

(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
2015 年 2 月 5 日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/015819 A1

- (51) 国際特許分類:
G01F 1/696 (2006.01) G01P 5/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052602
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 5 日(05.02.2014)
- (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 2013-160820 2013 年 8 月 1 日(01.08.2013) JP
- (71) 出願人: 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 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 亮(SATO Ryo); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 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).

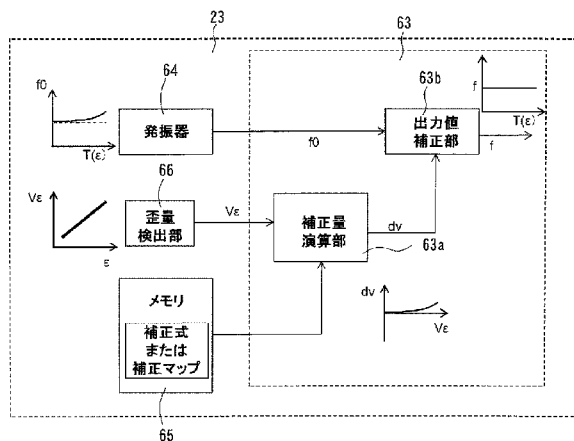
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, 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))

(54) Title: THERMAL TYPE FLOW METER

(54) 発明の名称: 熱式流量計



- 63a Correction amount calculation unit
63b Output value correction unit
64 Oscillator
65 Memory, correction formula or correction map
66 Strain level detection unit

(57) Abstract: In order to provide a thermal type flow meter with which variability in measurement accuracy can be minimized, even in cases of strain caused by thermal stress in an integrated circuit used to calculate the flow rate of a measured gas, this thermal type flow meter is provided with a circuit package (20) in which are mounted a flow rate detection element (24) and an integrated circuit (23) for calculating the flow rate of a measured gas, on the basis of an output signal from the flow rate detection element (24). A casing (30) in which the circuit package (20) is housed and in which the auxiliary passage is formed is provided. The integrated circuit (23) is provided with an oscillator (64) having a resistor (64a). A strain level detection unit (66) for detecting strain produced in the resistor (64a) of the oscillator (64) is situated adjacently to the resistor (64a). The integrated circuit (23) is further provided with an output value correction unit (63b) for correcting the output values of the oscillator (64) on the basis of the level of strain detected by the strain level detection unit (23).

(57) 要約: 被計測気体の流量を演算する集積回路に熱応力が起因した歪が発生した場合であっても、計測精度のバラつきを抑えることができる熱式流量計を提供するために、熱式流量計は、流量検出素子 24 と、流量検出素子 24 からの出力信号に基づいて被計測気体の流量を演算する集積回路 23 と、が搭載された回路パッケージ 20 を備えている。回路パッケージ 20

を収納するとともに前記副通路が形成されたケーシング 30 と、を備えている。集積回路 23 は、抵抗体 64a を有した発振器 64 を備えている。発振器 64 の抵抗体 64a に隣接した位置には、抵抗体 64a に発生する歪量を検出する歪量検出部 66 が配置されている。集積回路 23 は、歪量検出部 23 からの検出された歪量に基づいて、発振器 64 の出力値を補正する出力値補正部 63b をさらに備える。

明 細 書

発明の名称：熱式流量計

技術分野

[0001] 本発明は熱式流量計に関する。

背景技術

[0002] 空気の流量を計測する熱式流量計は、空気流量を計測するための流量検出素子を備え、前記流量検出素子と計測対象である前記気体との間で熱伝達を行うことにより、気体の空気流量を計測するように構成されている。熱式流量計が計測する空気流量は色々な装置の重要な制御パラメータとして広く使用されている。熱式流量計の特徴は、他の方式の流量計に比べ相対的に高い精度で空気の流量を計測できることである。

[0003] しかし更なる空気流量の計測精度の向上が望まれている。例えば、内燃機関を搭載した車両では、省燃費の要望や排気ガス浄化の要望が非常に高い。これら要望に応えるには、内燃機関の主要パラメータである吸入空気量を高い精度で計測することが求められている。内燃機関に導かれる吸入空気量を計測する熱式流量計は、吸入空気量の一部を取り込む副通路と副通路に配置された流量検出素子とを備え、流量検出素子が被計測気体との間で熱伝達を行うことにより、副通路を流れる被計測気体の状態を計測して、内燃機関に導かれる吸入空気量を表す電気信号を出力する。

[0004] このような技術として、たとえば、特許文献1には「基板と、基板に形成されたダイアフラムと、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、ダイアフラム上の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、歪検出抵抗体によって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発熱抵抗体と温度検出抵抗体が検出する流量信号の歪補償を行う」技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-215062号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1の如く流量検出素子のダイアフラム上に発生する歪量を検出した場合であっても、流量検出素子からの出力信号に基づいて被計測気体の流量を演算する集積回路（たとえばLSI）には、熱式流量計に作用する熱応力（たとえば、基板を収容するケーシングや集積回路を基板に固定する接着剤や樹脂などに発生する熱応力）の影響により歪が発生することがある。この結果、センサアセンブリ内に配置されるLSIの出力（主に抵抗が歪により変化）が変動し、熱式流量計の測定精度が低下するおそれがある。

[0007] 本発明はこのような点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、被計測気体の流量を演算する集積回路に、熱応力を起因とした歪が発生した場合であっても、計測精度のバラつきを抑えることができる熱式流量計を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成すべく、本発明に係る熱式流量計は、主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、副通路を流れる被計測気体との間で熱伝達を行うことにより被計測気体の流量を計測するための流量検出素子とを備える。熱式流量計は、流量検出素子と、流量検出素子からの出力信号に基づいて被計測気体の流量を演算する集積回路と、が搭載された回路パッケージと、回路パッケージを収納するとともに副通路が形成されたケーシングと、を備える。集積回路は抵抗体を有したアナログ回路を備えており、アナログ回路の前記抵抗体に隣接した位置において、抵抗体に発生する歪量を検出し、該歪量に基づいてアナログ回路の出力値または被計測気体の流量値を

補正する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、被計測気体の流量を演算する集積回路に、熱応力を起因とした歪が発生した場合であっても、計測精度のバラつきを抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]電子燃料噴射方式の内燃機関制御システムに、本発明に係る熱式流量計として、熱式流量計を使用した一実施形態を示すシステム図。

[図2]本実施形態に係る熱式流量計を構成する回路パッケージの平面図。

[図3]本実施形態に係る熱式流量計の平面図。

[図4]図3のA－A線矢視断面図。

[図5]第1実施形態に係る熱式流量計の回路構成図。

[図6]第1実施形態に係る熱式流量計の歪量検出部を説明するための図であり、（a）は、歪量検出部の回路構成を説明するための図であり、（b）は、歪量検出部の定電流回路を説明するための図であり、（c）は、歪量検出部を構成する抵抗の配置状態を説明するための図。

[図7]第1実施形態に係る熱式流量計の補正を説明するための図。

[図8]第2実施形態に係る熱式流量計の回路構成図。

[図9]第2実施形態に係る熱式流量計の歪量検出部を説明するための図であり、（a）は、歪量検出部の回路構成を説明するための図であり、（b）は、歪量検出部を構成する抵抗の配置状態を説明するための図。

[図10]第2実施形態に係る熱式流量計の補正を説明するための図。

[図11]第3実施形態に係る熱式流量計の回路構成図。

[図12]第3実施形態に係る熱式流量計の歪量検出部を説明するための図であり、（a）は、歪量検出部の回路構成を説明するための図であり、（b）は、歪量検出部を構成する抵抗の配置状態を説明するための図。

[図13]第3実施形態に係る熱式流量計の補正を説明するための図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明のいくつかの実施の形態を図を参照して説明する。

〔第１実施形態〕

図１は、電子燃料噴射方式の内燃機関制御システムに、本発明に係る熱式流量計として、熱式流量計を使用した一実施形態を示すシステム図である。

図１に示すように、エンジンシリンダ１１２とエンジンピストン１１４を備える内燃機関１１０の動作に基づき、吸入空気が被計測気体ＩＡとしてエアクリーナ１２２から吸入される。吸入された被計測気体ＩＡは、主通路７０が形成された吸気管７１を含む例えば吸気ボディ、スロットルボディ１２６、吸気マニホールド１２８を介してエンジンシリンダ１１２の燃焼室に導かれる。

[0012] 燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体ＩＡの流量は、本実施形態に係る熱式流量計１０で計測され、計測された流量に基づいて燃料噴射弁１５２より燃料が供給され、吸入空気である被計測気体ＩＡと共に混合気の状態では燃焼室に導かれる。なお、本実施形態では、燃料噴射弁１５２は内燃機関の吸気ポートに設けられ、吸気ポートに噴射された燃料が吸入空気である被計測気体ＩＡと共に混合気を成形し、吸気弁１１６を介して燃焼室に導かれ、燃焼して機械エネルギーを発生する。

[0013] 熱式流量計１０は、図１に示す内燃機関の吸気ポートに燃料を噴射する方式だけでなく、各燃焼室に燃料を直接噴射する方式にも同様に使用できる。両方式とも熱式流量計１０の使用法を含めた制御パラメータの計測方法および燃料供給量や点火時期を含めた内燃機関の制御方法の基本概念は略同じであり、両方式の代表例として吸気ポートに燃料を噴射する方式を図１に示す。

[0014] 燃焼室に導かれた燃料および空気は、燃料と空気の混合状態を成しており、点火プラグ１５４の火花着火により、爆発的に燃焼し、機械エネルギーを発生する。燃焼後の気体は排気弁１１８から排気管に導かれ、排気ＥＡとして排気管から車外に排出される。燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体ＩＡの流量は、アクセルペダルの操作に基づいてその開度に変化するスロッ

トルバルブ 132 により制御される。燃焼室に導かれる吸入空気の流量に基づいて燃料供給量が制御され、運転者はスロットルバルブ 132 の開度を制御して燃焼室に導かれる吸入空気の流量を制御することにより、内燃機関が発生する機械エネルギーを制御することができる。

[0015] エアクリーナ 122 から取り込まれ主通路 70 を流れる吸入空気である被計測気体 I A の流量、湿度および温度が、熱式流量計 10 により計測され、熱式流量計 10 から吸入空気の流量、湿度および温度を表す電気信号が制御装置 200 に入力される。また、スロットルバルブ 132 の開度を計測するスロットル角度センサ 144 の出力が制御装置 200 に入力され、さらに内燃機関のエンジンピストン 114 や吸気弁 116 や排気弁 118 の位置や状態、さらに内燃機関の回転速度を計測するために、回転角度センサ 146 の出力が、制御装置 200 に入力される。排気 E A の状態から燃料量と空気量との混合比の状態を計測するために、酸素センサ 148 の出力が制御装置 200 に入力される。

[0016] 制御装置 200 は、熱式流量計 10 の出力である吸入空気の流量、湿度、および温度、および回転角度センサ 146 からの内燃機関の回転速度、に基づいて燃料噴射量や点火時期を演算する。これら演算結果に基づいて、燃料噴射弁 152 から供給される燃料量、また点火プラグ 154 により点火される点火時期が制御される。燃料供給量や点火時期は、実際にはさらに熱式流量計 10 で計測される吸気温度やスロットル角度の変化状態、エンジン回転速度の変化状態、酸素センサ 148 で計測された空燃比の状態に基づいて制御されている。制御装置 200 はさらに内燃機関のアイドル運転状態において、スロットルバルブ 132 をバイパスする空気量をアイドルエアコントロールバルブ 156 により制御し、アイドル運転状態での内燃機関の回転速度を制御する。

[0017] 内燃機関の主要な制御量である燃料供給量や点火時期はいずれも熱式流量計 10 の出力を主パラメータとして演算される。従って熱式流量計 10 の計測精度の向上や経時変化の抑制、信頼性の向上が、車両の制御精度の向上や

信頼性の確保に関して重要である。特に近年、車両の省燃費に関する要望が非常に高く、また排気ガス浄化に関する要望が非常に高い。これらの要望に応えるには熱式流量計 10 により計測される吸入空気である被計測気体 1 A の流量の計測精度の向上が極めて重要である。

[0018] 図 2 は、本実施形態に係る熱式流量計 10 を構成する回路パッケージの平面図である。図 2 に示すように、本実施形態に係る熱式流量計 10 を構成する回路パッケージ 20 には、流量検出素子 24 と演算部である集積回路 (LSI) 23 とが搭載されている。回路パッケージ 20 は、金属製のリードフレーム 21 に上述した集積回路 (LSI) 23、流量検出素子 24 が、接着シート 26 を介して接着されている。集積回路 23 と流量検出素子 24 との間、集積回路 23 とリードフレーム 21 との間は、金線 28、29 によってワイヤボンディングにより結線することで電氣的に接続される。その後、これらを熱硬化性樹脂である第 1 樹脂 27 (高分子樹脂) によりモールドし、回路パッケージ 20 に成形する。これにより、集積回路 23 が第 1 樹脂 27 で覆われる。

[0019] なお、集積回路 23 は、センサチップである流量検出素子 24 を制御するとともに、流量検出素子 24 からのアナログ信号をデジタル信号に変換して、被計測気体 1 A の流量を演算し、外部に出力するように構成されている。流量検出素子 24 および集積回路 23 の詳細は、図 5 を用いて後述する。

[0020] 図 3 は、本実施形態に係る熱式流量計の平面図であり、図 4 は、図 3 の A-A 線矢視断面図である。なお、図 3 は、熱式流量計 10 の前面カバー 41 と背面カバー 42 とを取り外した状態を示した図である。

[0021] 本実施形態に係る熱式流量計 10 は、図 3 および図 4 に示すように、上述した回路パッケージ 20 と、回路パッケージ 20 を固定して収容するハウジング 31 と、ハウジング 31 の前面および背面に取り付けられる前面カバー 41 および背面カバー 42 と、を備えている (図 4 参照)。図 2 に示す回路パッケージ 20 は、ケーシング 30 に収納される。本実施形態では、ハウジング 31 の前面および背面に、前面カバー 41 および背面カバー 42 を取り

付けることにより、回路パッケージ 20 を固定して収容するケーシング 30 が形成される。

[0022] ここで、ハウジング 31 は、主通路 70 を流れる被計測気体を流量検出素子 24 に導くための副通路溝 32 が形成されている。副通路溝 32 は、ハウジング 31 の前面および背面に形成されており、ハウジング 31 の前面側に前面カバー 41 を覆い、その背面側に背面カバー 42 を覆うことにより、流量検出素子 24 に主通路 70 から取り込まれた被計測気体を流すための副通路 43 が形成される。

[0023] 副通路 43 は、主通路 70 の上流側に面したケーシング 30 の側面に入口 43 a が形成され、その下流側に面したケーシング 30 の側面に出口 43 b が形成されている。副通路 43 の入口 43 a から取り込まれた被計測気体は、背面側に形成された背面側副通路 43 c を通過する。背面側副通路 43 c を通過した被計測気体 1 A は、前面および背面が貫通した貫通部 43 d に配置された流量検出素子 24 を通過し、貫通部 43 d を通過した被計測気体は、前面側に形成された前面側副通路 43 e を通過し、出口 43 b から流出する。

[0024] ここで、ハウジング 31 は、回路パッケージ 20 を金型内に配置した状態で、熱可塑性樹脂（第 2 樹脂） 37 で一体的に成形される。これにより、回路パッケージ 20 を保持（固定）する保持部 33 が、副通路溝 32 の一部に形成される。ここで、保持部 33 は、回路パッケージ 20 を周回するように、回路パッケージ 20 を保持し、流量検出素子 24 は副通路溝 32（貫通部 43 d）中に配置される。このような結果、ケーシング 30 の保持部 33 は、流量検出素子 24 と集積回路（LSI） 23 との間または集積回路 23 上において回路パッケージ 20 を保持するとともに、副通路 43 に対して精度良く流量検出素子 23 を配置することができる。

[0025] 図 5 は、第 1 実施形態に係る熱式流量計の回路構成図である。図 6 は、第 1 実施形態に係る熱式流量計の歪量検出部を説明するための図であり、（a）は、歪量検出部の回路構成を説明するための図であり、（b）は、歪量検

出部の定電流回路を説明するための図であり、（c）は、歪量検出部を構成する抵抗の配置状態を説明するための図である。図7は、第1実施形態に係る熱式流量計の補正を説明するための図である。

[0026] ここで、流量検出素子24は、一般的な熱式流量の測定を行うものであり、副通路43を流れる被計測気体1Aとの間で熱伝達を行うことにより、被計測気体1Aの流量を計測する。具体的には、流量検出素子24は、温度検出素子としてシリコンやセラミック等の熱伝導率の良い材料で構成される平板基板にダイアフラム24aを形成し、ダイアフラム24aには、図5に示すように、ヒータブリッジ回路51と温度検出ブリッジ回路52とが配置されている。

[0027] 集積回路23は、流量検出素子24を制御し、流量検出素子24からの出力信号に基づいて被計測気体の流量を演算し、これを出力するものである。集積回路23には、ヒーター制御部61が備えられており、電源からトランジスタ61bを介してヒータブリッジ回路51のヒーター抵抗体51aに電流を流すことでヒーター抵抗体51aを加熱制御する。流量検出素子24は、このヒーター抵抗体51aにより発熱した流体の熱量に基づいて被計測気体の流量を測定している。集積回路23では、流量検出素子24の出力信号に対して流量に応じた出力信号に信号処理を行う。

[0028] より具体的には、図5に示すように、ヒータブリッジ回路51は、ヒーター温度検出抵抗体51bと、測温抵抗体51cと、固定抵抗51d、51fとによって形成されたブリッジ回路であり、電源90が接続されている。ヒーター温度検出抵抗体51bと固定抵抗51fとの接続点の電位と、測温抵抗体51cと固定抵抗51dの接続点の電位とが、オペアンプ61a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61aによりヒーター抵抗体51aへ供給される加熱電流がフィードバック制御される。

[0029] 温度検出ブリッジ回路52は、ヒーター抵抗体51a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51aからの熱影響によって抵抗値が変化する感温抵抗体52a、52bと、ヒーター抵抗体51aに対して

空気流れの方向の下流側に配置されている感温抵抗体 5 2 c, 5 2 d によって形成されたブリッジ回路である。温度検出ブリッジ回路 5 2 は、電源 9 0 にも接続されている。

[0030] 空気流量に応じた差動信号は、感温抵抗体 5 2 a と 5 2 d の接続点と、感温抵抗体 5 2 c と 5 2 b の接続点の電位差であり、この差動信号は A/D 変換器である入力回路 6 2 に入力される。入力回路 6 2 の出力は、処理部 (CPU) 6 3 に入力される。処理部 6 3 では、発振器 6 4 により出力された所定の周波数が入力される。さらに、処理部 6 3 では、ROM、RAM 等のメモリ 6 5 に格納された調整情報を使用し、調整された流量信号は、D/A 変換器または周波数出力変換回路 (FRC) などからなる出力回路 6 7 に入力され、電圧信号あるいは周波数信号に変換される。最終的にメモリ 6 5 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 (図示せず) 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。

[0031] ここで、図 3 および図 4 に戻り、回路パッケージ 2 0 は、第 1 樹脂 2 7 により、LSI である集積回路 2 3 を少なくとも覆うので、集積回路 (LSI) 3 2 を構成するシリコン素子と第 1 樹脂 2 7 との間に熱膨張係数の差により、集積回路 2 3 に熱応力が発生する。特に、本実施形態に係る構造では、回路パッケージ 2 0 は第 1 樹脂 2 7 により形成され、ハウジング 1 1 は第 2 樹脂 3 7 により形成されるため、回路パッケージ 2 0 を保持し固定する保持部 3 3 と回路パッケージ 2 0 との界面 (集積回路 2 3 近傍) に、第 1 樹脂 2 7 と第 2 樹脂 3 7 の線膨張係数差に起因する熱応力がさらに発生する。これにより、集積回路 2 3 のアナログ回路の抵抗体の抵抗値が変化し、この変化により演算される被計測気体の流量に誤差が生じることがある。このような点を鑑みて、本実施形態では、以下の如き構成をさらに設けている。

[0032] 第 1 実施形態では、アナログ回路として発振器 6 4 の抵抗体の、熱応力による抵抗値の変化の影響を低減することを目的としている。RC 発振器など発振器 6 4 の抵抗体 6 4 a は、ブリッジ回路からなる抵抗体を構成していないので、上述した熱応力により、その抵抗体の抵抗値の変化が、発振器 6 4

の出力周波数に影響を受けやすい。たとえば図7の発振器64に示す温度 T (ε)と周波数 f_0 の関係のごとく、温度変化(すなわち熱応力による歪量 ε)により、周波数 f_0 は変化してしまう。そこで、本実施形態では、以下の如き構成を採用している。

[0033] 図5、図6(a)および(c)に示すように、具体的には、集積回路23のアナログ回路である発振器64の抵抗体64aに隣接した位置に、抵抗体64aに発生する歪量を測定する歪量検出部66が配置されている。歪量検出部66は、定電流回路66aを介して電流が供給されており、定電流回路66aは、熱応力の作用に拘らず一定の電流を歪量検出用抵抗体66bに供給することができる。

[0034] 定電流回路66aは、図6(b)に示すように、基準電圧 V_{ref} が非反転入力端子に印加されるオペアンプ601と、オペアンプ601の出力がゲート端子へ印加されるNMOSトランジスタ602と、NMOSトランジスタ602のソース端子と接地点との間に外部端子603を介して接続された外付け抵抗604と、NMOSトランジスタ604のドレイン端子に接続されたカレントミラー回路605とを備えている。また、NMOSトランジスタ602のソース端子がオペアンプ601の反転入力端子に接続されている。

[0035] カレントミラー回路605は、ドレイン端子およびゲート端子がNMOSトランジスタ602のドレイン端子に接続されたPMOSトランジスタ607と、ゲート端子がNMOSトランジスタ602のドレイン端子に接続されたPMOSトランジスタ608とを有している。カレントミラー回路605は、PMOSトランジスタ608のドレイン端子から、基準電流 I_s に対する電流比がミラー比となる定電流の出力電流 I_{out} を出力する。ミラー比は、PMOSトランジスタ607、608の素子サイズの比で決まる。

[0036] 本実施形態では、定電流回路66aの外付け抵抗604が、熱応力による影響を受け難くするため、本実施形態では、拡散抵抗である外付け抵抗604は、その長手方向がSi単結晶の $\langle 100 \rangle$ 軸と平行である拡散抵抗60

4 a と、これと垂直である拡散抵抗 6 0 4 b とを直列に接続した構造となっている。これにより、定電流回路 6 6 a の内部において、熱応力により出力電流 I_{out} が変動し難くなる。

[0037] 定電流回路 6 6 a の出力電流 I_{out} 側に、発振器 6 4 の抵抗体 6 4 a と同じ材料および同じ形状となる歪量検出用抵抗体 6 6 b が配置されている。さらに、発振器 6 4 の抵抗体 6 4 a と歪量検出用抵抗体 6 6 b とは、保持部 3 3 から同じ距離 D となる位置に配置されている。

[0038] 歪量検出用抵抗体 6 6 b には、定電流回路 6 6 a から定電流が流れているので、歪量検出用抵抗体 6 6 b に熱応力が作用したときに、歪量検出用抵抗体 6 6 b の抵抗値が変化することより、図に示す位置における電位 V_{ϵ} が変化する。この変化が発振器 6 4 の抵抗体 6 4 a に発生する歪量 ϵ に相当する。

[0039] 次に、歪量検出用抵抗体 6 6 b で検出された電位 V_{ϵ} (歪量 ϵ) が、A/D 変換器 (図示せず) を介してデジタル値に変換され、処理部 6 3 の補正量演算部 6 3 a に入力される。補正量演算部 6 3 a では、メモリ 6 5 で予め測定して記憶された電位 V_{ϵ} (歪量 ϵ) と補正量 d_v の関係 (歪量の変化に対応した発振器の出力周波数のずれ) の多項式等ならなる補正式または補正マップを用いて、歪量に対する補正量 d_v を演算する。演算された補正量 d_v を用いて、発振器 6 4 から出力される周波数 f_0 を出力値補正部 6 3 b で補正し、補正した周波数 f を発振器 6 4 の出力値として用いる。

[0040] このように、本実施形態では、アナログ回路である発振器 6 4 の抵抗体 6 4 a に隣接した位置に、抵抗体 6 4 a に発生する歪量を検出する歪量検出部 6 6 を配置し、歪量検出部 6 6 からの検出された歪量に基づいて、発振器 6 4 の出力値である出力周波数を補正する。これにより、発振器 (アナログ回路) 6 4 に起因した被計測流体の流量の誤差を精度良く補正することができる。すなわち、第 1 樹脂 2 7 と集積回路 2 3 との熱膨張差により作用する発振器への熱応力、さらには、保持部 3 3 において発生する第 1 樹脂 2 7 と第 2 樹脂 3 7 との間に発生する熱応力が起因した発振器 6 4 の出力周波数の

ずれ（正規の値からのずれ）を抑えることができる。このような結果、集積回路 23 のアナログ回路のうち、熱応力により測定した流量精度におおきな影響を与える発振器 64 の出力値を補正することができる。

[0041] また本実施形態では、発振器 64 の抵抗体 64 a と同じ材料および同じ形状となる歪量検出用抵抗体 66 b を用いているので、歪量検出用抵抗体 66 b と抵抗体 64 a との変形はほぼ同程度となる。これにより、歪量検出用抵抗体 66 b で、より精度よく抵抗体 64 a の歪量 ε を測定することができる。このような結果、発振器 64 の熱応力に起因した被計測流体の流量の誤差を精度良く補正することができる。

[0042] 特に、発振器 64 の抵抗体 64 a と歪量検出用抵抗体 66 b とを、保持部 33 から同じ距離 D となる位置に配置したので、第 1 樹脂 27 と第 2 樹脂 37 との膨張差が起因した熱応力による抵抗体 64 a の歪量を、歪量検出用抵抗体 66 b で精度良く検出することができる。

[0043] [第 2 実施形態]

図 8 は、第 2 実施形態に係る熱式流量計の回路構成図である。図 9 は、第 2 実施形態に係る熱式流量計の歪量検出部を説明するための図であり、(a) は、歪量検出部の回路構成を説明するための図であり、(b) は、歪量検出部を構成する抵抗の配置状態を説明するための図である。図 10 は、第 2 実施形態に係る熱式流量計の補正を説明するための図である。

[0044] 上述したような A/D 変換器などの入力回路 62 は、流量検出素子 24 からの流量に関する信号が入力されるので、入力回路 62 の抵抗体の抵抗値の変化が、そのまま流量のばらつきに影響を与えてしまう。そこで、第 2 実施形態では、アナログ回路として入力回路 62 の抵抗体の、熱応力による抵抗値の変化の影響を低減することを目的としている。

[0045] たとえば図 10 の入力回路 62 に示す入力値 V_{in} と出力値 V_a の関係のごとく、温度変化（すなわち熱応力による歪量 ε ）により、正規の値から出力値 V_a がずれてしまうことがある。そこで、本実施形態では、以下の如き構成を採用している。

[0046] なお、第2実施形態が第1実施形態と相違する点は、第1実施形態では歪量検出部66で発振器64に作用する歪量を測定し、この出力値を補正したが、第2実施形態では歪量検出部66Aで入力回路62に発生する歪量を測定し、この出力値を補正する点である。その他の構成は、第1実施形態と同じであるので、その詳細な説明は省略する。

[0047] 図8に示すように、本実施形態に係る集積回路23は、第1実施形態に係るものと同様に、抵抗体を有したアナログ回路として入力回路62を備えている。入力回路62の抵抗体に隣接した位置には、抵抗体に発生する歪量を検出する歪量検出部66Aが配置されている。

[0048] 歪量検出部66Aは、図9(b)に示すように、入力回路62の抵抗体62aに作用する歪量を測定するものである。具体的には、図9(a)に示すように、歪量検出部66Aは、入力回路62の抵抗体62aに発生する歪量を検出する歪量検出用抵抗体66g、66hと、固定抵抗体66i、66jによって形成されたホイーストブリッジ回路であり、電源90が接続されている。本実施形態では、図示のごとく、各隣接する抵抗体を、熱応力による影響を受け難くするため、その長手方向がSi単結晶の<100>軸と45度である拡散抵抗と、これと垂直である拡散抵抗となるように配置し、歪量検出部66Aに構成されている。

[0049] このような結果、歪量検出部66Aに熱応力が作用したときに、歪量検出用抵抗体66g、66hの抵抗値が変化することより、図に示す位置における電位 V_ε が変化する。この変化が発振器64の抵抗体64aに発生する歪量 ε に相当する。

[0050] 次に、検出された電位 V_ε （歪量 ε ）が、AD変換器（図示せず）を介してデジタル値に変換され、処理部63の補正量演算部63aに入力される。補正量演算部63aでは、メモリ65で予め測定して記憶された電位 V_ε （歪量 ε ）と補正量 d_v の関係（歪量の変化に対応した発振器の出力周波数のずれ）の多項式等からなる補正式または補正マップを用いて、歪量に対する補正量 d_v を演算する。演算された補正量 d_v を用いて、入力回路62から

出力される出力値 V_a を出力値補正部 63b で補正し、補正した出力値 V_a を入力回路 62 の出力値として用いる。

[0051] このように、本実施形態では、アナログ回路であるの入力回路 62 の抵抗体 62a に隣接した位置に、抵抗体 62a に発生する歪量を検出する歪量検出部 66A を配置し、歪量検出部 66A からの検出された歪量に基づいて、発振器 64 の出力値である出力周波数を補正するので、流量値に直接影響する流量検出素子からの流量検出信号（出力信号）を精度よく、処理部 63 に取り込むことができ、第 1 実施形態における上述した作用効果に加えて、さらに、被計測流体の流量の誤差を精度良く補正することができる。とくに、歪量検出部 66A に、ホイーストブリッジ回路を用いたので、内部抵抗の影響を受けることがなく、精度良く入力回路 62 の抵抗体 62a の歪量を検出することができる。

[0052] [第 3 実施形態]

図 11 は、第 3 実施形態に係る熱式流量計の回路構成図である。図 12 は、第 3 実施形態に係る熱式流量計の歪量検出部を説明するための図であり、(a) は、歪量検出部の回路構成を説明するための図であり、(b) は、歪量検出部を構成する抵抗の配置状態を説明するための図である。図 13 は、第 3 実施形態に係る熱式流量計の補正を説明するための図である。

[0053] 第 1 および第 2 実施形態では、発振器 64 または入力回路 62 などのアナログ回路の抵抗体に作用する歪量に基づいてこれらアナログ回路の出力値を補正したが、第 3 実施形態では、アナログ回路の抵抗体のうち、熱応力により測定した流量の値にバラつきを生じさせやすい抵抗体（すなわち、集積回路）の歪量を検出し、この歪量に基づいて被計測気体の流量を測定する。本実施形態では、その一例として、アナログ回路のうち、第 1 実施形態と同様に、図 11、12 (a), (b) に示すように、発振器 64 の抵抗体 64a に隣接した位置には、抵抗体 64a に発生する歪量を検出する歪量検出部 66B を配置する。

歪量検出部 66B の構成は同じである。

- [0054] 歪量検出部 66B は、図 12 (a)、(b) に示すように、発振器 64 の抵抗体 64a に作用する歪量を測定するものであり、歪量検出部 66B に熱応力が作用したときに、第 1 実施形態と同様に電位 V_ε が変化する。この変化が発振器 64 の抵抗体 64a に発生する歪量 ε に相当する。
- [0055] 次に、図 13 に示すように、検出された電位 V_ε (歪量 ε) が、AD 変換器 (図示せず) を介して変換され、処理部 63 の補正量演算部 63a に入力される。補正量演算部 63a では、検出された電位 V_ε (歪量 ε) と、入力回路 62 を介して流量検出素子 24 で検出された流量とに基づいて、流量補正量を演算する。
- [0056] たとえば、メモリ 65 には、予め、電位 V_ε (歪量 ε) と流量とから、歪量 (熱応力) に応じた熱式流量計 10 の流量のずれを表した多項式等ならなる補正式または補正マップが記憶されており、補正量演算部 63a では、これらの補正式または補正マップを用いて歪量および流量に対する流量補正量を演算する。演算された補正量 d_v を用いて、流量検出信号をデジタル化した流量値 V_{f0} を流量補正部 63c で補正し、補正した流量を熱式流量計 10 が測定した流量値として出力する。
- [0057] このように、本実施形態では、流量値に直接影響する流量検出素子からの流量検出信号 (出力信号) でえられた流量値を、発振器 64 の抵抗体 64a に発生する歪量を用いて補正することができるので、発振器 64 を含む他の抵抗体の影響も加味して、被計測流体の流量の誤差を精度良く補正することができる。
- [0058] また、第 1 実施形態と同様に本実施形態でも、発振器 64 の抵抗体 64a と同じ材料および同じ形状となる歪量検出用抵抗体 66b を用いているので、発振器 64 の熱応力に起因した被計測流体の流量の誤差を精度良く、流量値に反映することができる。また、発振器 64 の抵抗体 64a と歪量検出用抵抗体 66b とを、保持部 33 から同じ距離 D となる位置に配置したので、第 1 樹脂 27 と第 2 樹脂 37 との膨張差が起因した熱応力による抵抗体 64a の歪量を、歪量検出用抵抗体 66b で精度良く検出することができる。

[0059] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。

[0060] 本実施形態では、流量検出素子と集積回路が別体となっていたが、これらが一体となってもよく、このような構成のものも本発明の範囲に含まれる。

[0061] また、本実施形態では、回路パッケージは、集積回路を覆うように第1樹脂（熱硬化性樹脂）により成形されていたが、このような形態に限定されるものではない。たとえば、集積回路が高分子樹脂で覆われずに接着剤を介して基板に接着された回路パッケージ（回路基板）であってもよい。この場合であっても、接着剤の熱応力により集積回路の抵抗にも歪が生じ、上述した第1および第2の実施形態で示した補正により、計測精度のバラつきを抑えることができる。

[0062] また、本実施形態では、回路パッケージを固定するように、回路パッケージをハウジングに一体的に第2樹脂（熱可塑性樹脂）で成形したが、回路パッケージ（上述した回路基板を含む）をハウジング（ケーシング）に固定することができるのであれば、その固定方法は限定されるものではない。たとえば、回路パッケージをハウジングに接着剤に固定してもよく、回路パッケージを2つの部材で挟持ように固定してもよい。

[0063] このような場合であっても、ハウジング（ケーシング）の熱収縮により、ハウジングにねじれが生じ、これにより集積回路に歪が発生し、上述した第1および第2の実施形態で示した補正により、計測精度のバラつきを抑えることができる。

符号の説明

[0064] 10：熱式流量計、11：ハウジング、20：パッケージ、21：リードフレーム、23：集積回路、24：流量検出素子、24a：ダイアフラム、26：接着シート、27：第1樹脂、28：金線、29：金線、30：ケーシング、31：ハウジング、32：副通路溝、33：保持部、37：第2樹脂

、 4 1 : 前面カバー、 4 2 : 背面カバー、 4 3 : 副通路、 4 3 a : 入口、 4 3 b : 出口、 4 3 c : 背面側副通路、 4 3 d : 貫通部、 4 3 e : 前面側副通路、 5 1 : ヒータブリッジ回路、 5 1 a : ヒーター抵抗体、 5 1 b : 温度検出抵抗体、 5 1 c : 測温抵抗体、 5 1 d : 固定抵抗、 5 1 f : 固定抵抗、 5 2 : 温度検出ブリッジ回路、 5 2 a : 感温抵抗体、 5 2 c : 感温抵抗体、 6 1 : ヒーター制御部、 6 1 a : オペアンプ、 6 1 b : トランジスタ、 6 2 : 入力回路、 6 2 a : 抵抗体、 6 3 : 処理部、 6 3 a : 補正量演算部、 6 3 b : 出力値補正部、 6 4 : 発振器、 6 4 a : 抵抗体、 6 5 : メモリ、 6 6、 6 6 A、 6 6 B : 歪量検出部、 6 6 a : 定電流回路、 6 6 b, 6 6 g, 6 6 h : 歪量検出用抵抗体、 6 6 i : 固定抵抗体、 6 7 : 出力回路、 7 0 : 主通路、 7 1 : 吸気管、 9 0 : 電源、 E A : 排気、 I A : 被計測気体

請求の範囲

- [請求項1] 主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路を流れる被計測気体との間で熱伝達を行うことにより前記被計測気体の流量を計測するための流量検出素子とを備える熱式流量計であって、
- 該熱式流量計は、
- 前記流量検出素子と、該流量検出素子からの出力信号に基づいて前記被計測気体の流量を演算する集積回路と、が搭載された回路パッケージと、
- 該回路パッケージを収納するとともに前記副通路が形成されたケーシングと、を備えており、
- 前記集積回路は、抵抗体を有したアナログ回路を備えており、
- 該アナログ回路の前記抵抗体に隣接した位置には、該抵抗体に発生する歪量を検出する歪量検出部が配置されており、
- 前記集積回路は、該歪量検出部からの検出された歪量に基づいて、前記アナログ回路の出力値を補正する出力値補正部をさらに備えることを特徴とする熱式流量計。
- [請求項2] 前記歪量検出部は、前記抵抗体と同じ材料および同じ形状となっていることを特徴とする請求項1に記載の熱式流量計。
- [請求項3] 前記アナログ回路は発振器であり、前記出力値補正部は、前記出力値として前記発振器の出力周波数を補正することを特徴とする請求項1に記載の熱式流量計。
- [請求項4] 前記歪量検出部は、ホイーストンプリッジ回路からなることを特徴とする請求項1に記載の熱式流量計。
- [請求項5] 前記ケーシングには、前記流量検出素子と前記集積回路との間または前記集積回路上において前記回路パッケージを保持する保持部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の熱式流量計。
- [請求項6] 前記抵抗体と前記歪量検出部とは、前記保持部から同じ距離となる

位置に配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載の熱式流量計。

[請求項7] 主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路を流れる被計測気体との間で熱伝達を行うことにより、前記被計測気体の流量を計測するための流量検出素子を備える熱式流量計であって、

該熱式流量計は、

前記流量検出素子と、該流量検出素子からの出力信号に基づいて前記被計測気体の流量を演算する集積回路と、が搭載された回路パッケージと、

該回路パッケージを収納するとともに、前記副通路が形成されたケーシングと、を備えており、

前記集積回路は、抵抗体を有したアナログ回路を備えており、

該アナログ回路の前記抵抗体に隣接した位置には、該抵抗体に発生する歪量を検出する歪量検出部が配置されており、

前記集積回路は、該歪量検出部から検出された歪量に基づいて、前記被計測気体の流量値を補正する流量補正部を備えていることを特徴とする熱式流量計。

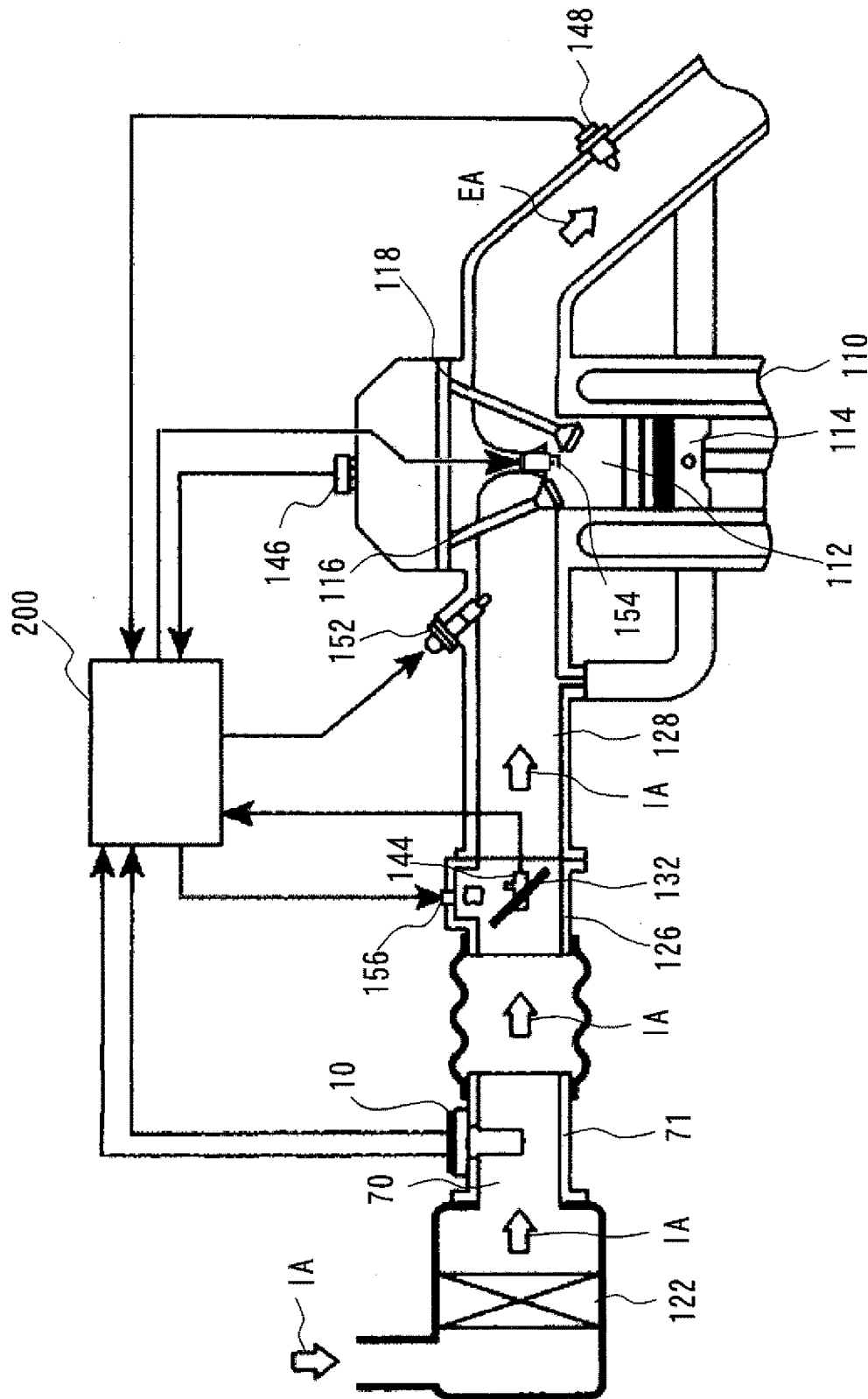
[請求項8] 前記歪量検出部は、前記抵抗体と同じ材料および同じ形状となっていることを特徴とする請求項 7 に記載の熱式流量計。

[請求項9] 前記アナログ回路は発振器であることを特徴とする請求項 7 に記載の熱式流量計。

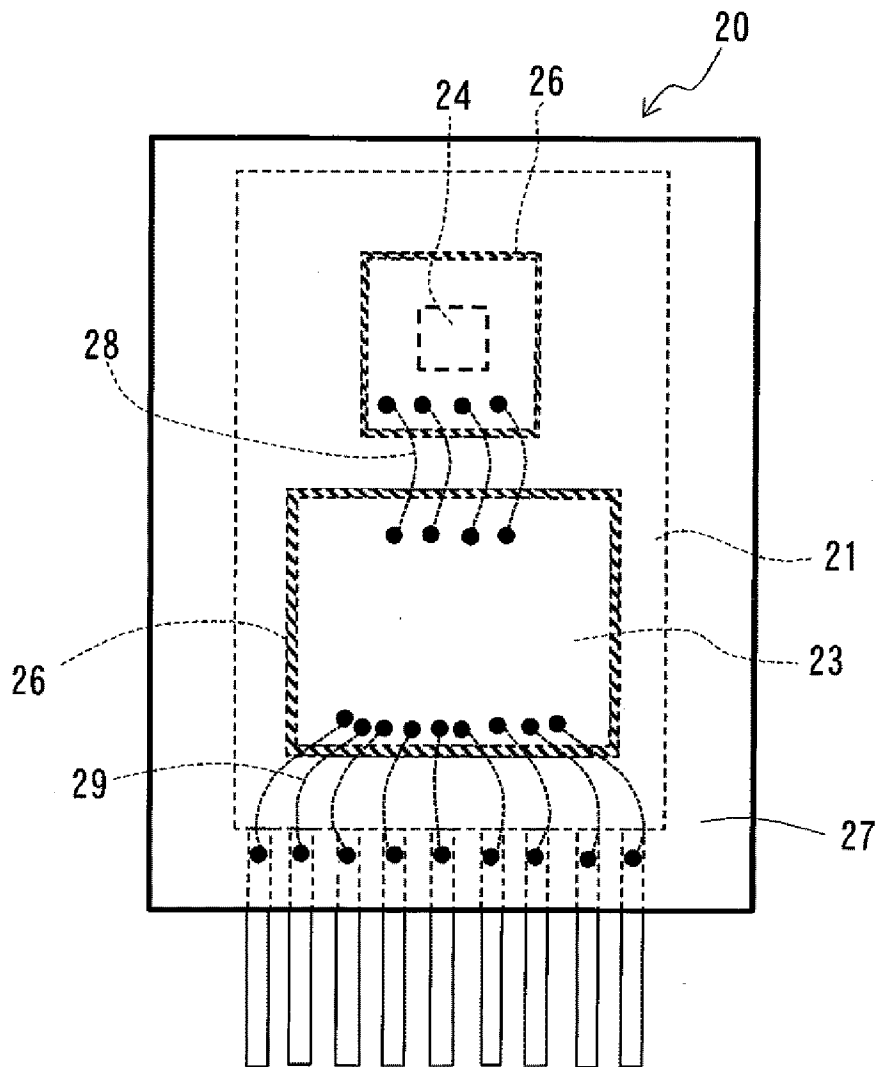
[請求項10] 前記ケーシングには、前記流量検出素子と前記集積回路との間または前記集積回路上において前記回路パッケージを保持する保持部が形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の熱式流量計。

[請求項11] 前記抵抗体と前記歪量検出部とは、前記保持部から同じ距離となる位置に配置されていることを特徴とする請求項 10 に記載の熱式流量計。

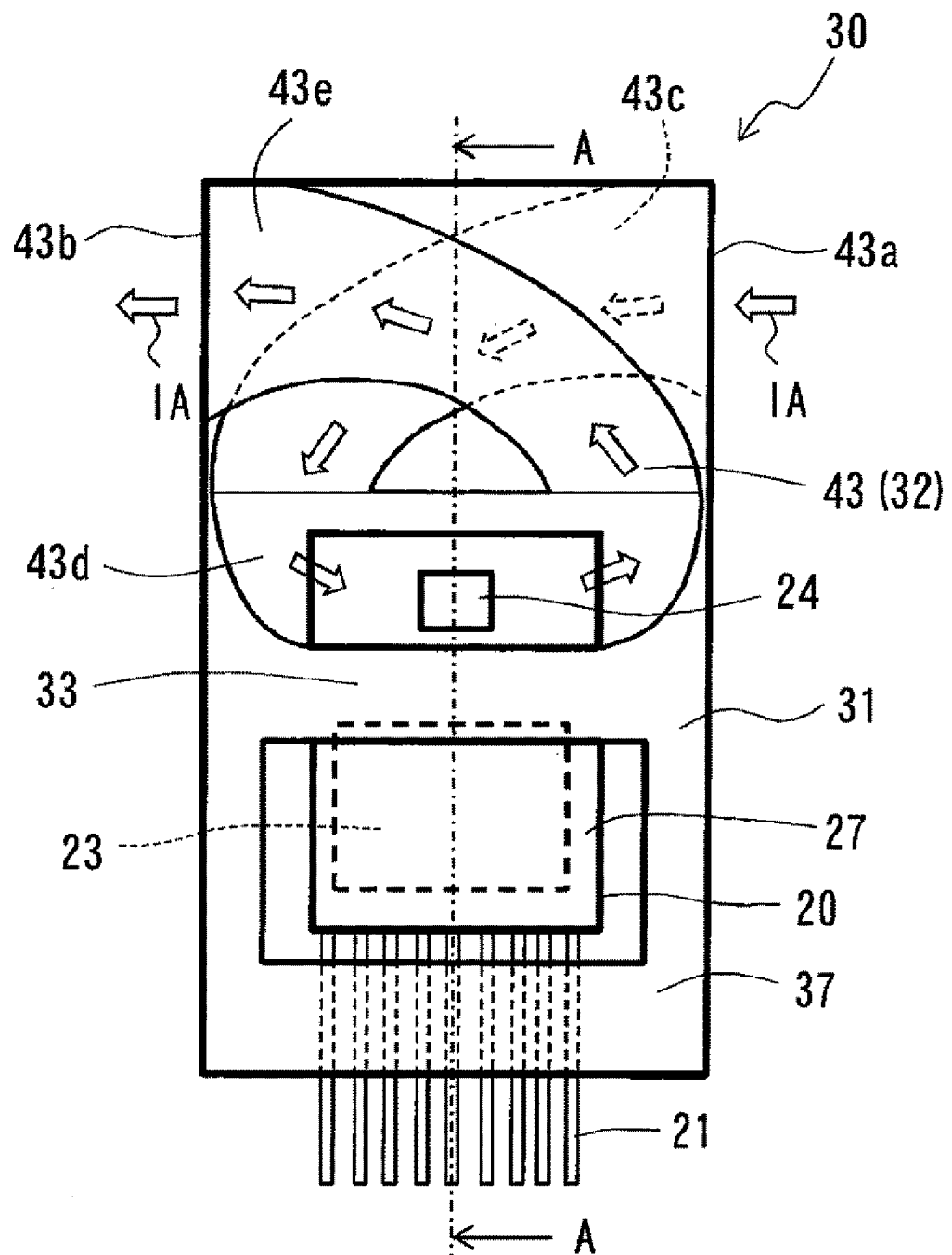
[図1]



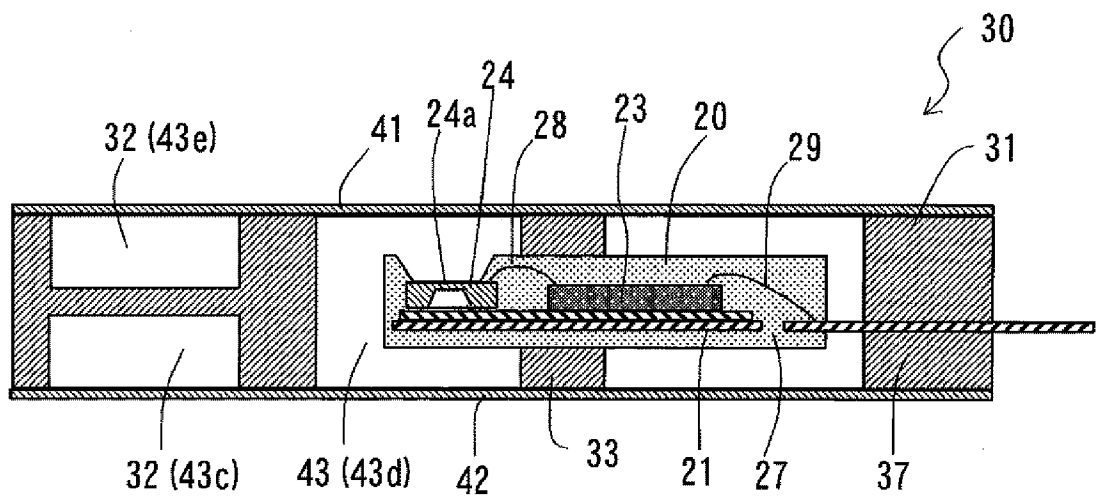
[図2]



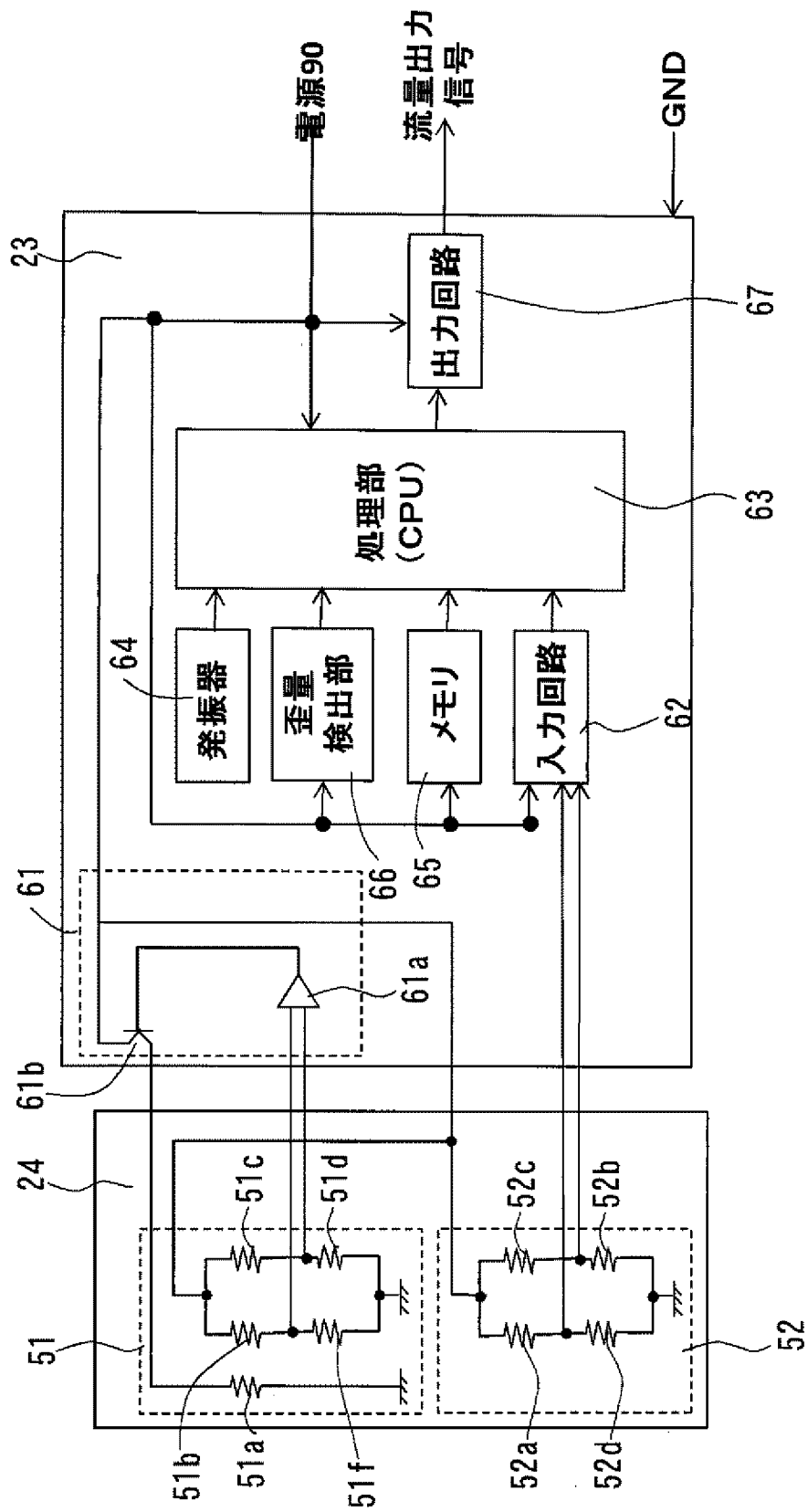
[図3]



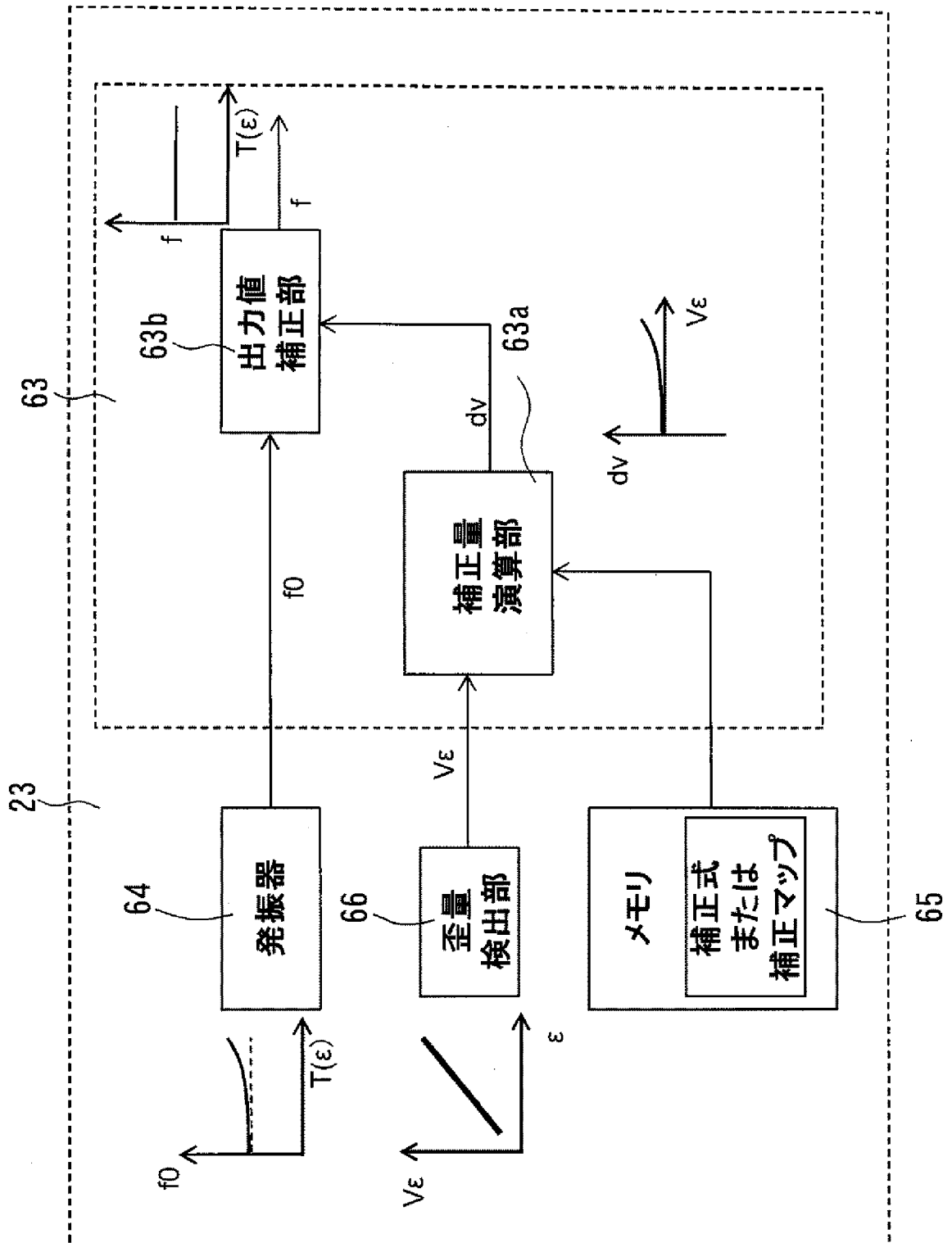
[図4]



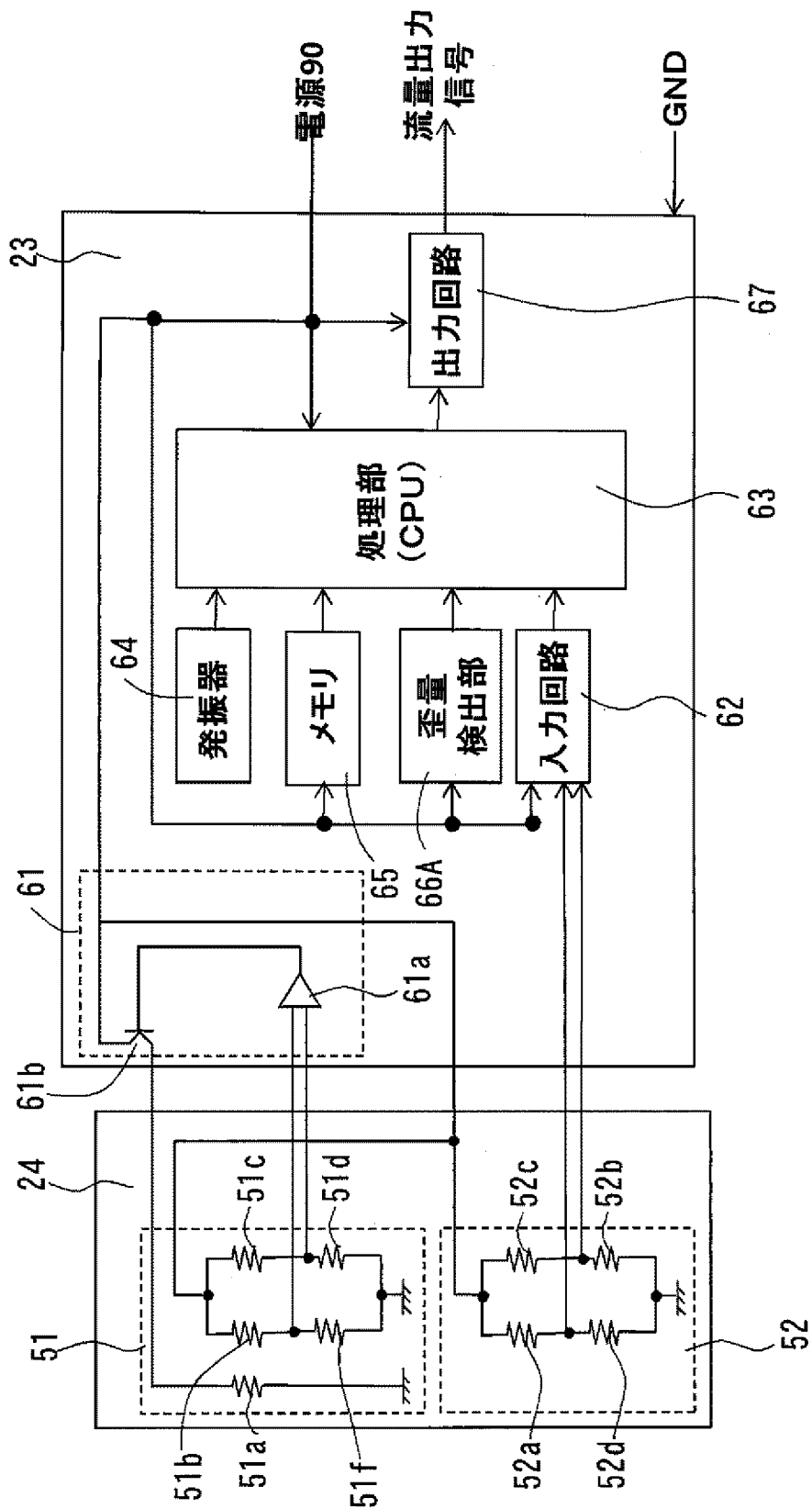
[図5]



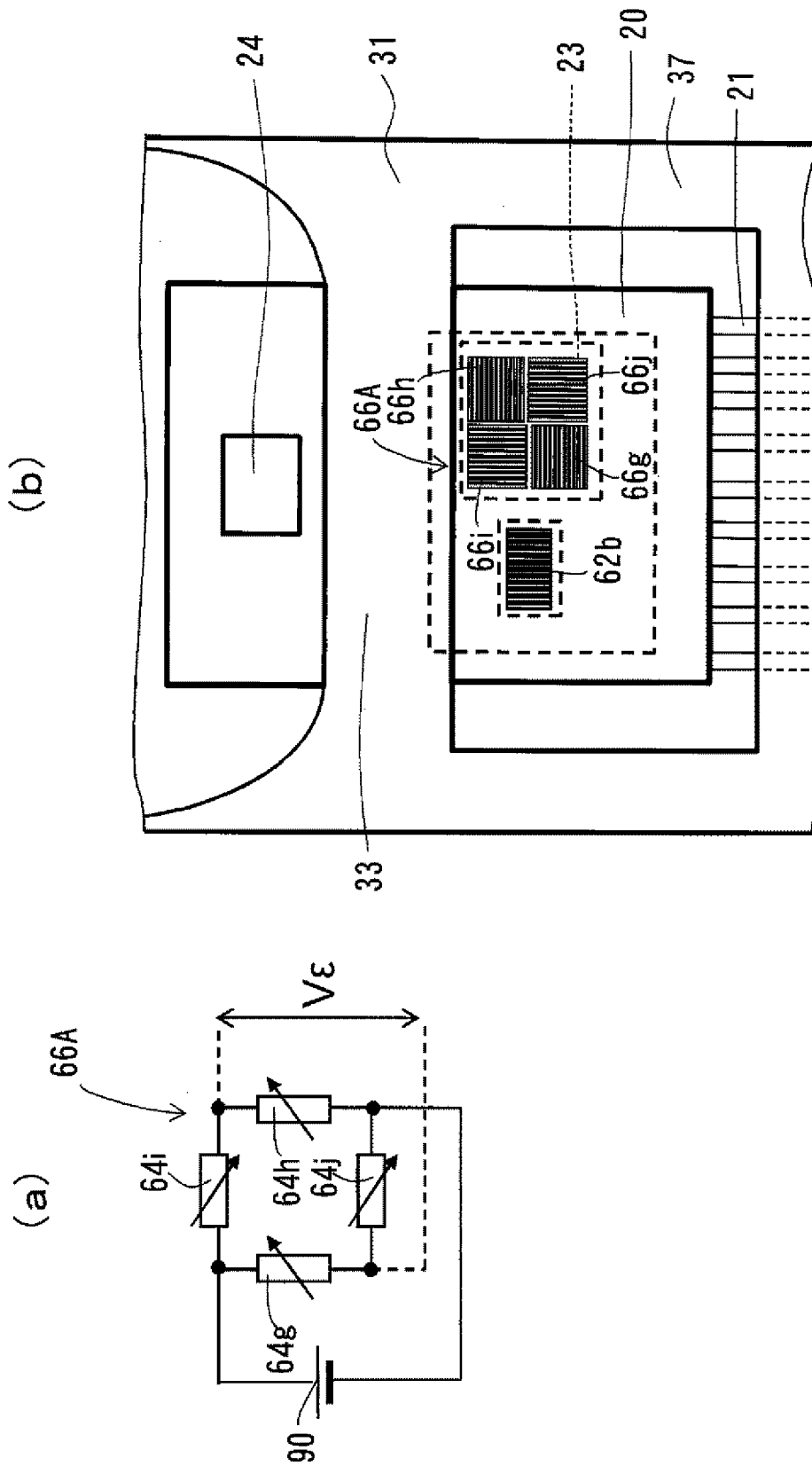
[図7]



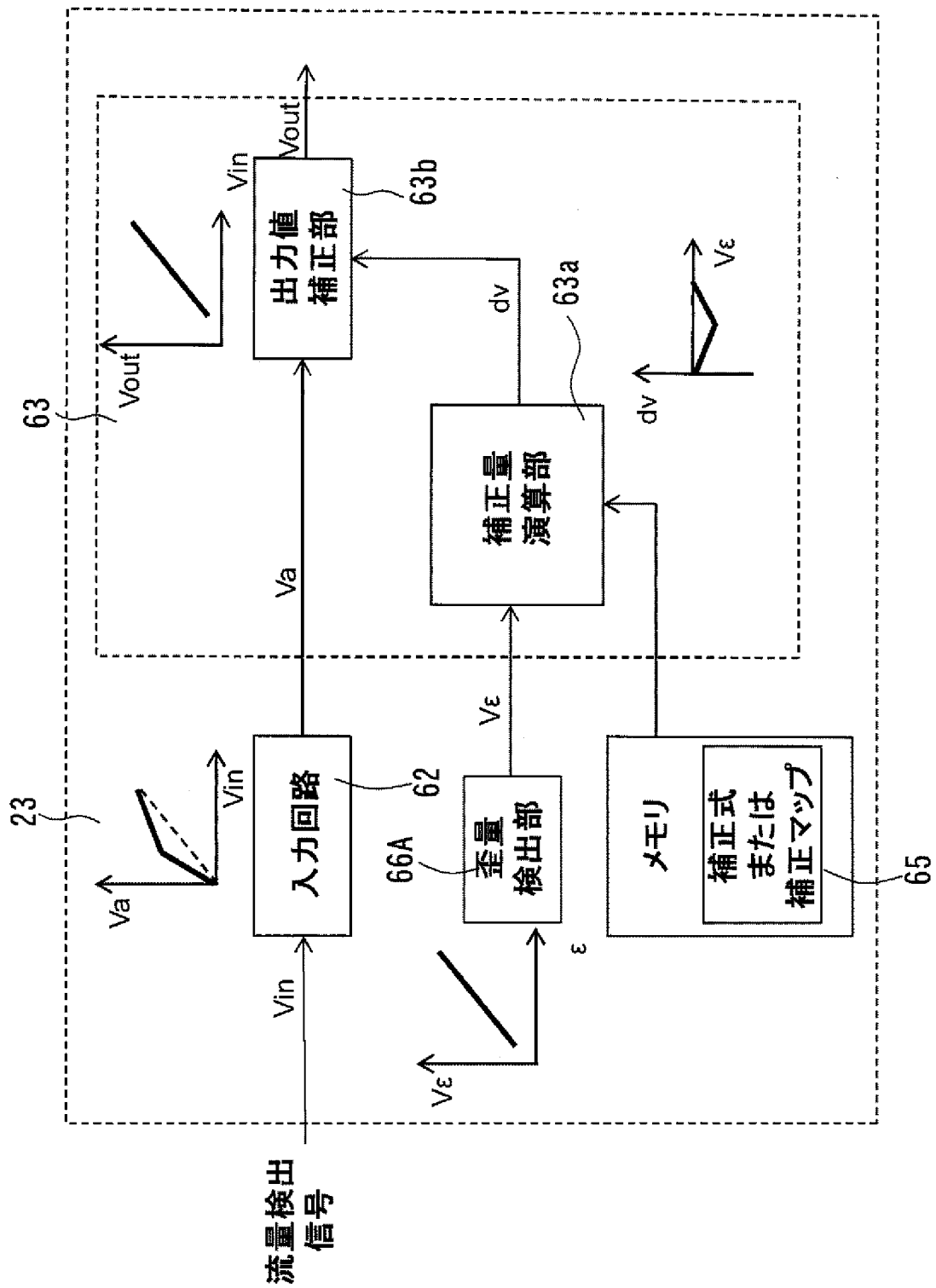
[図8]



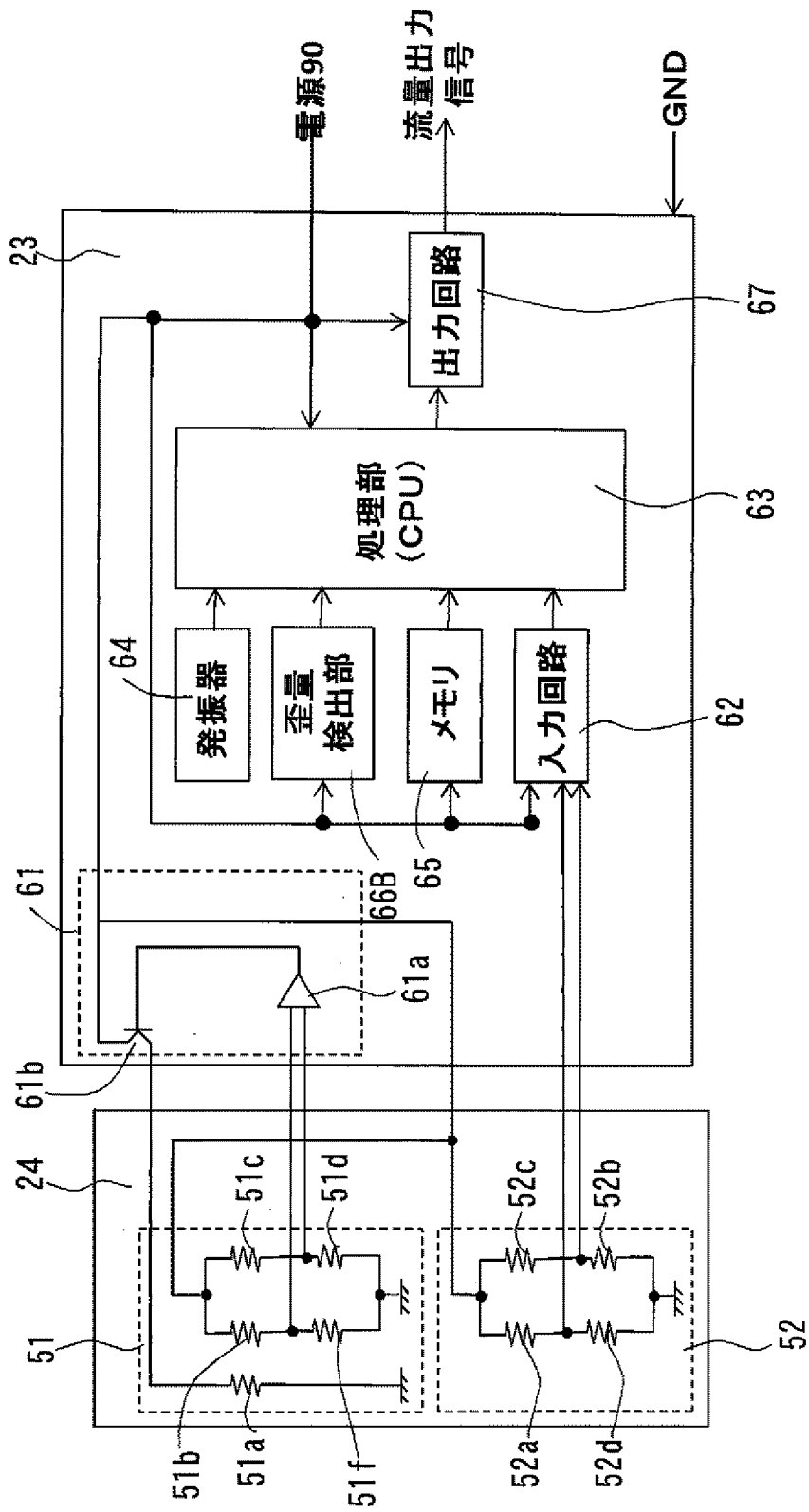
[図9]



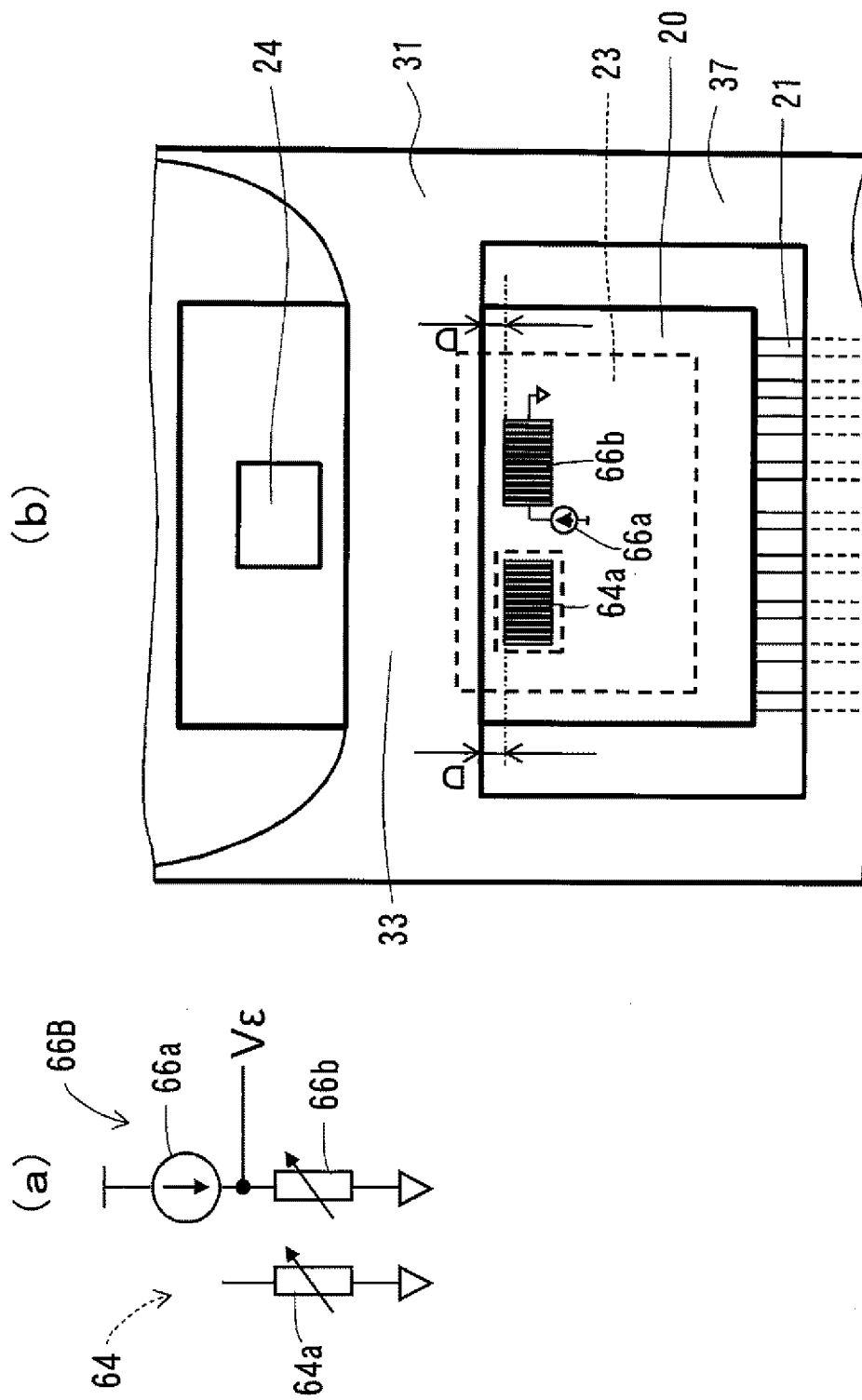
[図10]



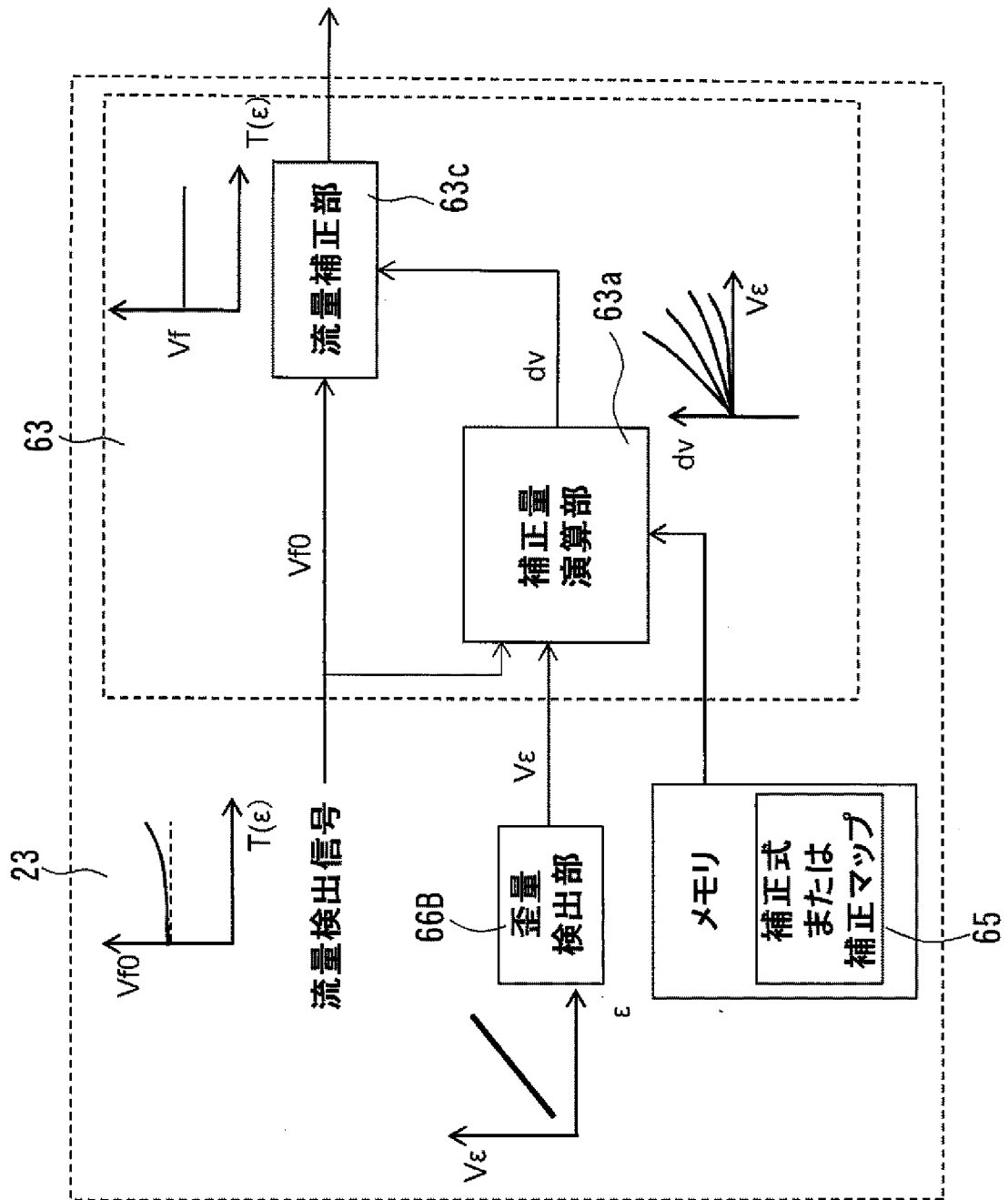
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052602

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F1/696(2006.01) i, G01P5/12(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)

G01F1/696, G01P5/12

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 1996-2014

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 2011-215062 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), entire text; all drawings & WO 2011/125923 A1 & EP 2554953 A1 & CN 102822641 A & US 2013/0025363 A1	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

27 February, 2014 (27.02.14)

Date of mailing of the international search report

11 March, 2014 (11.03.14)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01F1/696(2006.01)i, G01P5/12(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（I P C）） Int.Cl. G01F1/696, G01P5/12			
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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	J P 2 0 1 1 - 2 1 5 0 6 2 A （日立オートモティブシステムズ株式会社）2011. 10. 27 全文, 全図 & WO 2 0 1 1 / 1 2 5 9 2 3 A 1 & EP 2 5 5 4 9 5 3 A 1 & CN 1 0 2 8 2 2 6 4 1 A & US 2 0 1 3 / 0 0 2 5 3 6 3 A 1		1 - 1 1
☐ 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 27. 02. 2014		国際調査報告の発送日 11. 03. 2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 F 8505