 記載の熱式流量センサにおいて、

前記歪検出抵抗体は、ポリシリコンあるいは拡散抵抗で形成されることを特徴とする熱

式流量センサ。

【請求項 4】

請求項 1 記載の熱式流量センサにおいて、

前記歪検出抵抗体及び固定抵抗から構成されるブリッジ回路の出力を取り込む第一の A/D 変換器と、

前記温度検出抵抗体から構成されるブリッジ回路からの出力を取り込む第二の A/D 変換器と、

予め調整情報が格納されたメモリとを有し、

前記メモリの調整情報に基づき、前記温度検出抵抗体から構成されるブリッジ回路の出力から前記歪検出抵抗体が検出する前記ダイアフラム上に発生する歪分を補償することを特徴とする熱式流量センサ。

10

【請求項 5】

請求項 1 記載の熱式流量センサにおいて、

前記歪検出抵抗体をダイアフラムの長手方向及び短手方向それぞれに配置したことを特徴とする熱式流量センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発熱抵抗体を利用して流量を計測する流量センサに係り、特に自動車用エンジンに吸入される空気量を検出するのに適した流量測定装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、自動車等の内燃機関の吸入空気通路に設置され、吸入空気量を計測する流量センサとしては、熱式のものが質量流量を直接計測できることから主流となっている。

【0003】

近年、地球環境保護の観点から低燃費、排気ガス規制が厳しくなっている。そのため吸入空気量を計測する流量センサには、高精度化、逆流検知、ダイナミックレンジ拡大等のニーズが顕在化している。

【0004】

このようなニーズに対応する熱式の流量センサにおいて、流量を計測するセンシング素子をシリコンなどの半導体基板上に、半導体微細加工技術を用いて製造するものが比較的容易に大量生産できることから経済性があり、また小型化が可能で低い消費電力で駆動できることから近年注目されている。このような流量センサとして特許文献 1 に記載の流量センサがある。

30

【0005】

特許文献 1 に記載の流量センサは、センシング素子はシリコン基板上に絶縁層を介してセンシング抵抗を形成し、抵抗体を熱絶縁させるためにシリコン基板の一部を除去して薄膜部（ダイアフラム部）を形成している。このダイアフラム部にヒーターとして駆動させる抵抗体を配置することにより発熱抵抗体を形成することができる。流量検出は、この発熱抵抗体をはさんで空気流の上流側と下流側に感温抵抗体を形成し、上流と下流に配置した感温抵抗体の温度差に基づき流量及び方向を検知する温度差方式を採用している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2002 - 48616 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 では、抵抗体にポリシリコンを採用している。ポリシリコンのような半導体材料は、形状の変形により発生するひずみに起因して抵抗値が変化するピエゾ効果を有し

50

ている。このピエゾ効果の影響量は、その材料が有するゲージ率により決定され白金等の金属材料においても影響はある。そのため、半導体式流量センサでは、このピエゾ効果に起因する出力異常を発生しやすいという課題がある。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の目的は、ヒーター抵抗や感温抵抗体が設置された基板のダイアフラム部に歪が生じて、この歪によって生じる感温抵抗体が接続されたブリッジ回路の信号変動を少なくすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的は、請求項に記載の発明により達成される。

10

【 0 0 1 0 】

例えば、上記目的を達成するために本発明の熱式流量センサは、基板と、前記基板に形成されたダイアフラムと、前記ダイアフラム上に形成された発熱抵抗体および温度検出抵抗体とを有し、前記発熱抵抗体を加熱することによって被測定流体の流量を検出する熱式流量センサにおいて、前記ダイアフラム上の前記発熱抵抗体に対して被測定流体の流れの上流側および下流側に歪検出抵抗体が形成されており、前記歪検出抵抗体によって前記ダイアフラム上に発生する歪量を検出し、前記検出された歪量に基づいて前記発熱抵抗体と前記温度検出抵抗体が検出する流量信号の歪補償を行い、前記歪検出抵抗体は、前記発熱抵抗体と前記温度検出抵抗体とに電気的に接続され、前記発熱抵抗体を一定温度に制御するブリッジ回路に応力影響の補償を備える。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、ヒーター抵抗や感温抵抗体が設置された基板のダイアフラム部に歪が生じて、この歪によって生じる感温抵抗体が接続されたブリッジ回路の信号変動を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態である流量センサのセンシング素子のパターン図。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態である流量センサの回路構成図。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態である流量センサの内部演算処理を示した図。

30

【図 4】本発明の第 2 の実施形態である流量センサのセンシング素子のパターン図。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態である流量センサの回路構成図。

【図 6】本発明の第 3 の実施形態である流量センサのセンシング素子のパターン図。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態である流量センサの回路構成図。

【図 8】本発明の第 4 の実施形態である流量センサのセンシング素子のパターン図。

【図 9】本発明の実施形態である流量センサが受ける実装応力影響を示した図。

【図 10】本発明の実施形態である流量センサが、実際に使われる状態の実装断面模式図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

40

上述したように、半導体式流量センサでは、このピエゾ効果に起因する出力異常を発生しやすいという課題があるが、その理由としては、ダイアフラム部の膜厚が約 1 ~ 2 μm しかないことから、(1) センシング素子を支持体に接着する時の応力、(2) 支持体をケーシング等に接着実装する時の応力、(3) 環境温度の変化により発生する実装部材の線膨張係数差から発生する応力、(4) ヒーターを発熱させることによる熱変形等の様々な変形を受けることが挙げられる。

【 0 0 1 4 】

特にヒーターをはさんで形成している感温抵抗体は、性能的には高抵抗値である方が望ましいため、形状的には抵抗体の幅を細く、長さを長く形成する必要がある。そのため、上述の応力によるピエゾ効果を受けやすい。その結果、ヒーターをはさんで形成している

50

感温抵抗体がそれぞれ別の抵抗値となってしまう出力異常を発生させてしまう可能性がある。また、ヒーター温度検出抵抗についてもヒーター抵抗の近傍に配置する必要があり、形状的に前述の感温抵抗体と同様に幅を補足、長さを長く形成する必要がある。その結果、ヒーター温度検出抵抗体の抵抗値が変化してしまい、ヒーター温度を正しく検出できなくなり、ヒーター温度を所定の温度に制御できなくなり、出力異常を発生させてしまう可能性がある。

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施形態について図 1 ~ 図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態である流量センサにおける流量検出素子の平面構造を示す図である。

10

【 0 0 1 7 】

図 1 において、検出素子 1 には、シリコンやセラミック等の熱伝導率のよい材料で構成された基板の裏面から、アルカリ溶剤等によるエッチング処理で加工することにより空洞部が形成され、空気流量検出用のダイアフラム 1 3 が形成されている。そして、ダイアフラム 1 3 上には、流量検出用抵抗体であるヒーター抵抗体 2 が配置され、ヒーター抵抗体 2 の周りを囲むようにヒーター温度検出抵抗体 3 が配置される。また、ヒーター抵抗体 2 に対して流れの上流側には上流側感温抵抗体 7 , 8 が配置され、下流側には下流側感温抵抗体 9 , 1 0 が配置される。さらに、歪検出抵抗 1 1 , 1 2 が感温抵抗体 7 ~ 1 0 と外部端子との接続に使用するボンディング端子 1 4 ~ 3 2 の間のダイアフラム 1 3 上に配置される。

20

【 0 0 1 8 】

ダイアフラム 1 3 の周囲の基板上には、固定抵抗 5 , 6 , 測温抵抗体 4 が形成されている。これら検出素子 1 上に構成される抵抗体は、温度により抵抗値が変化するポリシリコン等の半導体膜、白金等の金属膜によって作られる。また、これらの素子の外部への接続は、ボンディング端子 1 4 ~ 3 2 によってなされる。これにより、ダイアフラム 1 3 上の抵抗体に生じる歪影響を排除することができ、あるいは歪により発生する応力を緩和した流量出力を提供できる。

【 0 0 1 9 】

なお、ヒーター抵抗体 2 やヒーター温度検出抵抗体 3 , 上流側感温抵抗体 7 , 8 , 下流側感温抵抗体 9 , 1 0 , 歪量を検出する抵抗体である歪検出抵抗 1 1 , 1 2 , 固定抵抗 5 , 6 , 測温抵抗体 4 をすべて同一材料で構成することによりコストアップすることもなく、実装時等におけるダイアフラム 1 3 上の抵抗体に生じる歪影響を排除した流量出力を提供できる流量センサを構成できる。

30

【 0 0 2 0 】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態である流量センサの回路構成を示した図である。

【 0 0 2 1 】

図 2 において、流量センサは空気流量、空気温度及びダイアフラム 1 3 に発生する歪み量を検出する検出素子 1 と、空気流量及び歪量を電気信号に変換し歪量を排除した空気流量を所定の特性に調整するための A S I C 回路 3 5 を備える。

40

【 0 0 2 2 】

ヒーター温度検出抵抗体 3 と、測温抵抗体 4 と、固定抵抗 5 , 6 とによって形成されたブリッジ回路に電源 3 8 が接続されており、ヒーター温度検出抵抗体 3 と固定抵抗 6 との接続点の電位を示すボンディング端子 2 5 と、測温抵抗体 4 と固定抵抗 5 の接続点の電位を示すボンディング端子 3 1 とが、オペアンプ 3 7 の入力端子に接続され、これらの電位が同一になるようにオペアンプ 3 7 によりヒーター抵抗体 2 へ供給される加熱電流がフィードバック制御される。

【 0 0 2 3 】

また、ヒーター抵抗体 2 に対して空気流れの方向の上流側に配置され、ヒーター抵抗体 2 からの熱影響によって抵抗値が変化する感温抵抗体 7 , 8 と、ヒーター抵抗体 2 に対し

50

て空気流れの方向の下流側に配置されている感温抵抗体 9 , 10 によって形成されたブリッジ回路に電源 38 が接続されている。

【0024】

さらに、ダイアフラム 13 に発生する歪量を検出する歪検出抵抗 11 , 12 と、固定抵抗 33 , 34 によって形成されたブリッジ回路に電源 38 が接続されている。

【0025】

空気流量に応じた差動信号は、感温抵抗体 7 と 10 の接続点の電位を示すボンディング端子 16 (又は 28) と、感温抵抗体 8 と 9 の接続点の電位を示すボンディング端子 30 (又は 17) とが A/D 変換器 39 に接続される。また、ダイアフラム 13 に発生する歪量に応じた差動信号は、歪検出抵抗体 11 と固定抵抗 33 の接続点の電位を示すボンディング端子 20 と、歪検出抵抗体 12 と固定抵抗 34 の接続点の電位を示すボンディング端子 27 とが A/D 変換器 40 に接続される。そして A/D 変換器 39 , 40 の出力が DSP 42 に入力される。DSP 42 では、ROM 41 に格納された調整情報を使用し、ダイアフラム 13 に生じた歪量を補償し、所定の特性に調整し出力する。調整された流量信号は、D/A 変換器 43、または周波数出力変換回路 (FRC) 44、に入力され電圧信号あるいは周波数信号に変換される。最終的に ROM 41 に格納された情報に基づき切替スイッチであるマルチプレクサ (MPX) 45 によって電圧信号あるいは周波数信号が流量出力として出力される。

【0026】

図 2 で示されるように、オペアンプ 37 と、電源 38 と、トランジスタ 36 と、A/D 変換器 39 , 40 と、ROM 41 と、DSP 42 と、D/A 変換器 43 とマルチプレクサ (MPX) 45 により、ASIC 回路 35 が構成されている。

【0027】

これにより、ヒーター抵抗体 2 に対して空気流れの方向の上流側に配置され、ヒーター抵抗体 2 からの熱影響によって抵抗値が変化する上流側感温抵抗体 7 , 8 と、ヒーター抵抗体 2 に対して空気流れの方向の下流側に配置されている下流側感温抵抗体 9 , 10 によって形成されたブリッジ回路による出力に対して歪影響を補償した出力が得られ、歪影響を取り除くことで出力異常を発生させにくくすることができる。

【0028】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態である流量センサの ASIC 回路 35 内部の DSP 42 内部で実施される演算処理を示した図である。

【0029】

図 3 において、歪検出部 47 で検出された信号は非常に小さいため演算器 48 にてゲインを付け、予め ROM 41 に書込んでおいた初期状態の歪量の差分を演算器 49 で実施する。流量検出部 46 からの出力と、演算器 49 により演算された歪検出信号を演算器 50 により演算を実施し、真の流量検出信号を出力する。

【0030】

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態である流量センサにおける流量検出素子の平面構造を示す図である。また、図 5 は、本発明の第 2 の実施形態である流量センサの回路構成を示した図である。この第 2 の実施形態は、ヒーター温度検出抵抗体 3 と、測温抵抗体 4 と、固定抵抗 5 , 6 と、歪検出抵抗 11 , 12 とによって形成されたブリッジ回路に電源 38 が接続されており、ヒーター温度検出抵抗体 3 と固定抵抗 6 との接続点の電位を示すボンディング端子 25 と、測温抵抗体 4 と固定抵抗 5 の接続点の電位を示すボンディング端子 31 とが、オペアンプ 37 の入力端子に接続され、これらの電位が同一になるようにオペアンプ 37 によりヒーター抵抗体 2 へ供給される加熱電流がフィードバック制御される。ここで、ダイアフラム 13 に歪が発生した時の流量出力から歪影響を排除する方法を説明する。前述したオペアンプ 37 の入力端子の電位が同一になるようにオペアンプ 37 によりフィードバック制御されていることから以下の関係式が導き出せる。ヒーター温度検出抵抗体 3 : R_{ht} , 測温抵抗体 4 : R_c , 固定抵抗 5 : R_7 , 固定抵抗 6 : R_1 , 歪検出抵抗 11 : R_{p1} , 歪検出抵抗 12 : R_{p2} とすると、

$$R_1 \cdot \{ R_c + (R_{p1} + R_{p2}) \} = R_{ht} \cdot R_7$$

$R_p = R_{p1} + R_{p2}$ として R_{ht} について展開すると、

$$R_{ht} = R_1 / R_7 \cdot (R_c + R_p)$$

ここで、実装応力等によりダイアフラム上の抵抗体が抵抗変化を起こしたとすると

$$\begin{aligned} R_{ht} + \Delta R_{ht} &= R_1 / R_7 \cdot (R_c + R_p + \Delta R_p) \\ &= R_1 / R_7 \cdot (R_c + R_p) + R_1 / R_7 \cdot \Delta R_p \end{aligned}$$

と導き出せる。ここで一般的に歪による抵抗変化は以下の式で表される。

$$\Delta R / R = K \cdot \epsilon \quad (K: \text{ゲージ率}, \epsilon: \text{ひずみ})$$

$$\Delta R = K \cdot \epsilon \cdot R$$

【0031】

以上のことから歪検出抵抗 R_p を以下のように設定すればよい。

$$R_{ht} = R_1 / R_7 \cdot R_p$$

$$K \cdot \epsilon \cdot R_{ht} = R_1 / R_7 \cdot K \cdot \epsilon \cdot R_p$$

$$R_{ht} = R_1 / R_7 \cdot R_p$$

$$R_p = R_7 / R_1 \cdot R_{ht}$$

$$R_{p1} + R_{p2} = R_7 / R_1 \cdot R_{ht}$$

【0032】

以上のように歪検出抵抗を設定することで、ダイアフラム 13 に歪が発生した時にヒーター温度制御ブリッジの歪による影響を排除できる。

【0033】

空気流量に応じた差動信号は、感温抵抗体 7 と 10 の接続点の電位を示すボンディング端子 16 (又は 28) と、感温抵抗体 8 と 9 の接続点の電位を示すボンディング端子 30 (又は 17) とが AD 変換器 39 に接続される。そして AD 変換器 39 の出力が DSP 42 に入力される。DSP 42 では、ROM 41 に格納された調整情報を使用し、所定の特性に調整し出力する。調整された流量信号は、DA 変換器 43、または周波数出力変換回路 (FRC) 44、に入力され電圧信号あるいは周波数信号に変換される。最終的に ROM 41 に格納された情報に基づき切替スイッチであるマルチプレクサ (MPX) 45 によって電圧信号あるいは周波数信号が流量出力として出力される。

【0034】

このように、ヒーター温度検出抵抗体 3 と、測温抵抗体 4 と、固定抵抗 5, 6 と、歪検出抵抗 11, 12 とによって形成されたブリッジ回路を構成することにより、ヒーター温度検出抵抗体 3 を一定温度に制御するブリッジ回路に応力影響の補償を備えることができる。

【0035】

図 6 は、本発明の第 3 の実施形態である流量センサにおける流量検出素子の平面構造を示す図である。また図 7 は、本発明の第 3 の実施形態である流量センサの回路構成を示した図である。この第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態における歪検出抵抗 11, 12 の配置を変更したものである。第 1 の実施形態では、歪検出抵抗 11, 12 を感温抵抗体 7 ~ 10 と外部端子との接続に使用するボンディング端子 14 ~ 32 の間に配置していたが、第 3 の実施形態では、感温抵抗 7 ~ 10 を基準にボンディング端子 14 ~ 18, 20 ~ 25, 27 ~ 32 との反対側のダイアフラム 13 上に配置したものである。回路動作においては、第 1 の実施形態と同様である。本実施形態は、検出素子 1 を支持体 60 に搭載する際にボンディング端子側と反対側も接着実装する場合に効果を発揮するものである。

【0036】

図 8 は、本発明の第 4 の実施形態である流量センサにおける流量検出素子の平面構造を示す図である。この第 4 の実施形態は、第 2 の実施形態における歪検出抵抗 11, 12 の配置を変更したものである。第 2 の実施形態では、歪検出抵抗 11, 12 を感温抵抗体 7 ~ 10 と外部端子との接続に使用するボンディング端子 14 ~ 32 の間に配置していたが、第 4 の実施形態では、感温抵抗 7 ~ 10 を基準にボンディング端子 14 ~ 18, 20 ~ 25, 27 ~ 32 との反対側のダイアフラム 13 上に配置したものである。本実施形態も

10

20

30

40

50

第3の実施形態と同様な状況において効果を発揮するものである。

【0037】

図9は、本発明の実施形態である流量センサの検出素子1が支持体60に実装した時の応力影響を示した図である。検出素子1は、支持体60に形成した窪み部61（キャビティ）に接着剤62に接着されている。ここで、環境温度等の変化により検出素子1が支持体60と接着剤62から応力を受けた場合、検出素子1上のダイアフラム13は、凹或いは凸型に変形し、その変形を歪検出抵抗11, 12が検出することを示している。

【0038】

図10は、本発明の流量センサが実際に使われる状態の実装断面模式図である。

【0039】

図10において、流量センサ51は吸気管59内に挿入される形で実装され、吸気管59への固定はフランジ57によって行われる。またハウジング52には、検出素子1やASIC回路35が実装された支持体60が取り付けられる。

【0040】

吸気管59内に流れる空気流56は、空気取り入れ口53によって流量センサ51内に分流され、バイパス通路55を通過して検出素子1上を迂回し、通路出口54からメイン吸気管59内に戻される。

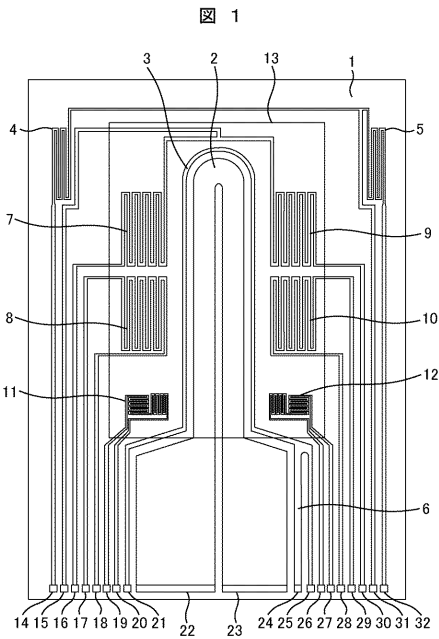
【符号の説明】

【0041】

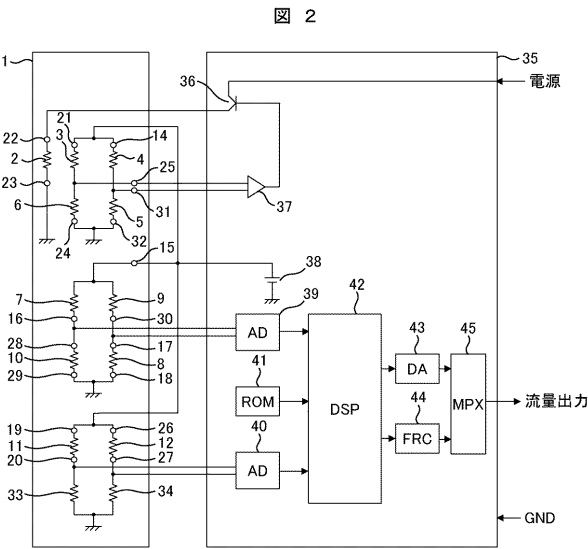
- | | | |
|--------------|----------------|----|
| 1 | 検出素子 | 20 |
| 2 | ヒーター抵抗体 | |
| 3 | ヒーター温度検出抵抗体 | |
| 4 | 測温抵抗体 | |
| 5, 6, 33, 34 | 固定抵抗 | |
| 7, 8 | 上流側感温抵抗体 | |
| 9, 10 | 下流側感温抵抗体 | |
| 11, 12 | 歪検出抵抗 | |
| 13 | ダイアフラム | |
| 14 ~ 32 | ボンディング端子 | |
| 35 | ASIC回路 | 30 |
| 36 | トランジスタ | |
| 37 | オペアンプ | |
| 38 | 電源 | |
| 39, 40 | AD変換器 | |
| 41 | ROM | |
| 42 | DSP | |
| 43 | DA変換器 | |
| 44 | 周波数出力変換回路(FRC) | |
| 45 | マルチプレクサ(MPX) | |
| 46 | 流量検出部 | 40 |
| 47 | 歪検出部 | |
| 48 ~ 50 | 演算器 | |
| 51 | 流量センサ | |
| 52 | ハウジング | |
| 53 | 空気取り入れ口 | |
| 54 | 通路出口 | |
| 55 | バイパス通路 | |
| 56 | 空気流 | |
| 57 | フランジ | |
| 58 | ベース | 50 |

- 5 9 吸気管
- 6 0 支持体
- 6 1 キャピティ
- 6 2 接着剤

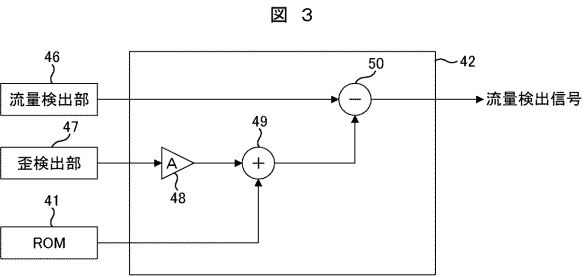
【図 1】



【図 2】

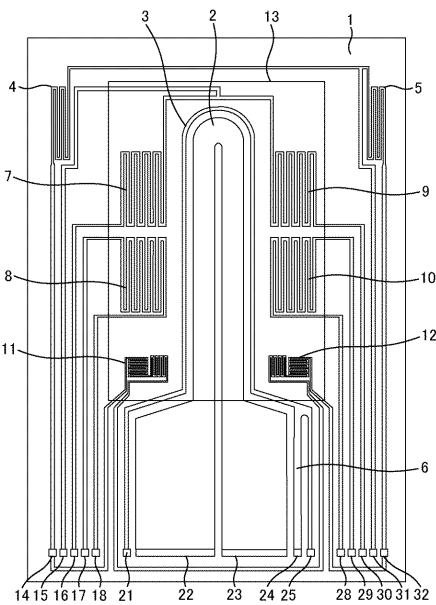


【図 3】



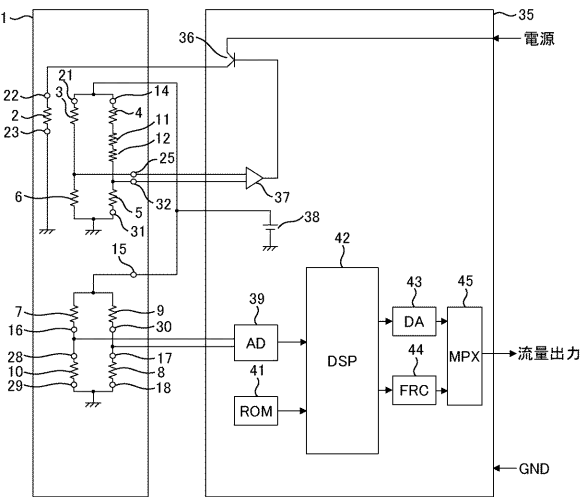
【図 4】

図 4



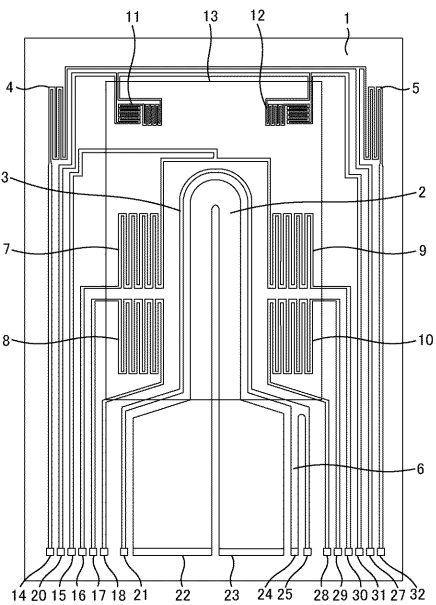
【図 5】

図 5



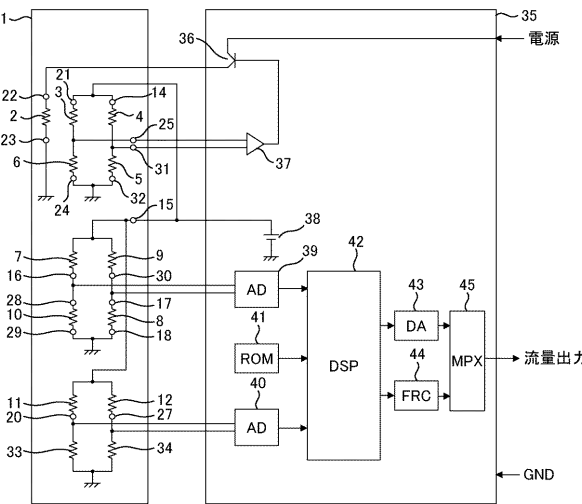
【図 6】

図 6

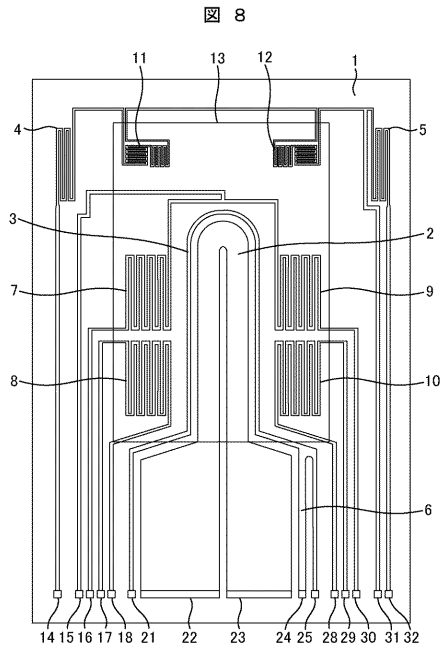


【図 7】

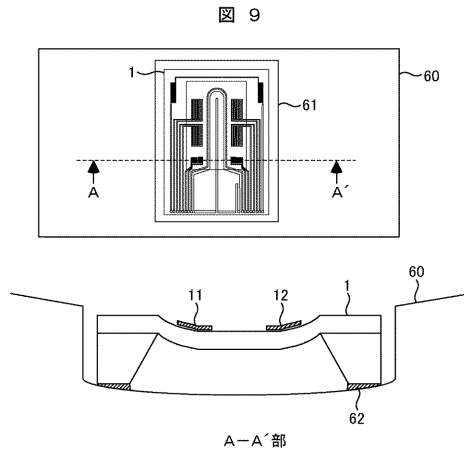
図 7



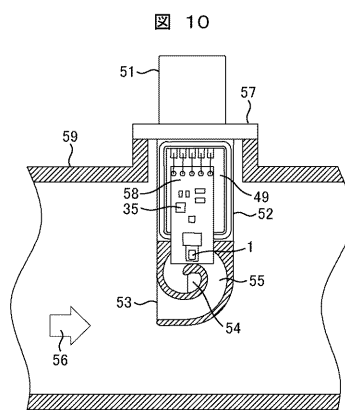
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 岸 智史

(56)参考文献 特開2006-098057(JP,A)
特開2005-241279(JP,A)
特開平06-037334(JP,A)
特開2007-286008(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/68 - 1/699