(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6月4日(04.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/110820 A1

(51) 国際特許分類:
G01F 1/68 (2006.01) *G01R 23/16* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/045178

(22) 国際出願日： 2019年11月19日(19.11.2019)

(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 2018-225913 2018年11月30日(30.11.2018) 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２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 磯谷 有毅(**ISOYA Yuki**); 〒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). 星加 浩昭(**HOSHIKA Hiroaki**); 〒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).

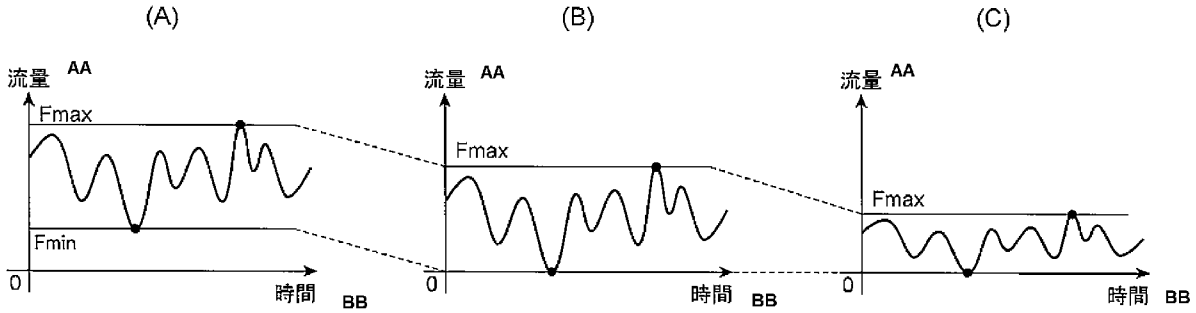
(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** PHYSICAL QUANTITY MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称： 物理量測定装置

[図6]



AA Flow rate
BB Time

(57) **Abstract:** To provide a physical quantity measurement device capable of reducing frequency analysis error of a gas flow rate than is done conventionally. A physical quantity measurement device 20 includes a flow rate sensor 205 and a signal processing unit 260. The signal processing unit 260 includes a buffer 261, an offset adjustment unit 262, a gain operation unit 263, a correction operation unit 264, and a frequency analysis unit 265. The buffer 261 stores flow rate data based on an output signal of the flow rate sensor 205 of a predetermined period. The offset adjustment unit 262 adjusts the zero point of a flow rate waveform. The gain operation unit 263 calculates a correction gain for the flow rate waveform after zero point adjustment. The correction operation unit 264 corrects the flow rate waveform after zero point adjustment by multiplying the flow rate waveform by the correction gain. The frequency analysis unit 265 performs a frequency analysis operation of the corrected flow rate waveform and stores data obtained in the operation in the buffer 261. The gain operation unit 263 calculates a correction gain such that an overflow does not occur in the frequency analysis unit 265.

WO 2020/110820 A1

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。(規則48.2(h))

(57) 要約:従来よりも気体流量の周波数解析誤差を低減することができる物理量測定装置を提供する。流量センサ２０５と信号処理部２６０を備える物理量測定装置２０である。信号処理部２６０はバッファ２６１とオフセット調整部２６２とゲイン演算部２６３と補正演算部２６４と周波数解析部２６５とを有する。バッファ２６１は所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づく流量データを記憶する。オフセット調整部２６２は流量波形のゼロ点を調整する。ゲイン演算部２６３はゼロ点調整後の流量波形の補正ゲインを算出する。補正演算部２６４はゼロ点調整後の流量波形に補正ゲインを乗じて補正する。周波数解析部２６５は補正された流量波形の周波数解析演算を行うとともに演算で得られたデータをバッファ２６１に記憶させる。ゲイン演算部２６３は周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない補正ゲインを算出する。

明　細　書

発明の名称 ： 物理量測定装置

技術分野

[0001] 本開示は、物理量測定装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から周波数出力方式の空気流量計から出力された波形を計測し、流量演算する電子機器の波形計測方法および流量演算方法に関する発明が知られている（下記特許文献１を参照）。特許文献１に記載された発明は、過渡領域での応答遅れと周期と流量の関係が非線形であることによる流量検出誤差を低減することを目的としている（同文献、第０００７段落等を参照）。

[0003] この目的を達成するために、特許文献１に記載された発明は、空気流量計の周波数出力信号に対して、所定時間間隔内の全波形の平均周期を算出し、平均周期を元に流量に変換する。これにより、エイリアシングの影響による流量検出誤差を低減し、さらに過渡領域において微分補正をすることで、応答遅れを低減する。また、平均周期を算出後に流量に変換して流量を算出するのではなく、空気流量計の信号を１周期毎に流量に変換し、流量の単位で平均処理を行う。これにより、周期と流量の非線形性による流量検出誤差を低減する（同文献、第０００８段落等を参照）。

[0004] 特許文献１に記載された発明によれば、所定時間間隔内の全出力波形の平均値を元に流量を求めるために、あらゆる周波数の吸気脈動時であっても、エイリアシングによる流量検出誤差を低減可能である。吸気脈動はピストンの上下運動と、吸気管の共振から生じる現象であるため、エイリアシングを懸念して、特定の周波数を回避するための吸気管の設計が不要となる。それは、同時に空気流量演算周期を吸気脈動周期とは分離して、自由に設定することが可能であることを意味する（同文献、第０００９段落等を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１１－０５２９６４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 前記従来の技術では、空気流量の増減に依存することなく、所定時間間隔内の全波形の平均周期を算出し、平均周期を元に流量に変換する処理が一様に行われる。このような一様な処理を行う場合、たとえば、空気流量の振幅が小さい場合など、特定の条件の下で、空気流量の周波数解析誤差が増大するおそれがある。

[0007] 本開示は、従来よりも気体流量の周波数解析誤差を低減することができる物理量測定装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様は、気体の流量に応じた信号を出力する流量センサと、該流量センサの出力信号を処理する信号処理部とを備える物理量測定装置であって、前記信号処理部は、所定期間の前記出力信号に基づく前記気体の流量データを記憶するバッファと、前記バッファに記憶された前記流量データに基づく流量波形のゼロ点を調整するオフセット調整部と、前記ゼロ点が調整された前記流量波形に乗じる補正ゲインを算出するゲイン演算部と、前記ゼロ点が調整された前記流量波形に前記補正ゲインを乗じて補正する補正演算部と、補正された前記流量波形の周波数解析演算を行うとともに演算で得られたデータを前記バッファに記憶させる周波数解析部と、を有し、前記ゲイン演算部は、前記周波数解析部でオーバーフローが生じない前記補正ゲインを算出することを特徴とする物理量測定装置である。

発明の効果

[0009] 本開示の一態様によれば、気体流量の周波数解析誤差を低減することが可能な物理量測定装置を提供することができる。

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の一例を示すシステム図。

[図2]図１に示す内燃機関制御システムに使用される物理量測定装置のブロック図。

[図3]図１に示す内燃機関制御システムに使用される物理量測定装置の正面図。

[図4]図３に示す物理量測定装置のカバーを取り外した状態の正面図。

[図5]実施形態１に係る物理量測定装置の一部の構成を示すブロック図。

[図6]図５に示す物理量測定装置の信号処理部による処理を説明するグラフ。

[図7]実施形態２に係る物理量測定装置の一部の構成を示すブロック図。

[図8]図７に示す物理量測定装置の信号処理部による処理の一例を説明するグラフ。

[図9]図７に示す物理量測定装置の信号処理部による処理の一例を説明するグラフ。

[図10]実施形態３に係る物理量測定装置の一部の構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本開示に係る物理量測定装置の実施形態を説明する。

[0012] （実施形態１）

図１は、本開示の実施形態１に係る物理量測定装置２０を使用した電子燃料噴射方式の内燃機関制御システム１のシステム図である。

[0013] 内燃機関制御システム１において、エンジンシリンダ１１とエンジンピストン１２を備える内燃機関１０の動作に基づき、吸入空気が被計測気体２としてエアクリーナ２１から吸入される。吸入空気は、主通路２２である吸気ボディと、スロットルボディ２３と、吸気マニホールド２４を介してエンジンシリンダ１１の燃焼室に導かれる。燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体２の物理量は、物理量測定装置２０で測定される。さらに、物理量測定装置２０で測定された物理量に基づいて、燃料噴射弁１４より燃料が供給され、吸入空気と共に混合気の状態で燃焼室に導かれる。

[0014] なお、本実施形態では、燃料噴射弁１４は内燃機関１０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に混合され、その燃料と吸入空気との混合気が、吸気弁１５を介して燃焼室に導かれ、燃焼して機械エネルギを発生する。燃焼室に導かれた混合気は、燃料と空気とが混合された状態であり、点火プラグ１３の火花着火によって爆発的に燃焼して機械エネルギを発生する。燃焼後の気体は排気弁１６から排気管に導かれ、排気ガス３として排気管から車外に排出される。

[0015] 燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体２の流量は、アクセルペダルの操作に基づいてその開度が変化するスロットルバルブ２５により制御される。また、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る。スロットルバルブ２５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１０が発生する機械エネルギを制御することができる。

[0016] 物理量測定装置２０は、エアクリーナ２１を介して取り込まれて主通路２２を流れる吸入空気である被計測気体２の流量、温度、湿度、圧力などの物理量を測定する。物理量測定装置２０は、吸入空気の物理量に応じた電気信号を出力する。物理量測定装置２０の出力信号は制御装置４に入力される。

[0017] また、スロットルバルブ２５の開度を計測するスロットル角度センサ２６の出力が制御装置４に入力され、さらに内燃機関１０のエンジンピストン１２や吸気弁１５や排気弁１６の位置や状態、さらに内燃機関１０の回転速度を計測するために、回転角度センサ１７の出力が、制御装置４に入力される。排気ガス３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２８の出力が制御装置４に入力される。

[0018] 制御装置４は、物理量測定装置２０の出力である吸入空気の物理量と、回転角度センサ１７の出力に基づき計測された内燃機関１０の回転速度とに基づいて、燃料噴射量や点火時期を演算する。これらの演算結果に基づいて、燃料噴射弁１４から供給される燃料量、また点火プラグ１３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、さらに物理量測定装置２０で測定される温度や、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２８で計測された空燃比の状態に基づいて、きめ細かく制御されている。制御装置４は、さらに内燃機関１０のアイドル運転状態において、スロットルバルブ２５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２７により制御し、アイドル運転状態での内燃機関１０の回転速度を制御する。

[0019] 内燃機関１０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物理量測定装置２０の出力を主パラメータとして演算される。したがって、物理量測定装置２０の測定精度の向上や、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、物理量測定装置２０により測定される被計測気体２である吸入空気の物理量の測定精度の向上が極めて重要である。また、物理量測定装置２０が高い信頼性を維持していることも大切である。

[0020] 物理量測定装置２０が搭載される車両は、温度や湿度の変化が大きい環境で使用される。物理量測定装置２０は、その使用環境における温度や湿度の変化への対応や、塵埃や汚染物質などへの対応も、考慮されていることが望ましい。また、物理量測定装置２０は、内燃機関１０からの発熱の影響を受ける吸気管に装着される。このため、内燃機関１０の発熱が主通路２２である吸気管を介して物理量測定装置２０に伝わる。物理量測定装置２０は、被計測気体と熱伝達を行うことにより被計測気体の流量を測定するので、外部からの熱の影響をできるだけ抑制することが重要である。

[0021] 車両に搭載される物理量測定装置２０は、以下で説明するように、単に発明が解決しようとする課題の欄に記載された課題を解決し、発明の効果の欄に記載された効果を奏するだけではない。以下で説明するように、物理量測定装置２０は、上述した様々な課題を十分に考慮し、製品として求められている様々な課題を解決し、種々の効果を奏している。

物理量測定装置２０が解決する具体的な課題や奏する具体的な効果は、以下の実施形態に関する記載の中で説明する。

[0022] 図２は、図１に示す物理量測定装置２０の特徴部分の構成を説明するブロック図である。詳細については後述するが、本実施形態の物理量測定装置２０は、次のような構成を特徴としている。

[0023] 物理量測定装置２０は、被計測気体２の流量に応じた信号を出力する流量センサ２０５と、その流量センサ２０５の出力信号を処理する信号処理部２６０とを備える。信号処理部２６０は、バッファ２６１、オフセット調整部２６２、ゲイン演算部２６３、補正演算部２６４、および周波数解析部２６５を有している。バッファ２６１は、所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づく被計測気体２の流量データを記憶する。オフセット調整部２６２は、バッファ２６１に記憶された上記流量データに基づく流量波形のゼロ点を調整する。ゲイン演算部２６３は、ゼロ点が調整された流量波形に乗じる補正ゲインを算出する。補正演算部２６４は、ゼロ点が調整された流量波形に補正ゲインを乗じて補正する。周波数解析部２６５は、補正された流量波形の周波数解析演算を行うとともに演算で得られたデータをバッファ２６１に記憶させる。そして、ゲイン演算部２６３は、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じないゲインを上記補正ゲインとして算出する。

[0024] 図２に示す例において、信号処理部２６０は、さらに、流量測定部２６６と、脈動補正部２６７と、を有している。また、図２に示す例において、物理量測定装置２０は、流量出力部２７０を備えている。流量測定部２６６は、たとえば、流量センサ２０５の出力信号と被計測気体２の流量との関係を記録した変換テーブルを備え、流量センサ２０５の出力信号を被計測気体２の流量データに変換する。

[0025] 脈動補正部２６７は、流量測定部２６６によって変換された被計測気体２の流量データと、周波数解析部２６５による周波数解析の結果に基づいて、被計測気体２の流量波形の脈動補正を行い、補正された被計測気体２の流量データを流量出力部２７０へ入力する。

流量出力部２７０は、信号処理部２６０から入力された脈動補正後の被計測気体２の流量データを、外部端子を介して物理量測定装置２０の外部へ出力

する。

[0026] 以下、図３および図４を参照して、本実施形態の物理量測定装置２０の構成を詳細に説明する。図３は、図１に示す物理量測定装置２０の正面図である。図４は、図３の物理量測定装置２０のカバー２０２を取り外した状態の正面図である。なお、図４では、回路基板２０７を封止する封止材の図示を省略している。

[0027] 物理量測定装置２０は、主通路２２の通路壁に設けられた取り付け孔から主通路２２の内部に挿入されて利用される。物理量測定装置２０は、ハウジング２０１と、ハウジング２０１に取り付けられるカバー２０２とを備えている。ハウジング２０１は、合成樹脂製材料を射出成形することによって構成されており、カバー２０２は、たとえばアルミニウム合金などの導電性材料からなる板状部材によって構成されている。カバー２０２は、薄い板状に形成されて、広い平坦な冷却面を有している。

[0028] ハウジング２０１は、主通路２２である吸気ボディに固定されるフランジ２１１と、フランジ２１１から突出して外部機器との電気的な接続を行うために吸気ボディから外部に露出するコネクタ２１２と、フランジ２１１から主通路２２の中心に向かって突出するように延びる計測部２１３を有している。

[0029] フランジ２１１は、たとえば、所定の板厚からなる平面視略矩形状を有しており、角部に貫通孔を有している。フランジ２１１は、たとえば、角部の貫通孔に固定ネジが挿通されて主通路２２のネジ穴に螺入されることにより、主通路２２に固定される。

[0030] コネクタ２１２は、たとえば、その内部に４本の外部端子と、補正用端子とが設けられている。外部端子は、物理量測定装置２０の計測結果である流量や温度などの物理量を出力するための端子および物理量測定装置２０が動作するための直流電力を供給するための電源端子である。補正用端子は、生産された物理量測定装置２０の計測を行い、それぞれの物理量測定装置２０に関する補正値を求めて、物理量測定装置２０内部のメモリに補正値を記憶

するのに使用する端子である。

[0031] 計測部２１３は、フランジ２１１から主通路２２の中心方向に向かって延びる薄くて長い形状を成し、幅広な正面２２１と背面、および幅狭な一対の側面である上流端面２２３と下流端面２２４を有している。計測部２１３は、たとえば、主通路２２に設けられた取り付け孔から内部に挿入され、フランジ２１１を主通路２２に当接させてねじで主通路２２に固定することで、フランジ２１１を介して主通路２２に固定される。

[0032] 計測部２１３は、物理量測定装置２０を主通路２２に取り付けた状態で、主通路２２の内壁から主通路２２の中心軸２２ａに向かって突出している。そして、正面２２１と背面が主通路２２の中心軸２２ａに沿って平行に配置され、計測部２１３の幅狭な上流端面２２３と下流端面２２４のうち計測部２１３の短手方向一方側の上流端面２２３が主通路２２の上流側を向くように配置され、計測部２１３の短手方向他方側の下流端面２２４が主通路２２の下流側を向くように配置される。

[0033] 計測部２１３の正面２２１は、短手方向に沿って上流端面２２３から下流端面２２４まで平坦である。一方、計測部２１３の背面は、下流端面２２４側の角部が面取りされており、かつ、短手方向中間位置から下流端面２２４まで移行するにしたがって正面に漸次接近する方向に傾斜している。これにより、計測部２１３の断面形状は、いわゆる流線型になっている。したがって、主通路２２の上流から流れてきた被計測気体２を計測部２１３の正面２２１および背面に沿って円滑に下流に導くことができ、被計測気体２に対する計測部２１３の流体抵抗を小さくすることができる。

[0034] 計測部２１３は、突出方向の端部が段差状に形成されており、物理量測定装置２０を主通路２２に取り付けた状態で、主通路２２の上流側の下面２２６と、主通路２２の下流側の下面２２７とを有している。計測部２１３は、上流側の下面２２６よりも下流側の下面２２７の方が突出方向に突出し、上流側の下面２２６と下流側の下面２２７との間を結ぶ段差面２２８が主通路２２の上流側を向くように配置される。

[0035] また、計測部２１３は、フランジ２１１と反対側で上流側の下面２２６よりも突出した先端部２１３ａの段差面２２８に、吸入空気などの被計測気体２の一部を計測部２１３内の副通路に取り込むための入口２３１が開口して設けられている。そして、計測部２１３の先端部２１３ａの下流端面２２４には、計測部２１３内の副通路に取り込んだ被計測気体２を主通路２２に戻すための第１出口２３２および第２出口２３３が開口して設けられている。

[0036] つまり、計測部２１３は、主通路２２における被計測気体２の流れ方向の上流側に向けて配置される第１壁部としての上流端面２２３を有する。また、計測部２１３は、第１壁部としての上流端面２２３よりも主通路２２における被計測気体２の流れ方向の下流側の位置において被計測気体２の流れ方向の上流側に向けて配置される第２壁部として先端部２１３ａの段差面２２８を有する。この先端部２１３ａの段差面２２８に、副通路の入口２３１が開口している。

[0037] 物理量測定装置２０は、副通路の入口２３１が、フランジ２１１から主通路２２の中心方向に向かって延びる計測部２１３の先端部２１３ａに設けられているので、主通路２２の内壁面近傍ではなく、内壁面から離れた中央部に近い部分の気体を副通路に取り込むことができる。このため、物理量測定装置２０は、主通路２２の内壁面から離れた部分の気体の流量を測定することができ、熱などの影響による計測精度の低下を抑制できる。

[0038] 主通路２２の内壁面近傍では、主通路２２の温度の影響を受け易く、気体の本来の温度に対して被計測気体２の温度が異なる状態となり、主通路２２内の主気体の平均的な状態と異なることになる。特に主通路２２がエンジンの吸気ボディである場合は、エンジンからの熱の影響を受け、高温に維持されていることが多い。このため主通路２２の内壁面近傍の気体は、主通路２２の本来の気温に対して高いことが多く、計測精度を低下させる要因となる。また、主通路２２の内壁面近傍では流体抵抗が大きく、主通路２２の平均的な流速に比べ、流速が低くなる。このため、主通路２２の内壁面近傍の気体を被計測気体２として副通路に取り込むと、主通路２２の平均的な流速に

対する流速の低下が計測誤差につながるおそれがある。

[0039] 物理量測定装置２０は、フランジ２１１から主通路２２の中央に向かって延びる薄くて長い計測部２１３の先端部２１３ａに入口２３１が設けられているので、主通路２２の内壁面近傍の流速低下に関係する計測誤差を低減できる。また、物理量測定装置２０は、フランジ２１１から主通路２２の中央に向かって延びる計測部２１３の先端部２１３ａに入口２３１が設けられているだけでなく、副通路の第１出口２３２および第２出口２３３も計測部２１３の先端部２１３ａに設けられているので、さらに計測誤差を低減することができる。

[0040] 物理量測定装置２０は、計測部２１３が主通路２２の外壁から中央に向かう軸に沿って長く伸びる形状を成しているが、上流端面２２３および下流端面２２４の幅は、正面２２１の幅よりも狭く、計測部２１３が板状の形状を成している。これにより、物理量測定装置２０は、被計測気体２に対しては流体抵抗を小さい値に抑えることができる。

[0041] 計測部２１３には、副通路２３４を形成するための副通路溝２５０と、回路基板２０７を収容するための回路室２３５が設けられている。回路室２３５と副通路溝２５０は、計測部２１３の正面に凹設されており、計測部２１３の短手方向一方側と他方側に分かれて配置されている。回路室２３５は、主通路２２における被計測気体２の流れ方向の上流側の位置に配置され、副通路２３４は、回路室２３５よりも主通路２２における被計測気体２の流れ方向の下流側の位置に配置される。なお、主通路２２における被計測気体２の流れ方向において、回路室２３５の上流側の壁部の上流側の面を、計測部２１３の上流端面２２３とすることで省スペース化が可能となる。

[0042] 副通路溝２５０は、カバー２０２との協働により副通路２３４を形成する。副通路２３４は、計測部２１３の突出方向である計測部２１３の長手方向に沿って延在して設けられている。副通路２３４を形成する副通路溝２５０は、第１副通路溝２５１と、第１副通路溝２５１の途中で分岐する第２副通路溝２５２とを有している。

[0043] 第１副通路溝２５１は、計測部２１３の先端部２１３ａの段差面２２８に開口する入口２３１と、計測部２１３の先端部２１３ａの下流端面２２４に開口する第１出口２３２との間に亘って、計測部２１３の短手方向に沿って延在するように形成されている。入口２３１は、主通路２２における被計測気体２の流れ方向の上流側を向くように開口されている。第１副通路溝２５１は、カバー２０２との間に、入口２３１から主通路２２の中心軸２２ａに沿って延びて第１出口２３２に至る第１副通路２３４ａを形成する。

[0044] 第１副通路２３４ａは、主通路２２内を流れる被計測気体２を入口２３１から取り込み、その取り込んだ被計測気体２を第１出口２３２から主通路２２に戻す。第１副通路２３４ａは、入口２３１から主通路２２内における被計測気体２の流れ方向に沿って延在し、第１出口２３２に接続されている。第１副通路２３４ａは、入口２３１と第１出口２３２との間に分岐部２３６を有している。

[0045] 分岐部２３６は、主通路２２の中心軸２２ａに沿って延びる第１副通路２３４ａにおいて、順流時の被計測気体２の上流側で入口２３１の近傍に設けられている。ここで、被計測気体２は、順流時に、図１に示すように、エアクリーナ２１から内燃機関１０へ向けて主通路２２の中心軸２２ａに沿って流れる。主通路２２を流れる被計測気体２は、順流時に、入口２３１から第１副通路２３４ａに取り込まれ、第１副通路２３４ａ内を第１出口２３２へ向けて流れるとともに、分岐部２３６から第２副通路２３４ｂへ流入する。

[0046] 第２副通路溝２５２は、第１副通路溝２５１の途中位置で計測部２１３の基端部すなわちフランジ２１１へ向けて分岐して、計測部２１３の長手方向すなわち主通路２２の中心軸２２ａに交差する方向、たとえば中心軸２２ａにおおむね直交する方向に延びている。

さらに、第２副通路溝２５２は、計測部２１３のフランジ２１１の近傍で先端部２１３ａへ向けて、たとえばＵ字状または円弧状に湾曲して折り返し、計測部２１３の長手方向すなわち主通路２２の中心軸２２ａに交差する方向

、たとえば中心軸２２ａにおおむね直交する方向に延びている。

[0047] 第２副通路溝２５２は、最終的に、計測部２１３の下流端面２２４へ向けて、たとえば円弧状に湾曲するように曲折し、第２出口２３３に接続されている。第２出口２３３は、主通路２２における被計測気体２の流れ方向の下流側を向くように開口されている。第２出口２３３は、第１出口２３２とほぼ同等または若干大きい開口面積を有しており、第１出口２３２よりも計測部２１３の長手方向の基端部側に隣接した位置に形成されている。

第２副通路溝２５２は、カバー２０２との間に、第１副通路２３４ａからフランジ２１１へ向けて分岐して第２出口２３３に至る第２副通路２３４ｂを形成する。

[0048] 第２副通路２３４ｂは、第１副通路２３４ａから分岐されて流れ込んだ被計測気体２を通過させて第２出口２３３から主通路２２に戻す。第２副通路２３４ｂは、計測部２１３の長手方向に沿って往復する経路を有する。より詳細には、第２副通路２３４ｂは、たとえば、直線状の上流部２３７と、円弧状またはＵ字状の湾曲部２３８と、直線状の下流部２３９とを有している。

[0049] 上流部２３７は、たとえば、第１副通路２３４ａの分岐部２３６から分岐され、主通路２２の中心軸２２ａに交差する方向におおむね直線状にまっすぐ延びている。上流部２３７は、たとえば、主通路２２の中心軸２２ａにおおむね直交する方向、すなわち第１副通路２３４ａの分岐部２３６からフランジ２１１へ向かう方向へ延びている。

[0050] 湾曲部２３８は、たとえば、フランジ２１１の近傍で上流部２３７の下流側の端部に接続され、主通路２２の中心軸２２ａに向けて折り返すように湾曲している。湾曲部２３８は、たとえば、円弧状またはＵ字状の形状を有し、第２副通路２３４ｂを１８０度、逆方向に折り返すように湾曲している。

[0051] 下流部２３９は、たとえば、フランジ２１１の近傍で湾曲部２３８の下流側の端部に接続され、主通路２２の中心軸２２ａに向けておおむね直線状にまっすぐに延びている。下流部２３９は、たとえば、上流部２３７とおおむ

ね平行に計測部２１３の先端部２１３ａへ向けて延び、第１副通路２３４ａにおける分岐部２３６よりも下流側へ向けて延びている。下流部２３９は、先端部２１３ａの第２出口２３３の近傍で主通路２２の中心軸２２ａに沿う方向に湾曲して、第２出口２３３に接続されている。

[0052] 第２副通路２３４ｂは、湾曲形状を有している。より具体的には、第２副通路２３４ｂの上流部２３７は、第１副通路２３４ａの分岐部２３６から分岐され、主通路２２の中心軸２２ａに交差する方向に延びている。第２副通路２３４ｂの湾曲部２３８は、上流部２３７から主通路２２の中心軸２２ａに向けて折り返すように湾曲している。第２副通路２３４ｂの下流部２３９は、湾曲部２３８から主通路２２の中心軸２２ａに向けて延びている。これら上流部２３７と湾曲部２３８と下流部２３９とによって、第２副通路２３４ｂの湾曲形状が形成されている。

[0053] なお、図示は省略するが、たとえば、第２出口２３３を省略し、第１副通路２３４ａの分岐部２３６よりも下流側に第２副通路２３４ｂの下流部２３９を接続させ、第２副通路２３４ｂを第１副通路２３４ａに合流させてもよい。

[0054] 第２副通路２３４ｂは、たとえば上流部２３７に流量センサ２０５が配置されている。

より詳細には、第２副通路２３４ｂの上流部２３７において、流量センサ２０５は、第１副通路２３４ａと湾曲部２３８の中間部に配置されている。第２副通路２３４ｂは、上記のような湾曲形状を有することで、通路長さをより長く確保することができ、主通路２２内の被計測気体２に脈動が生じた場合に、流量センサ２０５への影響を小さくすることができる。

[0055] 上記構成によれば、計測部２１３の突出方向である長手方向に沿って副通路２３４を形成することができ、副通路２３４の長さを十分に長く確保できる。これにより、物理量測定装置２０は、十分な長さの副通路２３４を備えることができる。したがって、物理量測定装置２０は、流体抵抗を小さい値に抑えられるとともに高い精度で被計測気体２の物理量を計測することが可

能である。

[0056] 第１副通路２３４ａは、入口２３１から計測部２１３の短手方向すなわち主通路２２の中心軸２２ａに沿って延びて第１出口２３２に至るので、入口２３１から第１副通路２３４ａ内に侵入した塵埃などの異物をそのまま第１出口２３２から排出させることができる。これにより、異物が第２副通路２３４ｂに侵入するのを抑制し、第２副通路内２３４ｂに配置された流量センサ２０５に影響を与えるのを抑制することができる。

[0057] 第１副通路２３４ａの入口２３１と第１出口２３２は、入口２３１の方が第１出口２３２よりも大きな開口面積を有している。入口２３１の開口面積を第１出口２３２よりも大きくすることによって、第１副通路２３４ａに流入した被計測気体２を、第１副通路２３４ａの途中で分岐している第２副通路２３４ｂにも確実に導くことができる。

[0058] 第１副通路溝２５１の入口２３１の近傍には、計測部２１３の長手方向における入口２３１の中央位置に突起部２５３が設けられている。突起部２５３は、入口２３１の大きさを計測部２１３の長手方向に二等分し、二等分された入口２３１のそれぞれの開口面積を第１出口２３２および第２出口２３３の開口面積よりも小さくしている。突起部２５３は、入口２３１から第１副通路２３４ａに侵入可能な異物の大きさを第１出口２３２および第２出口２３３よりも小さいものだけに規制し、異物によって第１出口２３２や第２出口２３３が塞がれるのを防ぐことができる。

[0059] 回路基板２０７は、計測部２１３の短手方向一方側に設けられた回路室２３５に収容されている。回路基板２０７は、計測部２１３の長手方向に沿って延在する長方形の形状を有しており、その表面には、チップパッケージ２０８と、圧力センサ２０４と、温湿度センサ２０６と、吸気温度センサ２０３とが実装されている。回路基板２０７は、すべてのセンサに共通する搭載部を有しており、様々なセンサの実装パターンに対して共通して利用可能である。回路基板２０７の表面は、たとえば、主通路２２を流れる被計測気体２にほぼ平行に配置される。これにより、計測部２１３の薄型化が可能にな

り、主通路２２を流れる被計測気体２の圧力損失を低減することができる。

[0060] チップパッケージ２０８は、回路基板２０７に実装されている。チップパッケージ２０８には、たとえば、流量センサ２０５、流量センサ２０５を駆動する電子部品であるＬＳＩが実装され、トランスファーモールドにより封止されている。このチップパッケージ２０８に実装された電子部品によって、流量センサ２０５の出力信号を処理する信号処理部２６０が構成されている。チップパッケージ２０８は、第２副通路２３４ｂ内に流量センサ２０５が配置されるように、回路基板２０７の長手方向の中央位置で回路基板２０７から第２副通路２３４ｂ内にチップパッケージ２０８の一部が突出した状態で実装されている。

[0061] チップパッケージ２０８は、副通路２３４と回路室２３５との間に亘って配置されている。これにより、回路室２３５と副通路２３４が分離され、チップパッケージ２０８に配置された流量センサ２０５への流れが副通路２３４の形状によって律速される。そのため、副通路２３４内に被計測気体２の流れを阻害する障壁物がない構成となり、被計測気体２の安定的な流れを流量センサ２０５へ供給することができる。したがって、流量センサの流速感度、ノイズ性能や脈動特性を維持しつつ、計測部２１３を小型化することが可能である。

[0062] なお、流量センサ２０５は、必ずしもチップパッケージ２０８に設けられている必要はない。たとえば、回路基板２０７の一部を突出させて流量センサ２０５を副通路２３４に配置してもよく、回路基板２０７に実装された流量センサ２０５を板状の支持体によって副通路２３４に配置してもよい。

[0063] 流量センサ２０５とＬＳＩは同一半導体素子に一体に形成されていても、別の半導体素子として形成されていてもよい。流量センサ２０５は、表面の流量計測部が少なくとも露出するように樹脂によって封止されている。チップパッケージ２０８にＬＳＩを設ける構造について説明したが、回路基板２０７にＬＳＩを搭載する構造としてもよい。チップパッケージ２０８にＬＳＩを設ける利点としては、回路基板２０７にＬＳＩを搭載しなくてもよいこ

とから、回路基板２０７の小型化に寄与する点である。

[0064] チップパッケージ２０８は、第２副通路２３４ｂの上流部における被計測気体２の流れ方向に沿って延びる凹溝を有し、この凹溝の底部に流量センサ２０５を備えている。チップパッケージ２０８の凹溝は、第２副通路２３４ｂの上流部を流れる被計測気体２の流れ方向における両端部から中央部へ向けて徐々に幅が狭まる絞り形状を有し、最も幅が狭い中央部に流量センサ２０５が配置されている。この絞り形状により、副通路２３４を流れる被計測気体２が整流され、ノイズの影響を低減することができる。

[0065] 圧力センサ２０４は、チップパッケージ２０８よりも回路基板２０７の長手方向基端部側に実装されており、温湿度センサ２０６は、チップパッケージ２０８よりも回路基板２０７の長手方向先端側に実装されている。そして、回路基板２０７の表面には、吸気温度センサ２０３のリードが接続されている。吸気温度センサ２０３は、温湿度センサ２０６よりも回路基板２０７の長手方向先端側の位置にリードが接続され、センサ本体２０３ｂが回路基板２０７から長手方向にはみ出して計測部２１３の外部に露出した位置に配置されるように実装されている。

[0066] 吸気温度センサ２０３は、計測部２１３のフランジ２１１側の上流端面２２３と、先端部２１３ａの段差面２２８との間に配置されている。吸気温度センサ２０３は、回路基板２０７に実装され、計測部２１３の外に露出して設けられている。吸気温度センサ２０３は、円柱状のセンサ本体と、センサ本体の軸方向両端部から互いに離間する方向に向かって突出する一対のリードとを有するアキシャルリード部品によって構成されている。計測部２１３には、吸気温度センサ２０３を保護するためのプロテクタ２０２ａが設けられている。

[0067] 計測部２１３には、その長手方向に沿って基端部側から先端部側に向かって（計測部２１３の突出方向に向かって）、（１）圧力センサ２０４、（２）流量センサ２０５、（３）温湿度センサ２０６、（４）吸気温度センサ２０３が順番に配置されている。圧力センサ２０４は、被計測気体２の圧力を

測定し、流量センサ２０５は、被計測気体２の流量を測定する。温湿度センサ２０６は、被計測気体２の湿度を測定し、吸気温度センサは、被計測気体２の温度を測定する。

[0068] 図５は、本開示の実施形態１に係る物理量測定装置２０の一部の構成を示すブロック図である。

[0069] 物理量測定装置２０は、前述のように、気体の流量に応じた信号を出力する流量センサ２０５と、その流量センサ２０５の出力信号を処理する信号処理部２６０とを備えている。また、信号処理部２６０は、前述のように、バッファ２６１と、オフセット調整部２６２と、ゲイン演算部２６３と、補正演算部２６４と、周波数解析部２６５とを有している。なお、図５に示す例において、バッファ２６１は、流量波形バッファ２６１ａと、オフセット波形バッファ２６１ｂと、補正波形バッファ２６１ｃとを有している。

[0070] また、図５に示す例において、流量センサ２０５は、発熱抵抗体２０５ａと感温抵抗体２０５ｂとを有し、信号処理部２６０は、図２に示す例と同様に、流量測定部２６６を有している。また、図５に示す例において、信号処理部２６０は、最小値検出部２６８ａと、最大値検出部２６８ｂとを有している。なお、図５に示す例では、図２に示す脈動補正部２６７および流量出力部２７０の図示を省略している。

[0071] 流量センサ２０５は、前述のとおり、図４に示すチップパッケージ２０８に実装され、たとえば、物理量測定装置２０を構成するハウジング２０１の計測部２１３に設けられた副通路２３４の上流部２３７に配置されている。流量センサ２０５は、たとえば、被計測気体２の流れ方向において、発熱抵抗体２０５ａの両側に一対の感温抵抗体２０５ｂを有している。

[0072] すなわち、流量センサ２０５は、被計測気体２の流れ方向において発熱抵抗体２０５ａの上流側と下流側に配置された一対の感温抵抗体２０５ｂの温度差に基づいて、気体の流量を測定する、熱式流量計である。また、流量センサ２０５は、発熱抵抗体２０５ａと感温抵抗体２０５ｂとに加えて、たとえば、図示を省略する複数の固定抵抗や、外部との電気的な接続を行うため

の電極パッドなどを備えている。

[0073] 流量測定部２６６は、前述のように、たとえば流量センサ２０５の出力信号である電圧と被計測気体２の流量との関係に基づく電圧－流量変換テーブルを備え、流量センサ２０５の出力信号を被計測気体２の流量データに変換する。流量測定部２６６は、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0074] 流量波形バッファ２６１ａは、たとえば、所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づいて流量測定部２６６から出力された所定期間の被計測気体２の流量データを記憶する。流量波形バッファ２６１ａは、たとえば、チップパッケージ２０８に実装されたメモリなどの記憶装置によって構成される。流量波形バッファ２６１ａに記憶された流量データは、たとえば、時間の経過にともなって、順次、流量測定部２６６から出力された新しい流量データに上書きされる。

[0075] 最小値検出部２６８ａは、たとえば、流量波形バッファ２６１ａに記憶された所定期間の流量データに基づいて、縦軸を流量、横軸を時間とするグラフにおける流量波形の最小値を演算する。最小値検出部２６８ａは、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0076] オフセット調整部２６２は、バッファ２６１に記憶された上記流量データに基づく流量波形のゼロ点を調整する。図５に示す例において、オフセット調整部２６２は、最小値検出部２６８ａから出力された流量波形の最小値を流量波形のゼロ点に設定して、流量波形のゼロ点を調整する。オフセット調整部２６２は、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0077] オフセット波形バッファ２６１ｂは、オフセット調整部２６２によってゼロ点が調整された流量波形の流量データを記憶する。オフセット波形バッフ

ァ２６１ｂは、たとえば、チップパッケージ２０８に実装されたメモリなどの記憶装置によって構成される。

[0078] 最大値検出部２６８ｂは、オフセット調整部２６２によってゼロ点が調整され、オフセット波形バッファ２６１ｂに記憶されたゼロ点調整（オフセット）後の流量波形の最大値を検出する。ここで、流量波形の最大値とは、たとえば、オフセット後の流量波形の複数の極大値のうち、最大の極大値である。最大値検出部２６８ｂは、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0079] ゲイン演算部２６３は、ゼロ点が調整された流量波形に乗じる補正ゲインを算出する。

ゲイン演算部２６３は、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じないゲインを、上記補正ゲインとして算出する。ここで、オーバーフローとは、算術オーバーフローであり、コンピュータの演算において数値型が表現可能な値の上限を超えること、およびそれによって発生したエラーを意味する。オーバーフローは、「桁あふれ」と呼ばれることもある。ゲイン演算部２６３は、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0080] ゲイン演算部２６３には、たとえば、周波数解析演算の過渡データや演算結果が記憶される周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない最大の数値が、限界値として記憶されている。すなわち、周波数解析演算を行う流量波形の最大値がこの限界値を超えると、周波数解析部２６５でオーバーフローが発生する。ゲイン演算部２６３は、たとえば、この限界値と、オフセット後の流量波形の最大値とを比較する。そして、ゲイン演算部２６３は、オフセット後の流量波形に補正ゲインを乗じた補正後の流量波形の最大値が上記限界値以下になるように、補正ゲインを算出する。ゲイン演算部２６３は、たとえば、オフセット後の流量波形に補正ゲインを乗じた後の流量波形の

最大値が、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値と等しくなるように、補正ゲインを算出してもよい。

[0081] 補正演算部２６４は、オフセット調整部２６２によってゼロ点が調整された流量波形に対して、ゲイン演算部２６３によって算出された補正ゲインを乗じて補正する。より具体的には、補正演算部２６４は、オフセット波形バッファ２６１ｂからオフセット後の流量波形を読み出し、ゲイン演算部２６３から出力された補正ゲインをオフセット後の流量波形に乗じることで、補正後の流量波形のデータを演算する。補正演算部２６４は、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0082] 補正波形バッファ２６１ｃは、オフセット調整部２６２によるゼロ点調整すなわちオフセット後の流量波形に対し、補正演算部２６４によって補正ゲインを乗じた、補正後の流量波形の流量データを記憶する。この補正後の流量波形の最大値の流量は、周波数解析部２６５の周波数解析演算において、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値以下である。

[0083] 周波数解析部２６５は、補正波形バッファ２６１ｃから補正された流量波形を読み出し、この補正後の流量波形の周波数解析演算を行う。また、周波数解析部２６５は、たとえば図２に示すように、演算途中の過渡データや演算結果など、演算で得られたデータを記憶する。また、周波数解析部２６５は、周波数解析演算の演算結果をバッファ２６１に記憶させる。周波数解析部２６５は、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0084] 図５では省略されているが、脈動補正部２６７は、たとえば図２に示すように、周波数解析部２６５による周波数解析演算の結果を、バッファ２６１から読み出す。また、脈動補正部２６７は、たとえば、流量測定部２６６から出力されてバッファ２６１の流量波形バッファ２６１ａに記憶された流量波形を読み出す。そして、周波数解析部２６５による周波数解析演算の結果

に基づいて、流量センサ２０５の出力信号に基づく流量波形を補正する。

[0085] また、図５では省略されているが、流量出力部２７０は、前述のように、脈動補正部２６７から出力された脈動補正後の被計測気体２の流量データを、コネクタ２１２の外部端子を介して物理量測定装置２０の外部へ出力する。流量出力部２７０は、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、記憶装置に記憶されたプログラム、および出力端子などによって構成される。

[0086] 以下、本実施形態の物理量測定装置２０の作用について、図６を参照して説明する。

[0087] 図６は、図５に示す物理量測定装置２０の信号処理部２６０による処理を説明するグラフ（Ａ）～（Ｃ）である。各グラフの縦軸は流量であり、横軸は時間である。グラフ（Ａ）～（Ｃ）は、それぞれ、ゼロ点調整前の流量波形のグラフと、ゼロ点調整後の流量波形のグラフと、補正ゲインを乗じた後の流量波形のグラフである。

[0088] 物理量測定装置２０は、前述のように、たとえば電子燃料噴射方式の内燃機関制御システム１のエアクリーナ２１から吸入された吸入空気である被計測気体２が流れる主通路２２である吸気ボディに配置される。物理量測定装置２０は、主通路２２を流れる被計測気体２の流量を含む物理量を測定し、制御装置４へ出力する。

[0089] 物理量測定装置２０は、前述のように、被計測気体２の流量に応じた信号を出力する流量センサ２０５と、その流量センサ２０５の出力信号を処理する信号処理部２６０とを備える。信号処理部２６０は、バッファ２６１、オフセット調整部２６２、ゲイン演算部２６３、補正演算部２６４、および周波数解析部２６５を有している。バッファ２６１は、所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づく被計測気体２の流量データを記憶する。

オフセット調整部２６２は、バッファ２６１に記憶された上記流量データに基づく流量波形のゼロ点を調整する。ゲイン演算部２６３は、ゼロ点が調整された流量波形の補正ゲインを算出する。補正演算部２６４は、ゼロ点が調

整された流量波形に補正ゲインを乗じて補正する。周波数解析部２６５は、補正された流量波形の周波数解析演算を行うとともに演算で得られたデータをバッファ２６１に記憶させる。そして、ゲイン演算部２６３は、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じないゲインを上記補正ゲインとして算出する。

[0090] この構成により、流量センサ２０５の出力信号に基づいて、図６のグラフ（Ａ）に示すような流量波形を得ることができる。さらに、この流量波形のゼロ点調整を、オフセット調整部２６２によって行うことで、図６のグラフ（Ｂ）に示すようなオフセット後の流量波形を得ることができる。また、周波数解析部２６５による周波数解析演算時にオーバーフローが生じない補正ゲインを、ゲイン演算部２６３によって算出することができる。さらに、その補正ゲインを、補正演算部２６４によってオフセット後の流量波形に乗じることで、図６のグラフ（Ｃ）に示すような補正後の流量波形が得られる。さらに、この補正後の流量波形に対して、周波数解析部２６５によって周波数解析演算を行うことで、周波数解析部２６５でのオーバーフローを防止することができる。

[0091] また、上記の構成により、オフセット調整部２６２によるゼロ点調整後の流量波形の振幅が比較的に大きい場合でも、補正ゲインを乗じた後の補正後の流量波形が極端に縮小されることを防止して、振幅情報の劣化を抑制することができる。一方、流量センサ２０５の出力信号に基づく流量波形の振幅が比較的に小さい場合は、ゼロ点調整後の流量波形に補正ゲインを乗じることで、流量波形の振幅情報を拡大することができる。したがって、本実施形態によれば、流量波形の脈動の状態にかかわらず、流量波形の周波数解析結果の精度を向上させることができ、気体流量の周波数解析誤差を低減することが可能な物理量測定装置２０を提供することができる。

[0092] また、本実施形態の物理量測定装置２０において、信号処理部２６０は、前述のように、流量波形バッファ２６１ａを含むバッファ２６１に、所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づく気体の流量データを記憶する。信

号処理部２６０は、この流量データに基づいて、たとえばグラフ（Ａ）に示すような流量波形を得ることができる。さらに、信号処理部２６０は、この流量波形の最小値Ｆｍｉｎを検出する最小値検出部２６８ａを有している。そして、オフセット調整部２６２は、グラフ（Ｂ）に示すように、この最小値Ｆｍｉｎを流量波形のゼロ点に設定するように構成されている。

[0093] この構成により、たとえばグラフ（Ａ）に示すような流量波形の最小値Ｆｍｉｎをゼロ点とするゼロ点調整を行って、グラフ（Ｂ）に示すオフセット後の流量波形を得ることができる。これにより、周波数解析部２６５による周波数解析を符号なしの流量データに対して行うことができる。

[0094] さらに、本実施形態の物理量測定装置２０において、信号処理部２６０は、グラフ（Ｂ）に示すゼロ点が調整されたオフセット後の流量波形の最大値Ｆｍａｘを検出する最大値検出部２６８ｂを有している。またゲイン演算部２６３は、オフセット後の流量波形の最大値Ｆｍａｘが、周波数解析部２６５の周波数解析演算によって周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値以下になるように、補正ゲインを算出する。

[0095] この構成により、グラフ（Ｂ）に示すように、最小値Ｆｍｉｎがゼロ点に設定されてゼロ点調整された流量波形の最大値Ｆｍａｘと、周波数解析部２６５による周波数解析演算時に周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値とを、比較することができる。これにより、周波数解析部２６５にオーバーフローを生じさせるリスクが最も高いグラフ（Ｂ）に示すオフセット後の流量波形の最大値Ｆｍａｘを、上記限界値以下にすることができる。したがって、周波数解析部２６５による周波数解析演算時に、周波数解析部２６５でのオーバーフローをより確実に防止できる。また、上記の構成により、流量波形の脈動の状態にかかわらず、流量波形の周波数解析結果の精度を向上させることができる。

[0096] より具体的には、たとえば、図６のグラフ（Ｂ）のように、補正ゲインを乗じる前のオフセット後の流量波形の最大値Ｆｍａｘが、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値以上である場合を想定する。この場合

、図６のグラフ（Ｃ）のように、補正ゲインを乗じた後の流量波形の最大値Ｆｍａｘが、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値以下のできるだけ大きい値となるように、ゲイン演算部２６３によって補正ゲインを演算することができる。これにより、補正ゲインを乗じた後の流量波形が極端に縮小されることが防止され、振幅情報の劣化を抑制することができる。

[0097] また、たとえば、図６のグラフ（Ｂ）のように、補正ゲインを乗じる前のオフセット後の流量波形の最大値Ｆｍａｘが、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値よりも小さい場合を想定する。この場合、補正ゲインを乗じた後の流量波形の最大値Ｆｍａｘが、周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値以下のできるだけ大きい値となるように、ゲイン演算部２６３によって補正ゲインを演算することができる。これにより、図６のグラフ（Ｃ）に示す縮小された流量波形とは逆に、図６のグラフ（Ｂ）に示す流量波形を拡大することができ、流量波形のより詳細な振幅情報を得ることができる。

[0098] また、本実施形態の物理量測定装置２０において、バッファ２６１は、流量波形バッファ２６１ａと、オフセット波形バッファ２６１ｂと、補正波形バッファ２６１ｃと、を有している。流量波形バッファ２６１ａは、所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づく気体の流量データを記憶する。オフセット波形バッファ２６１ｂは、ゼロ点が調整された流量波形の流量データを記憶する。補正波形バッファ２６１ｃは、補正ゲインを乗じた補正後の流量波形の流量データを記憶する。

[0099] この構成により、単一のバッファ２６１を用いる場合と比較して、流量波形バッファ２６１ａ、オフセット波形バッファ２６１ｂ、および補正波形バッファ２６１ｃのそれぞれに記憶されたデータが消失するリスクを低減することができる。より具体的には、周波数解析処理を、周波数解析のバッファ長に相当する時間よりも短時間で実施する場合に、初期のデータを喪失することが防止され、解析データの一部に複数回の処理が実行されるのを防止で

きる。

[0100] 以上説明したように、本実施形態によれば、気体流量の周波数解析誤差を低減することが可能な物理量測定装置２０を提供することができる。

[0101] （実施形態２）

図７は、実施形態２に係る物理量測定装置２０の一部の構成を示すブロック図である。

図８は、図７に示す物理量測定装置２０の信号処理部２６０による処理の一例を説明するグラフである。図９は、図７に示す物理量測定装置２０の信号処理部２６０による処理の他の一例を説明するグラフである。

[0102] 本実施形態の物理量測定装置２０は、最小値検出部２６８ａおよび最大値検出部２６８ｂに代えて、中間値演算部２６９ａおよび最大絶対値演算部２６９ｂを有する点で、図５に示す実施形態１に係る物理量測定装置２０と異なっている。本実施形態の物理量測定装置２０のその他の点は、前述の実施形態１に係る物理量測定装置２０と同様であるので、同様の部分には同一の符号を付して説明を省略する。

[0103] 本実施形態の物理量測定装置２０において、信号処理部２６０は、図８および図９のグラフ（Ａ）に示すように、流量波形の最大値Ｆｍａｘと最小値Ｆｍｉｎとの間のゼロ点補正値Ｚを演算する中間値演算部２６９ａを有している。また、本実施形態の物理量測定装置２０において、オフセット調整部２６２は、図８および図９のグラフ（Ｂ）に示すようにゼロ点補正値Ｚを流量波形のゼロ点に設定する。中間値演算部２６９ａおよび最大絶対値演算部２６９ｂは、たとえば、チップパッケージ２０８に実装された演算装置や記憶装置などの電子部品、および記憶装置に記憶されたプログラムなどによって構成される。

[0104] このような構成により、周波数解析部２６５による流量波形の周波数解析を符号付きの流量データに対して行って、前述の実施形態１に係る物理量測定装置２０と同様の効果を奏することができる。

[0105] また、本実施形態の物理量測定装置２０において、信号処理部２６０は、

図８および図９のグラフ（Ｂ）に示すようにゼロ点が調整された流量波形の最大絶対値ＦＡｍａｘを演算する最大絶対値演算部２６９ｂを有している。また、本実施形態の物理量測定装置２０において、ゲイン演算部２６３は、図８および図９のグラフ（Ｂ）に示すようにゼロ点が調整された流量波形の最大絶対値ＦＡｍａｘが、周波数解析部２６５の周波数解析演算によって周波数解析部２６５でオーバーフローが生じない限界値以下になるように、補正ゲインを算出する。

[0106] ここで、図８および図９のグラフ（Ｂ）に示すゼロ点が調整されたオフセット後の流量波形の最大絶対値ＦＡｍａｘとは、オフセット後の流量波形の個々の流量データに対応する流量の絶対値ＦＡが、所定期間の中で最大となる流量の絶対値ＦＡである。より具体的には、最大値検出部２６８ｂは、たとえば、オフセット後の流量波形の複数の極大値と複数の極小値を検出し、検出した極大値および極小値の流量の絶対値ＦＡの中で最大のものを、最大絶対値ＦＡｍａｘとする演算を行う。

[0107] このような構成により、周波数解析部２６５による流量波形の周波数解析を符号付きの流量データに対して行って、周波数解析部２６５でのオーバーフローを防止することができ、前述の実施形態１に係る物理量測定装置２０と同様の効果を奏することができる。

[0108] また、本実施形態の物理量測定装置２０において、中間値演算部２６９ａは、たとえば、図８に示すように、グラフ（Ａ）の流量波形のゼロ点補正値Ｚとして、流量波形の最大値Ｆｍａｘと最小値Ｆｍｉｎの平均値を演算する。

[0109] この構成により、ゲイン演算部２６３によって算出する補正ゲインを、周波数解析部２６５でオーバーフローを発生させるリスクが高い流量波形の最大値Ｆｍａｘおよび最小値Ｆｍｉｎの最大絶対値ＦＡｍａｘを基準に算出することができる。したがって、周波数解析部２６５による流量波形の周波数解析を符号付きの流量データに対して行って、周波数解析部２６５でのオーバーフローを、より確実に防止することができる。

[0110] また、本実施形態の物理量測定装置２０において、中間値演算部２６９ａは、たとえば、図９に示すように、グラフ（Ａ）の流量波形のゼロ点補正値Ｚとして、流量波形の平均値を演算する。

[0111] この構成により、ゲイン演算部２６３によって算出する補正ゲインを、周波数解析部２６５でオーバーフローを発生させるリスクが高い流量波形の最大値Ｆｍａｘまたは最小値Ｆｍｉｎの最大絶対値ＦＡｍａｘを基準に算出することができる。したがって、周波数解析部２６５による流量波形の周波数解析を符号付きの流量データに対して行って、周波数解析部２６５でのオーバーフローを、より確実に防止することができる。

[0112] 以上説明したように、本実施形態によれば、前述の実施形態１と同様に、気体流量の周波数解析誤差を低減することが可能な物理量測定装置２０を提供することができる。

[0113]（実施形態３）

図１０は、実施形態３に係る物理量測定装置２０の一部の構成を示すブロック図である。本実施形態の物理量測定装置２０は、オフセット波形バッファ２６１ｂおよび補正波形バッファ２６１ｃに代えて、共通バッファ２６１ｄを有する点で、図７に示す実施形態２に係る物理量測定装置２０と異なっている。本実施形態の物理量測定装置２０のその他の点は、前述の実施形態２に係る物理量測定装置２０と同様であるので、同様の部分には同一の符号を付して説明を省略する。

[0114] 本実施形態の物理量測定装置２０において、バッファ２６１は、流量波形バッファ２６１ａと、共通バッファ２６１ｄを有している。流量波形バッファ２６１ａは、前述のように、所定期間の流量センサ２０５の出力信号に基づく気体の流量データを記憶する。共通バッファ２６１ｄは、オフセット調整部２６２によってゼロ点が調整されたオフセット後の流量波形の流量データを記憶する。また、共通バッファ２６１ｄは、そのオフセット後の流量データに、補正演算部２６４によって補正ゲインを乗じた流量波形の流量データを上書きして記憶する。

[0115] この構成により、前述の実施形態２に係る物理量測定装置２０と同様の効果を奏することができるだけでなく、バッファ２６１の構成を簡略化して、物理量測定装置２０のコストを低減することができる。

[0116] 以上、図面を用いて本開示に係る物理量測定装置の実施形態を詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本開示に含まれるものである。

符号の説明

[0117]

２	被計測気体（気体）
２０	物理量測定装置
２０５	流量センサ
２６０	信号処理部
２６１	バッファ
２６１ａ	流量波形バッファ
２６１ｂ	オフセット波形バッファ
２６１ｃ	補正波形バッファ
２６１ｄ	共通バッファ
２６２	オフセット調整部
２６３	ゲイン演算部
２６４	補正演算部
２６５	周波数解析部
２６８ａ	最小値検出部
２６８ｂ	最大値検出部
２６９ａ	中間値演算部
２６９ｂ	最大絶対値演算部
ＦＡｍａｘ	最大絶対値
Ｆｍｉｎ	最小値
Ｆｍａｘ	最大値

Z　　ゼロ点補正値

請求の範囲

[請求項1] 気体の流量に応じた信号を出力する流量センサと、該流量センサの出力信号を処理する信号処理部とを備える物理量測定装置であって、

前記信号処理部は、所定期間の前記出力信号に基づく前記気体の流量データを記憶するバッファと、前記バッファに記憶された前記流量データに基づく流量波形のゼロ点を調整するオフセット調整部と、前記ゼロ点が調整された前記流量波形に乗じる補正ゲインを算出するゲイン演算部と、前記ゼロ点が調整された前記流量波形に前記補正ゲインを乗じて補正する補正演算部と、補正された前記流量波形の周波数解析演算を行うとともに演算で得られたデータを前記バッファに記憶させる周波数解析部と、を有し、

前記ゲイン演算部は、前記周波数解析部でオーバーフローが生じない前記補正ゲインを算出することを特徴とする物理量測定装置。

[請求項2] 前記信号処理部は、前記流量波形の最小値を検出する最小値検出部を有し、

前記オフセット調整部は、前記最小値を前記流量波形のゼロ点に設定することを特徴とする請求項１に記載の物理量測定装置。

[請求項3] 前記信号処理部は、前記流量波形の最大値と最小値との間のゼロ点補正値を演算する中間値演算部を有し、

前記オフセット調整部は、前記ゼロ点補正値を前記流量波形のゼロ点に設定することを特徴とする請求項１に記載の物理量測定装置。

[請求項4] 前記中間値演算部は、前記ゼロ点補正値として、前記流量波形の平均値を演算することを特徴とする請求項３に記載の物理量測定装置。

[請求項5] 前記中間値演算部は、前記ゼロ点補正値として、前記流量波形の最大値と最小値の平均値を演算することを特徴とする請求項３に記載の物理量測定装置。

[請求項6] 前記信号処理部は、前記ゼロ点が調整された前記流量波形の最大値を検出する最大値検出部を有し、

前記ゲイン演算部は、前記最大値が、前記周波数解析演算によって前記周波数解析部でオーバーフローが生じない限界値以下になるように、前記補正ゲインを算出することを特徴とする請求項２に記載の物理量測定装置。

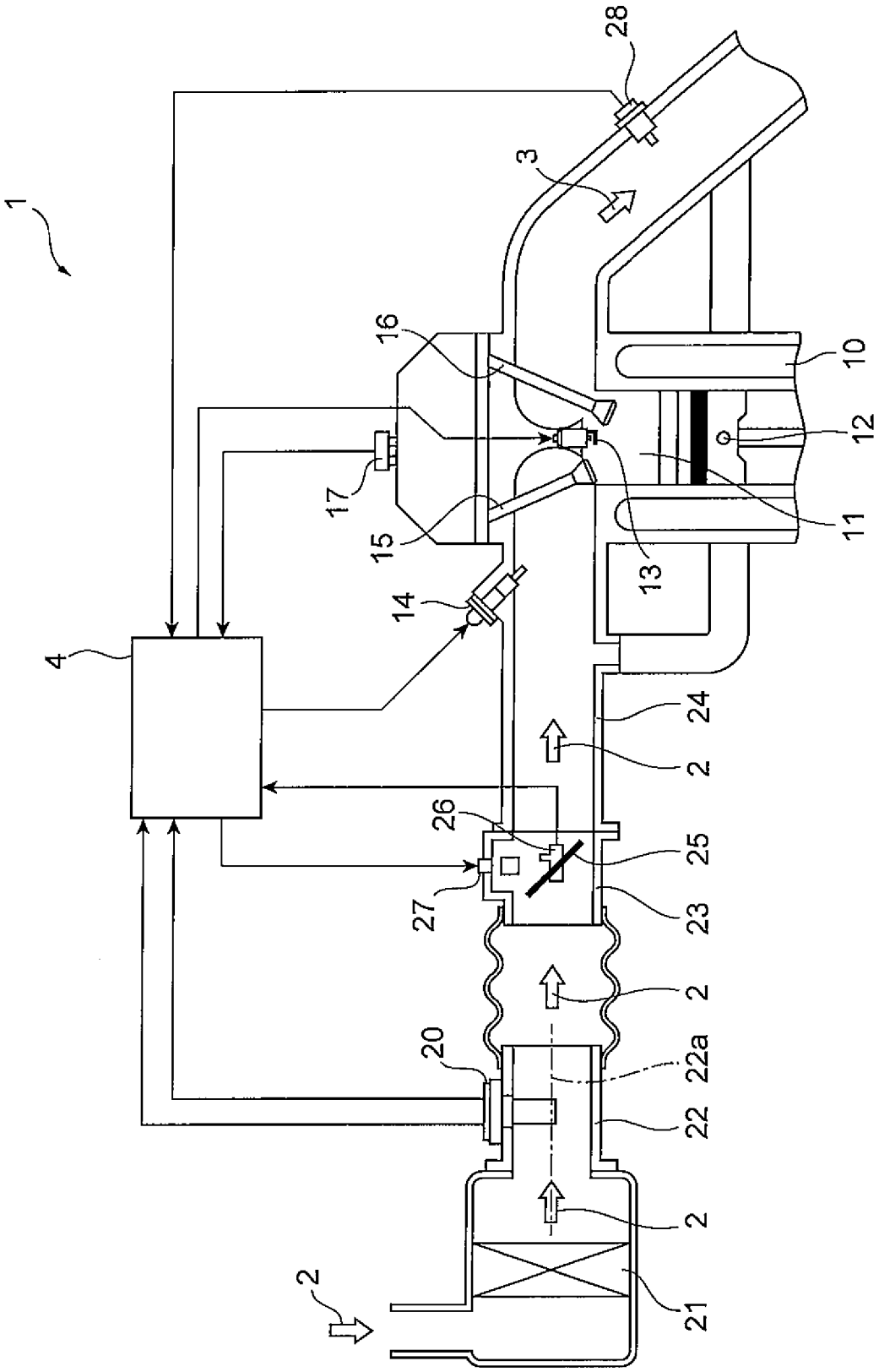
[請求項7] 前記信号処理部は、前記ゼロ点が調整された前記流量波形の最大絶対値を演算する最大絶対値演算部を有し、

前記ゲイン演算部は、前記ゼロ点が調整された前記流量波形の最大絶対値が、前記周波数解析演算によって前記周波数解析部でオーバーフローが生じない限界値以下になるように、前記補正ゲインを算出することを特徴とする請求項３から請求項５のいずれか一項に記載の物理量測定装置。

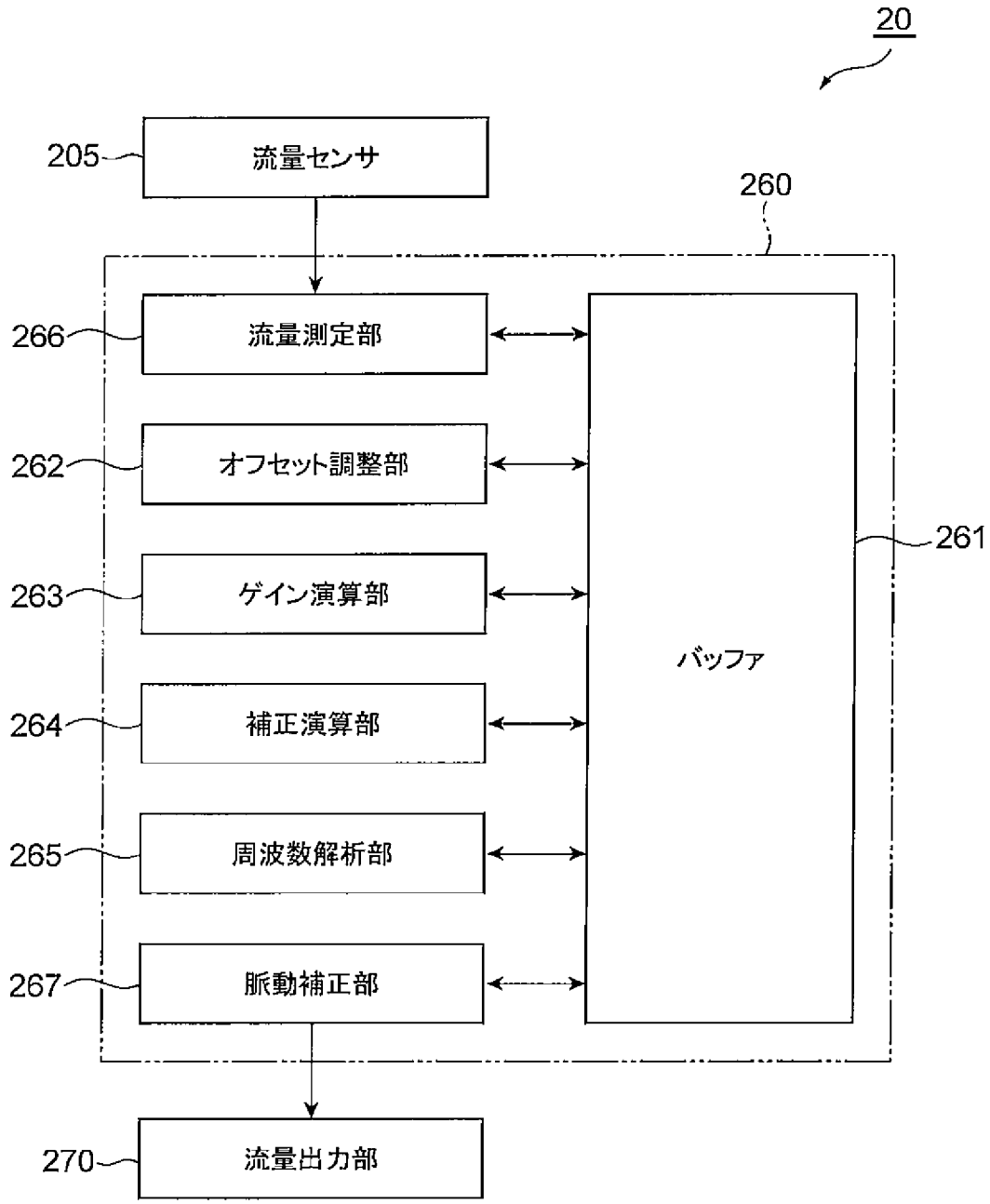
[請求項8] 前記バッファは、流量波形バッファと、前記ゼロ点が調整された前記流量波形の流量データを記憶するオフセット波形バッファと、前記補正ゲインを乗じた前記流量波形の流量データを記憶する補正波形バッファと、を有することを特徴とする請求項１に記載の物理量測定装置。

[請求項9] 前記バッファは、前記ゼロ点が調整された前記流量波形の流量データを記憶するとともに、該流量データに前記補正ゲインを乗じた前記流量波形の流量データを上書きして記憶する共通バッファを有することを特徴とする請求項１に記載の物理量測定装置。

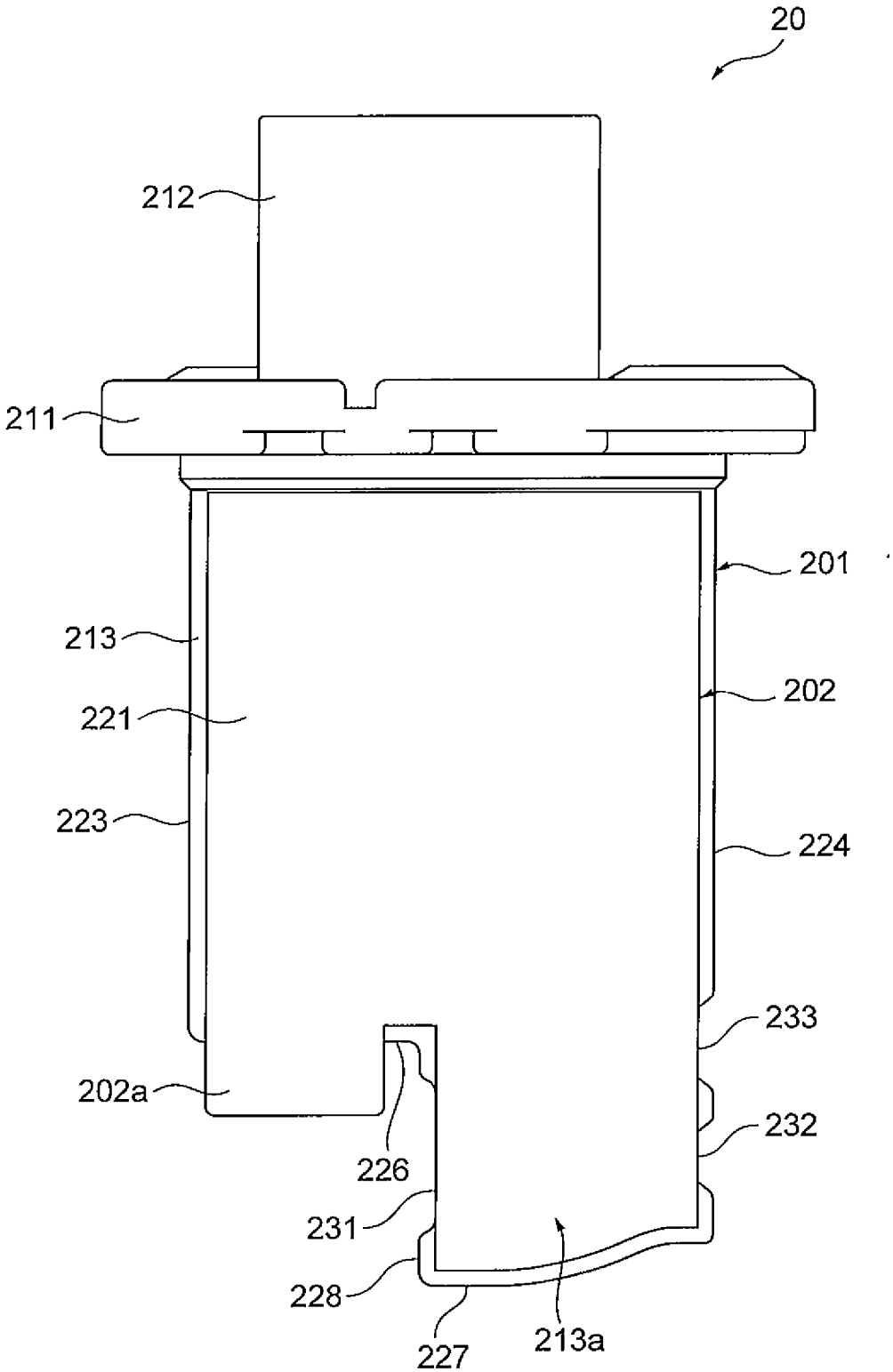
[図1]



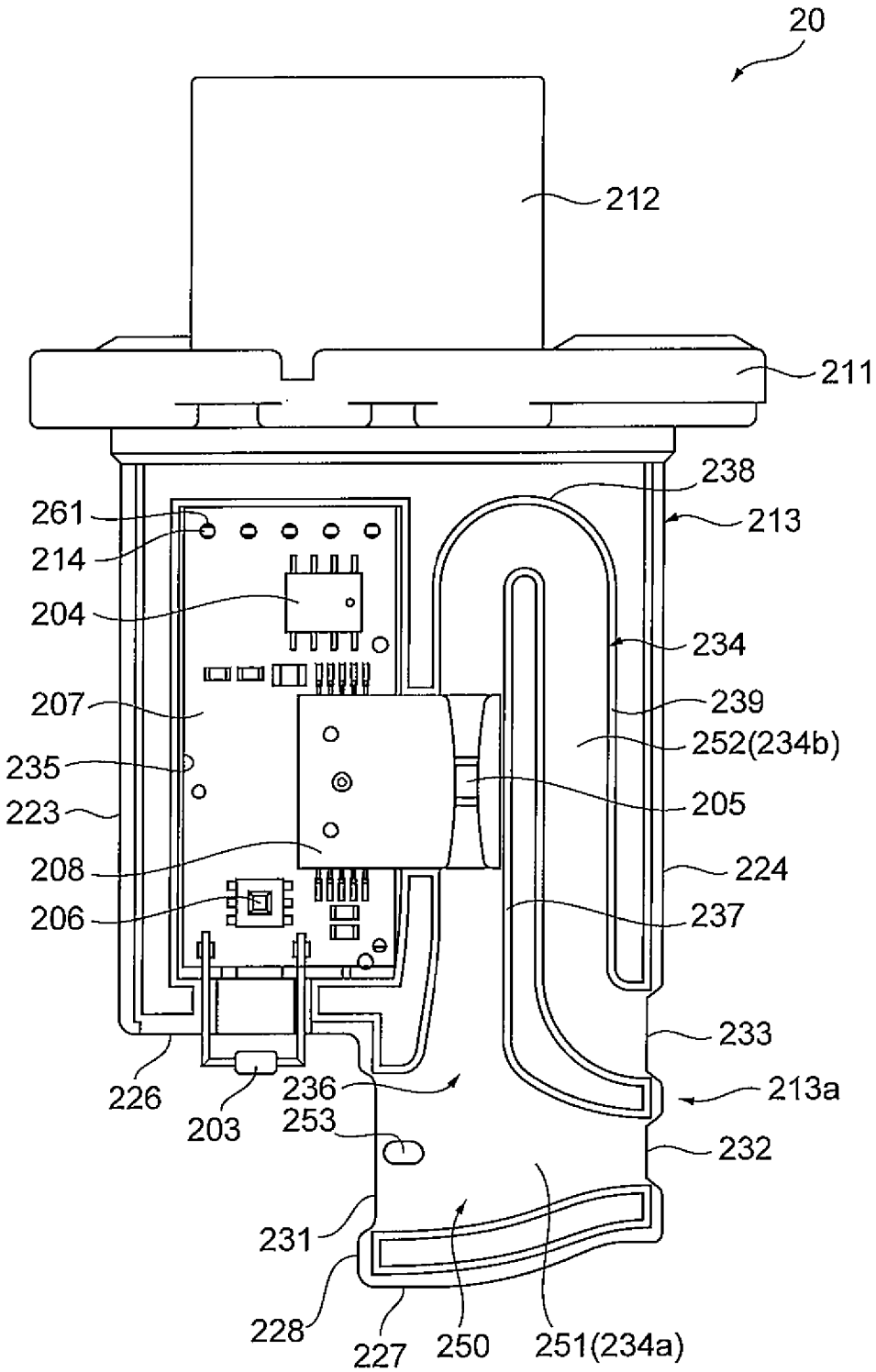
[図2]


20
205
流量センサ
260
266
流量測定部
262
オフセット調整部
263
ゲイン演算部
264
補正演算部
265
周波数解析部
267
脈動補正部
261
バッファ
270
流量出力部

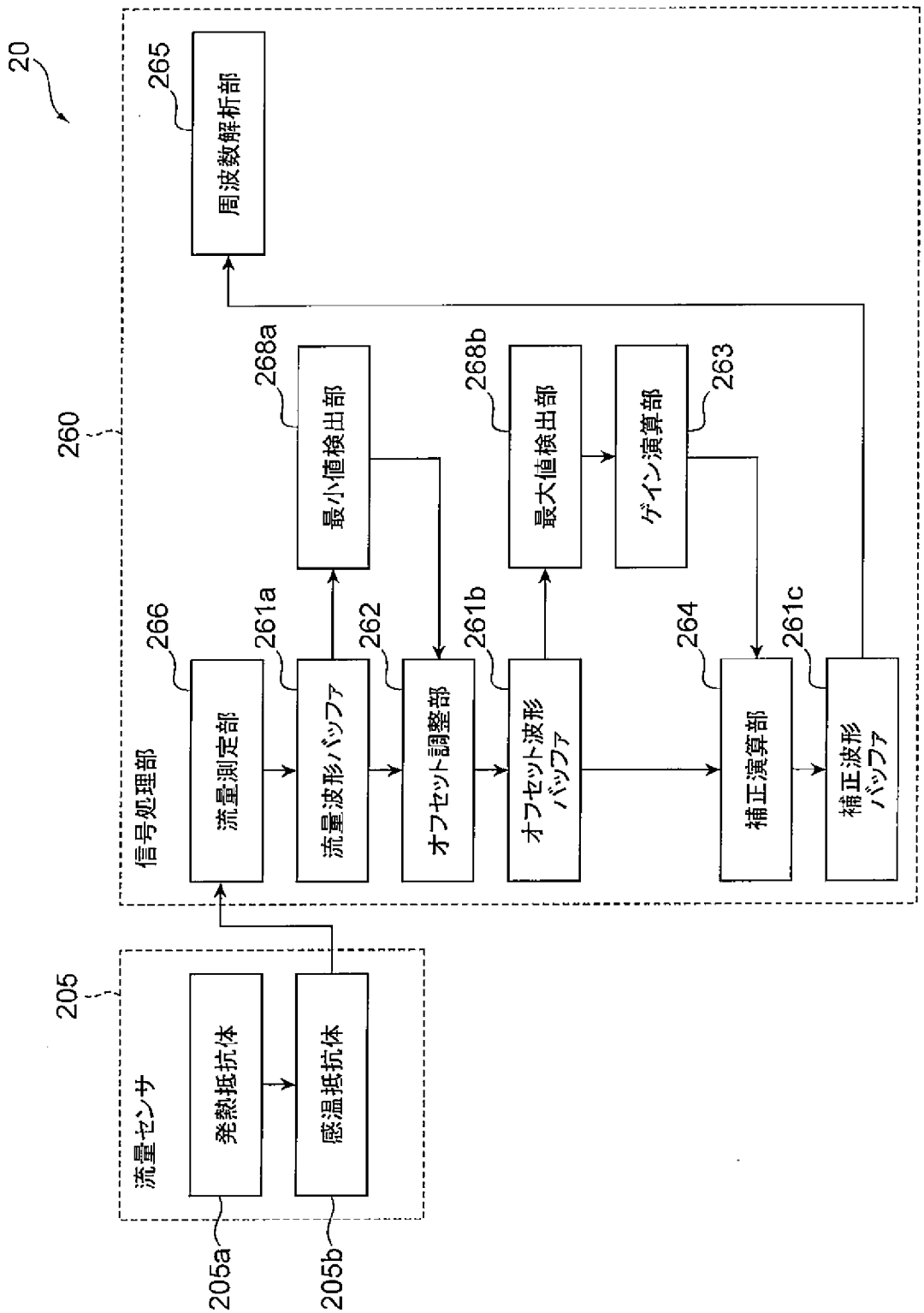
[図3]


20
212
211
201
213
202
221
223
224
233
202a
232
226
231
228
227
213a

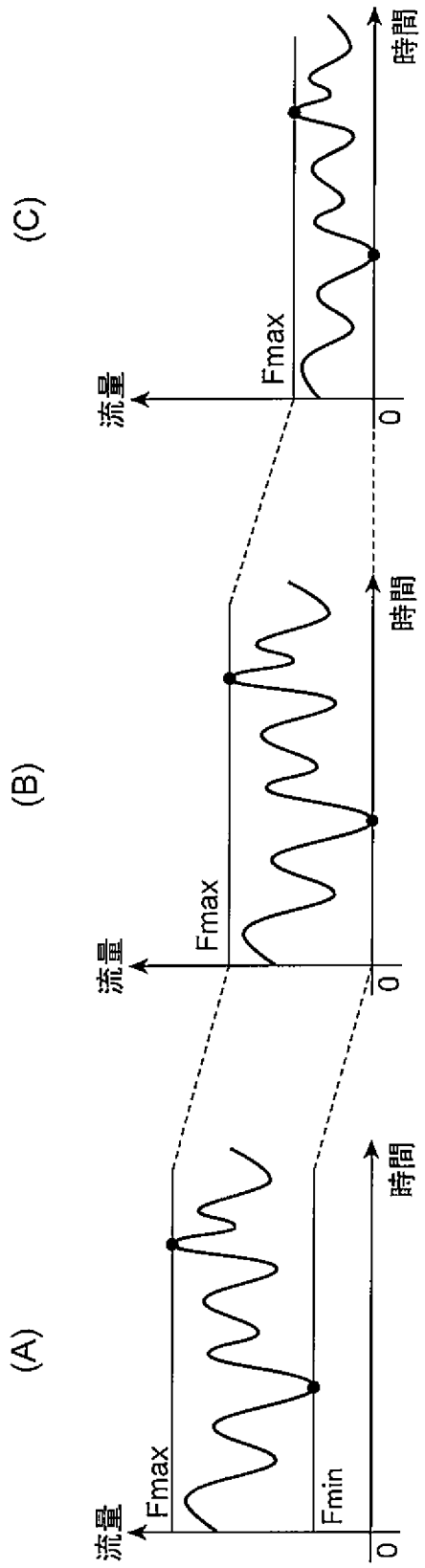
[図4]


20
212
211
238
213
261
214
204
234
239
207
252(234b)
235
205
223
224
208
237
206
233
213a
226
203
236
253
232
231
228
227
250
251(234a)

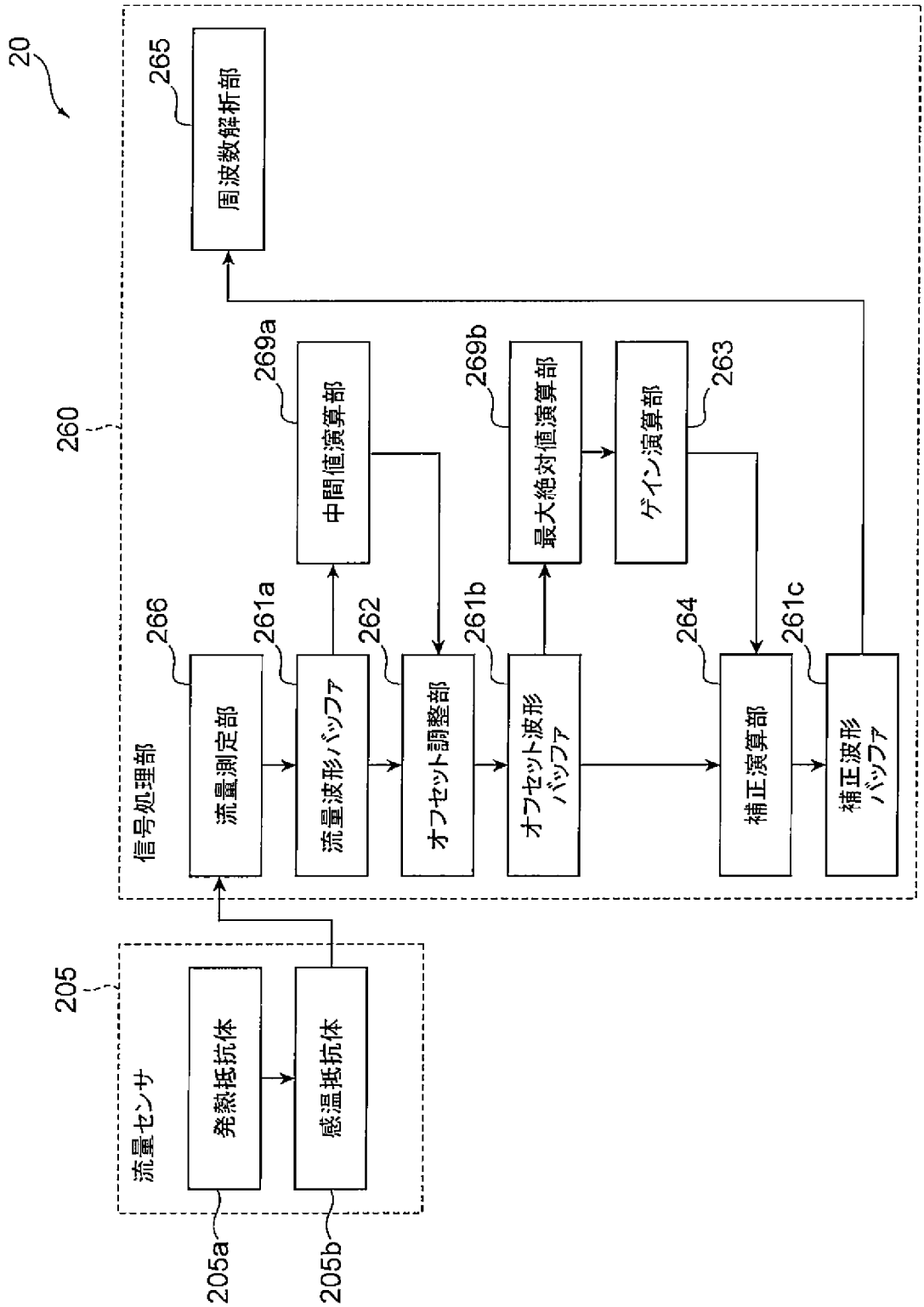
[図5]


20
260
265
周波数解析部
268a
最小値検出部
268b
最大値検出部
263
ゲイン演算部
信号処理部
266
流量測定部
261a
流量波形バッファ
262
オフセット調整部
261b
オフセット波形バッファ
264
補正演算部
261c
補正波形バッファ
205
流量センサ
発熱抵抗体
感温抵抗体
205a
205b

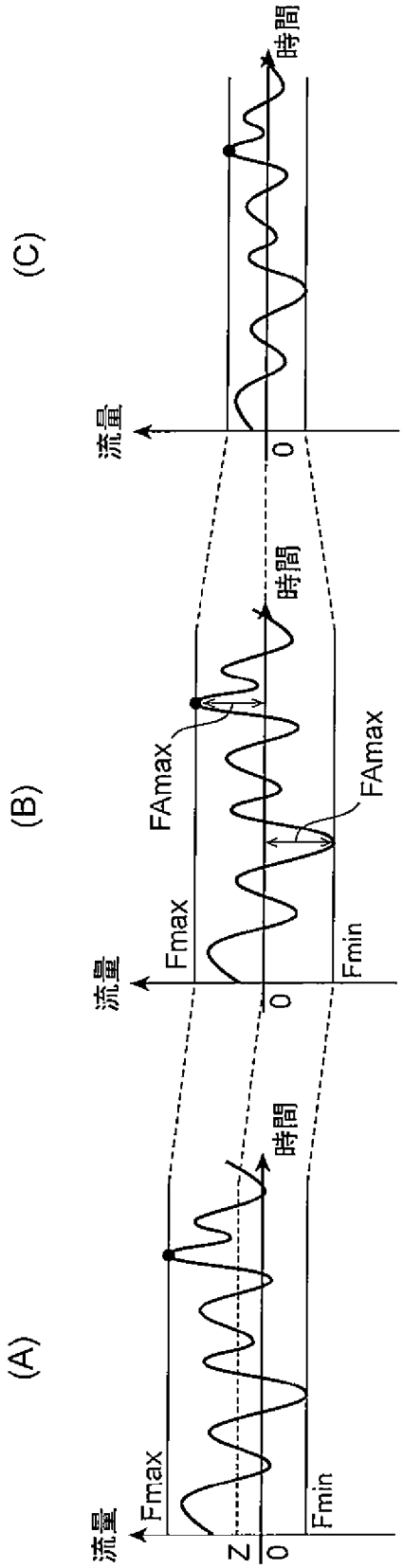
[図6]



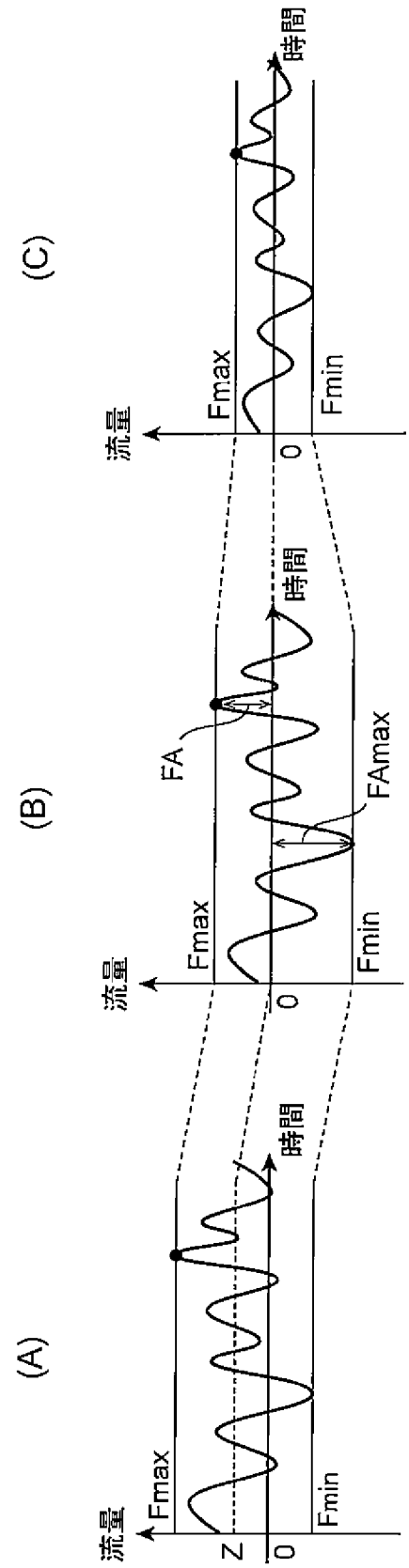
[図7]


20
260
265
周波数解析部
269a
中間値演算部
269b
最大絶対値演算部
263
ゲイン演算部
266
261a
262
261b
264
261c
信号処理部
流量測定部
流量波形バッファ
オフセット調整部
オフセット波形バッファ
補正演算部
補正波形バッファ
205
流量センサ
発熱抵抗体
感温抵抗体
205a
205b

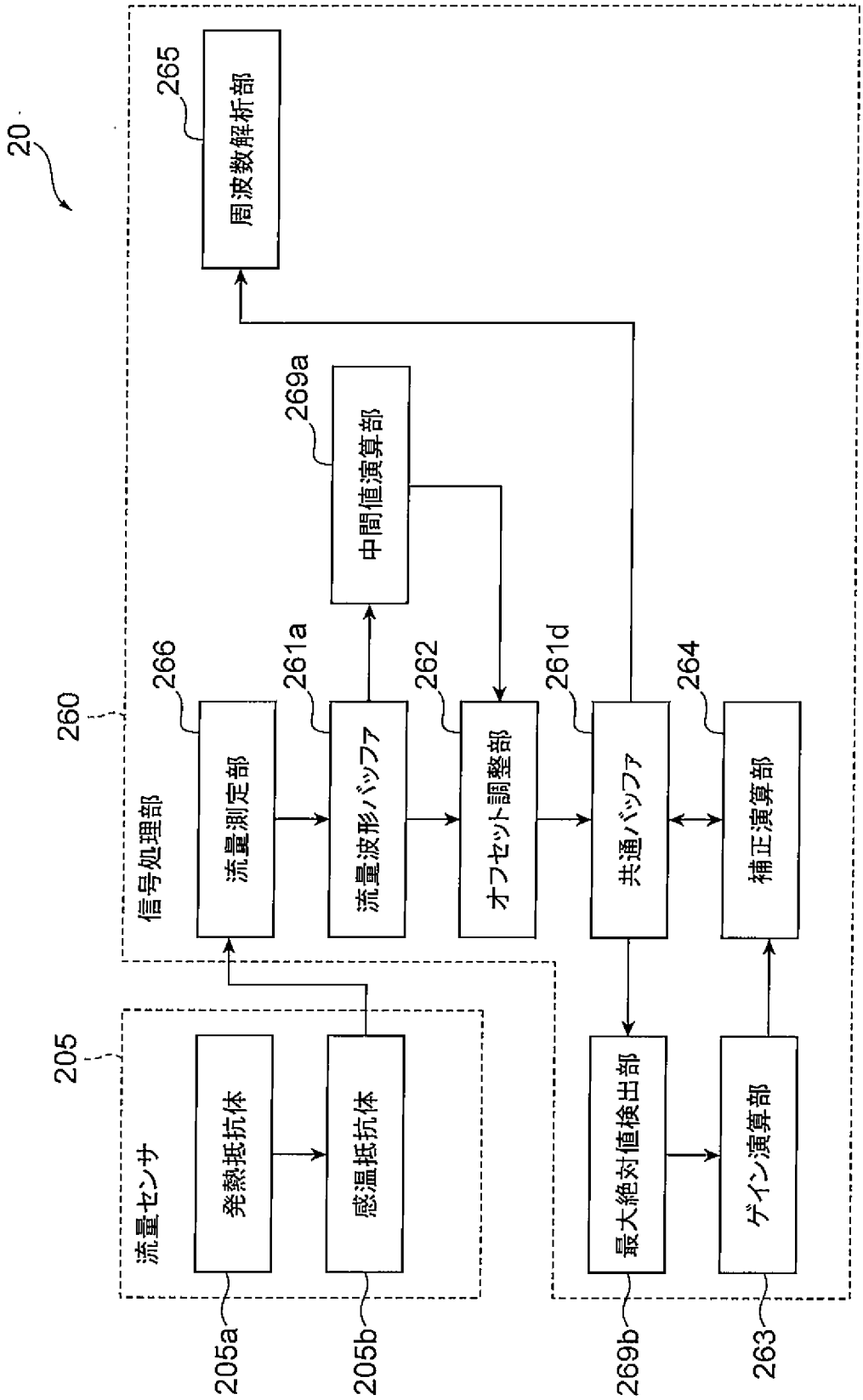
[図8]



[図9]


(A)
流量
Fmax
Fmin
0
Z
時間
(B)
流量
Fmax
Fmin
0
FA
FAmax
時間
(C)
流量
Fmax
Fmin
0
時間

[図10]


20
265
周波数解析部
269a
中間値演算部
260
信号処理部
266
流量測定部
261a
流量波形バッファ
262
オフセット調整部
261d
共通バッファ
264
補正演算部
205
流量センサ
発熱抵抗体
感温抵抗体
最大絶対値検出部
ゲイン演算部
205a
205b
269b
263

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/045178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01F 1/68(2006.01)i; G01R 23/16(2006.01)i
FI: G01F1/68 A; G01R23/16 D
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; G01R23/00-23/20

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.
A	JP 05-026921 A (ADVANTEST CORPORATION) 05.02.1993 (1993-02-05) entire text, all drawings	1-9
A	JP 58-132672 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 08.08.1983 (1983-08-08) entire text, all drawings	1-9
A	JP 01-197667 A (HITACHI, LTD.) 09.08.1989 (1989-08-09) entire text, all drawings	1-9

☐ 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
17 March 2020 (17.03.2020)	31 March 2020 (31.03.2020)

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/JP2019/045178

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 05-026921 A	05 Feb. 1993	(Family: none)	
JP 58-132672 A	08 Aug. 1983	(Family: none)	
JP 01-197667 A	09 Aug. 1989	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/045178

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01F 1/68(2006.01)i; G01R 23/16(2006.01)i
FI: G01F1/68 A; G01R23/16 D

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; G01R23/00-23/20

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
A	JP 05-026921 A (株式会社アドバンテスト) 05.02.1993 (1993-02-05) 全文，全図	1-9
A	JP 58-132672 A (富士写真フイルム株式会社) 08.08.1983 (1983-08-08) 全文，全図	1-9
A	JP 01-197667 A (株式会社日立製作所) 09.08.1989 (1989-08-09) 全文，全図	1-9

☐ 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
17.03.2020	31.03.2020

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/JP2019/045178

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 05-026921 A	05.02.1993	（ファミリーなし）	
JP 58-132672 A	08.08.1983	（ファミリーなし）	
JP 01-197667 A	09.08.1989	（ファミリーなし）	