

(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  
2018年10月4日(04.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/179699 A1

(51) 国際特許分類:

G01F 1/66 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2018/001331

(22) 国際出願日:

2018年1月18日(18.01.2018)

(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 2017-069572 2017年3月31日(31.03.2017) 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).

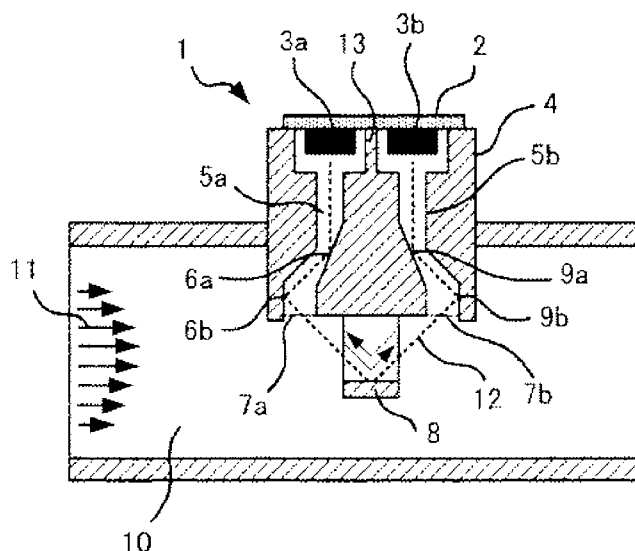
(72) 発明者: 中野 洋(NAKANO Hiroshi); 〒1008280

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 松本 昌大(MATSUMOTO Masahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 田代 忍(TASHIRO Shinobu); 〒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). 小野瀬 保夫(ONOSE Yasuo); 〒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).

(54) Title: ULTRASONIC GAS SENSOR DEVICE

(54) 発明の名称: 超音波式気体センサ装置

【図 1】



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a small-sized, high-precision ultrasonic gas sensor device whereby the number of manufacturing steps thereof is reduced and the cost thereof is lowered. The present invention is provided with a first ultrasonic sensor and a second ultrasonic sensor, a first ultrasonic passage for guiding ultrasonic waves generated from the first ultrasonic sensor, and a second ultrasonic passage for guiding ultrasonic waves generated from the second ultrasonic sensor, reflecting parts being provided inside the first and second ultrasonic passages so that



(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

ultrasonic waves are deflected and can be radiated in a fluid.

(57) 要約: 本発明の目的は、製造工数を削減し低コスト化を図ると共に小型、高精度の超音波式気体センサ装置を提供することにある。第1の超音波センサと第2の超音波センサと、前記第1の超音波センサから発生する超音波を導波する第1の超音波通路と、前記第2の超音波センサから発生する超音波を導波する第2の超音波通路とを備え、前記第1及び第2の超音波通路は超音波を偏向させて流体中に放射可能とするように超音波通路内部に反射部を設けた。

## 明 細 書

発明の名称：超音波式気体センサ装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、気体の物理量を検出するために超音波センサを備えた気体センサ装置に関する。

### 背景技術

[0002] 気体の流量、温度、成分などの物理量を検出して電気信号に変換するセンサ装置として、超音波の伝播速度を利用したセンサ装置が知られている。たとえば、気体の流量を測定するセンサ装置は、流路の上流側に配置した超音波センサと下流側に配置した超音波センサとで互いに超音波を送受信し、送信から受信までの伝播時間が流速によって変化することを利用した超音波伝播時間差式がある。このような、センサ装置は、気体の流速変化に対する検出感度を得るために、2つの超音波センサの配置間隔を広げ流体にさらされる超音波の伝播経路を十分に確保する必要がある。また、超音波の伝播経路を流体の流れ方向に沿う角度に傾ける必要がある。そのため、センサ装置が大型化するため、低コスト・小型・取り付けの簡易化が要求される自動車エンジンの吸気流量センサや排ガス流量センサには適用が困難であった。

[0003] このような自動車エンジンの流量センサへの対応を図った超音波伝播時間式のセンサ装置として特表2013-509598号公報（特許文献1）の超音波フローセンサがある。特許文献1の超音波フローセンサは、超音波フローセンサを測定管にプラグインすることにより取り付け可能とした構造が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特表2013-509598号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、測定管にプラグインして取り付けられるように小型化を図っているが、2つの超音波センサが近接し、超音波伝播距離が短くなるため流体の流速変化に対する伝播時間変化の感度が悪化する。また、センサ素子が流体に露出する構造であるため、エンジン本体から発生した不要な音波や振動によるノイズの影響を受けやすい。また、2つの超音波センサは流れ方向に傾斜して配置しているため製造工数がかかると共に実装ばらつきも増加する。また、自動車エンジンの排ガス流量計測においては超音波センサが高温の流体に晒されるため熱による劣化や、温度変化による計測誤差が増加する課題がある。

[0006] 本発明の目的は、小型、高精度、高信頼の超音波式気体センサ装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 第1の超音波センサと第2の超音波センサと、前記第1の超音波センサから発生する超音波を導波する第1の超音波通路と、前記第2の超音波センサから発生する超音波を導波する第2の超音波通路とを備え、前記第1及び第2の超音波通路は超音波の進行方向を変える反射部を備えた。

### 発明の効果

[0008] 本発明によれば、流量計測感度、計測レンジを確保すると共に、超音波センサの配置及び向きを自由設定することができるため、2つの超音波センサを集約して簡易な実装構造とすることができ低コスト化、製造工程の簡易化が可能である。また、2つの超音波センサに加わる高周波振動などによるノイズの影響を低減でき高精度化が可能である。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明からにされる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施例におけるセンサ装置の側面からの断面図。

[図2]実施例におけるセンサ装置の正面からの断面図。

[図3]実施例におけるセンサ装置の下面図。

[図4]実施例におけるセンサ装置の支持基板の実装構造。

[図5]実施例におけるセンサ装置の信号処理回路。

[図6]実施例における信号処理回路の波形図。

[図7]実施例におけるセンサ装置の効果を示す説明図。

[図8]実施例におけるセンサ装置の側面からの断面図。

[図9]実施例におけるセンサ装置の側面からの断面図。

[図10]実施例におけるセンサ装置の側面からの断面図。

[図11]実施例におけるセンサ装置の正面からの断面図。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下で説明する実施例は、超音波を用いた気体センサ装置の一例として、自動車エンジンの吸気流量を計測するセンサ装置に本発明を適用したものである。本実施例における気体センサ装置が検出対象とする物理量（環境パラメータ）は気体の流速であるが、この検出値を用いて気体の体積流量、質量流量を測定することもできる。また、気体の音速から気体の温度や成分などの物理量を測定する気体センサ装置にも適用することも可能である。また、各実施例は、矛盾が生じない限り、当然に組み合わせ可能である。

[0011] [実施例 1]

本発明の実施例 1 について、図 1 を用いて説明する。

[0012] 図 1 に示すように、本実施例のセンサ装置 1 は、超音波センサ 3 a と、超音波センサ 3 b と、超音波センサ 3 a、3 b が設けられる支持基板 2 と、支持基板 2 が設けられるハウジング 4 と、を備える。

[0013] 支持基板 2 としては、ガラスエポキシを材料とする PCB (Printed Circuit Board) 基板や、セラミック基板などで形成することができる。支持基板 2 には、超音波センサ 3 a、3 b の駆動回路や、信号処理回路、発振器などの電気部品が実装されている。同一の支持基板 2 に超音波センサ 3 a、3 b を設ける例を示しているが、別基板に設けてもよい。

[0014] 超音波センサ 3 a、3 b は、電気信号を超音波に変換すると共に、逆に超音波を電気信号に変換するものである。例えば、ひとつの素子で送受信できる圧電素子を用いることができる。その他、小型スピーカーと小型マイクロ

フォン、熱による空気の膨張収縮を利用した熱音響素子なども用いることもできる。

[0015] センサ装置 1 により流速を検出には既知の伝播時間差式を用いることができる。超音波センサ 3 a より発信した超音波が超音波センサ 3 b に到達する伝播時間  $T_f$  は、気体の音速と超音波の伝播経路 1 2 の距離によって決まるが、気体に流れが生じている場合、流れの速さに応じて伝播時間  $T_f$  が変化する。本実施例では、開口部 7 a から開口部 7 b の区間において、超音波が気体の流れに晒されている。この区間の気体に流れが生じていると伝播時間が増加することから、気体の流速を検出することができる。

[0016] ハウジング 4 は、超音波を導波する超音波通路 5 a、超音波通路 5 b、反射部 8 が形成されている。超音波通路 5 a は、流路 1 0 における流れ方向の上流側に位置し、超音波通路 5 b は、流路 1 0 における流れ方向の下流側に位置する。超音波通路 5 a の一端は支持基板 2 によって塞がれると共に超音波センサ 3 a が収容されている。また、超音波通路 5 b の一端は支持基板 2 によって塞がれると同時に超音波センサ 3 b が収容されている。反射部 8 はハウジング 4 の先端側に位置している。

[0017] 超音波通路 5 a と 5 b とは通路内部において連結部を持たない構造としている。つまり、超音波通路 5 a は開口部 7 a のみにおいて流路 1 0 に開口し、超音波通路 5 b は開口部 7 b のみにおいて流路 1 0 に開口している。また、超音波センサ 3 a と 3 b の間には分離壁 1 3 を設け超音波センサ 3 a と 3 b が設置される空間を分離している。この理由は、超音波通路 5 a と 5 b が内部で連結していると、気体の流れにより開口部 7 a と 7 b に圧力差が生じ超音波通路 5 a、5 b 内部に流れが生じる。この流れにより、超音波の伝播時間が増減し計測時の誤差や不安定化の原因となるためである。ただし、超音波通路 5 a、5 b の内部に計測の妨げにならない程度の連結部を設けたり、流路への開口部を複数設けたりする構成としても本発明の効果は得られる。

[0018] 超音波通路 5 a の内部には超音波センサ 3 a から放出された超音波の伝播

方向（進行方向）を変えるように反射部 6 a、6 b が形成される。反射部 6 a は超音波センサ 3 a から放出された超音波を上流側に進行させるようにしている。反射部 6 b は、反射部 6 a によって上流側に反射された超音波を下流側に進行させるようにしている。

[0019] 反射部 6 b によって反射された超音波は、超音波通路 5 a の開口部 7 a から流路 10 へ放出され、気体の流れに晒される。放出された超音波は反射部 8 によって反射される。反射部 8 は超音波通路 5 a から放出された超音波を、超音波通路 5 b へ導波するためのものである。本実施例では、反射部 8 は、超音波通路 5 a、5 b が形成されたハウジング 4 と一体成形する例を示しているが、ハウジング 4 と別体に形成し、例えば、流路 10 に形成することも可能である。本実施例のように、ハウジング 4 に形成すれば、流路 4 の形状が複雑化することを防げる。さらに、別部材とすることにより生じる実装誤差を低減可能という効果を奏する。

[0020] 下流側の超音波通路 5 b は上流側の超音波通路 5 a と対称形状となるように反射部 9 a、9 b お及び開口部 7 b が設けられている。反射部 9 b は、開口部 7 b から超音波通路 5 b に取り込まれた超音波を上流方向へ向かうように進行方向を変える。また反射部 9 a は反射部 9 b からの超音波を超音波センサ 3 b へ向かうように進行方向を変える。

[0021] 上記の構成によって、超音波センサ 3 a において発信した超音波を超音波センサ 3 b により受信することができる。また、超音波センサ 3 b において発信した超音波は上記の経路を逆に通過して、超音波センサ 3 a により受信することができる。

[0022] 流量検出における感度やダイナミックレンジは、超音波の伝播経路のうち流体に晒される区間の距離や角度に依存する。本実施例は、超音波センサ 3 a から発信した超音波を、導波路 5 a に設けた反射部 6 a により一度上流側に進行方向を変え、反射部 6 b により下流側に進行方向を変える構成とすることで、超音波の伝播経路のうち流体に晒される区間の距離を、超音波センサ 3 a と超音波センサ 3 b の間隔よりも長くすることができる。そのため、

超音波センサ 3 a と 3 b を近接に配置して小型化したとしても、流量の検出感度を確保することが可能となる。

[0023] また、超音波通路 5 a、5 b の形状を変更することにより、超音波を任意の場所、角度に導波することができるため、超音波センサ 3 a、3 b の配置に関わらず流速の検出感度およびダイナミックレンジを確保することができる。

[0024] また、本実施例では、超音波通路 5 a、5 b はハウジング 4 内部に形成されているため、気体の流れの影響を受けにくい。超音波通路 5 a、5 b 内は、流路内の気体により満たされているがハウジング 4 により流路の流れの影響を受けにくい。また、超音波通路 5 a、5 b には本実施例で示す反射部を形成したように超音波通路内が曲げられ、その奥に超音波センサ 3 a、3 b を収容しているため、超音波センサ 3 a、3 b への流れの遮蔽効果を高めることもできる。

[0025] 本実施例によれば、流路 10 を流れる流体が超音波センサ 3 a、b に到達することに起因するノイズを低減可能である。そして、流路 10 の流れ方向に垂直に開口部 7 a、7 b を設けることで、さらに流れの遮蔽効果を向上させることができる。更なる好例として、超音波通路 5 a、5 b を超音波が伝搬する物質で充填することで、流体の遮断効果が向上する。

[0026] 本実施例によれば、超音波センサ 3 a、3 b は超音波通路 5 a、5 b に搭載されており、開口部 7 a、7 b から離れている。そのため、流体とともに飛来するオイル、ダスト、液滴といった汚損物が超音波センサ 3 a、3 b に到達することも抑制でき、耐汚損に対しても有効である。本効果は、流路 10 の流れ方向に垂直に開口部 7 a、7 b を設けることでさらに向上する。さらに好例としては、超音波センサ 3 a と超音波センサ 3 b の間隔よりも超音波通路 5 a、5 b の開口部 7 a、7 b の間隔が広がるように超音波通路の形状を設定している。言い換えると、開口部 7 a、7 b から超音波センサが視認できないようにオーバーラップさせない形状とすることで、汚損物の飛来をさらに抑制できる。この構成は、遮蔽効果も向上させられる。

[0027]     [実施例 2]

本発明の実施例 2 について説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0028]     超音波センサ 3 a、3 b から発信される超音波は、指向性が高いほうが良い。この理由は、指向性が高い場合、超音波センサ 3 a から発信した超音波の大部分が反射部 5 a、5 b により反射され、伝播経路 1 2 に沿った伝播経路により超音波センサ 3 b に受信される。つまり、音波の広がりによる損失を低減することができる。

[0029]     指向性の強弱は、超音波の周波数により設定することが可能であり、100 kHz 以上において指向性が高まるため、本実施例ではそれ以上となるように設定する。望ましくは 200 kHz 以上とすればより良好な指向性が得られ効率的な送受信が可能である。

[0030]     しかしながら、超音波の指向性が高いと、超音波センサ 3 a、3 b の設置位置・設置角度や、反射部 6 a、6 b の角度などの製造ばらつきに対して敏感になる。したがって、好ましくは 1 MHz 以下であることが好ましいため、本実施例ではそのように設定する。ただし、それ以上の周波数であっても製造時の寸法精度の管理や、別部材を用いて鋭い指向性を緩和させる構造を持たせるなどの工夫により適宜設定可能である。

[0031]     超音波の送受信において、超音波センサ 3 a が発信した超音波は超音波センサ 3 b に反射し（第 1 波）、超音波センサ 3 a に戻ってくる。さらに、超音波センサ 3 a で反射し超音波センサ 3 b へ再度受信（第 2 波）される。

[0032]     このような反響は、受信タイミング検出において誤検出する場合がある。本実施例では、超音波通路 5 a、5 b により超音波を閉じ込められ、音波の広がりによる減衰を低減する構造であるため、このような反響の影響を受けやすい。

[0033]     そこで、超音波の周波数を 200 kHz とすれば、超音波のエネルギーが気体に吸収することによる減衰を利用することができる。つまり、反響による第 2 波は伝播距離が長くなるため減衰される。したがって、受信タイミングの

検出において誤検出を低減することができるためより好ましい。

[0034] 本実施例では、超音波の周波数を100kHz以上1MHz以下とすることで、損失低減並びに製品ばらつき低減の両立を図れる。また、更なる好例として、超音波の周波数を200kHz付近に設定することで、上記反響の影響を低減できる。

[0035] [実施例3]

本発明の実施例3について、図4を用いて説明する。なお、実施例1と同様の構成については説明を省略する。

[0036] 本実施例では、超音波センサ3a、3bを同一の支持基板2に配置した構成とその利点について説明する。

[0037] 図4(a)に示すように、支持基板2の下面(一面)側には、超音波センサ3aおよび超音波センサ3bが取り付けられている。超音波センサ3a、3bは、同じ方向(支持基板2の面に対して垂直な方向)をむいて支持基板2に取り付けられている。

[0038] 超音波センサ3aの電極リード16aは、支持基板2に形成したスルーホール15aを抜けて、支持基板2の上面(他面)側に設けた電極パッド17aに接続される。電極リード16bも同様である。超音波センサ3aと支持基板2との接着は、接着剤18aにより接着され、スルーホール16aを介した空気の漏れを抑制している。

[0039] 超音波センサ3bについても、前述した超音波センサ3b同様に実装されている。超音波センサ3aと3b及び発熱量の大きい信号処理回路19などの電気部品の配置は、基板2上において対称であることが好ましい。基板に配置した電気部品の発熱によって超音波センサ3a及び超音波センサ3bに温度上昇が発生するが、対称に配置することによって超音波センサ3aと超音波センサ3bの温度上昇量を等しくすることができる。これにより、温度変化による超音波センサ3a、3bの共振点の変動が等しくなり、発信される超音波の周波数と受信感度の高い周波数を一致するので、送受信効率の低下を抑制することができる。

[0040] 図4（b）に示すように、支持基板2の上面側には、信号処理回路19などの電気部品を配置している。電極パッド17a～17dは支持基板2に設けた配線により信号処理回路19に接続される。信号処理回路19は、発振器、増幅器、フィルタ、アナログデジタル変換器、デジタル信号処理回路などが含まれ、超音波の送受信、流速検出に必要な機能を備えている。信号処理回路19としては、これらの各機能を備えるICを組み合わせて形成するほか、マイコン、DSP、FPGAなども用いることができる。信号処理回路19によって検出した流速信号は電極パッド20bに出力され、コネクタ等を介して外部の制御装置に送られる。センサ装置の電源端子、接地端子は電極パッド20a、20cに接続されコネクタ等を介して外部の制御装置から供給される。パッド20dは、外部の装置との通信用端子として用いることができる。通信用端子を用いて、流量計測における出力レンジおよびゼロ点などを校正することができるほか、センサ内部の故障や異常状態を外部装置に伝達することもできる。

[0041] 図4（c）は支持基板2の下面側の構造を示す。下面側には超音波センサ3a、3bが設けられている。超音波センサ3aの周囲には、ハウジング4との接着領域21が設けられている。接着領域21は支持基板2の外周のほか超音波センサ3aと超音波センサ3bの間にも設けられる。

[0042] 支持基板にスリットを形成してもよい。信号処理回路19と超音波センサ3a、3bとの間にスリットを形成すれば、基板上の信号処理回路19の発熱が超音波センサ3a、3bに熱伝導することを抑制することができる。また、超音波センサ3aと超音波センサ3bとの間にスリットを設ければ、基板2を介した超音波の伝達を抑制し、超音波送受信時の検出精度を低減することができる。

[0043] 本実施例は、同一の支持基板2の一面に、同じ方向で超音波センサ3a、3bを配置することで、製造工程の簡略化が可能となり、低コスト化が可能である。超音波センサ3a、3bを、容易に近接して配置することも可能となる。

[0044] 両面実装するようにすれば、支持基板 2 の小型化も可能となり、センサ装置 1 の小型化にさらに効果的である。

[0045] [実施例 4]

図 5 を用いて本発明の実施例 4 について説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0046] 超音波センサ 3 a は、端子 P 1 から電圧パルス V 1 が印加され超音波を発生する。超音波センサ 3 a の受信波形を検出するための、アンプ A 1 とアンプ A 3 からなる 2 段の増幅器を備える。超音波センサ 3 b は、端子 P 2 から電圧パルス V 2 が印加され超音波を発生する。超音波センサ 3 b の受信波形を検出するための、アンプ A 2 とアンプ A 4 からなる 2 段の増幅器を備える。超音波センサ 3 a の検出電圧 V U と超音波センサ 3 b の検出電圧 V D は、アンプ A 5 からなる差動増幅器により V U と V D の差動電圧が得られる。この差動電圧  $V U - V D$  は、アナログデジタル変換器 A D によりデジタル信号に変換される。

[0047] デジタル信号に変換された信号は、ローパスフィルタ及びハイパスフィルタにより不要な信号成分が除去された信号が検出器 2 2 に送られ伝播時間を検出する。

[0048] 上記のアンプ A 5 からなる差動増幅器の効果および検出器 2 2 の機能について図 6 を用いて説明する。超音波センサ 3 a に駆動パルス V 1 が印加されると図 6 (a) の V U 波形に示すようにパルス信号 S 1 が検出される。超音波センサ 3 a から送信された超音波は超音波センサ 3 b に受信され、図 6 (b) の V D 波形に示すように受信波形 R 1 が得られる。V U 波形及び V D 波形に示すノイズ N 1、N 2 は、エンジンの振動などによるノイズ波形の一例を示している。超音波センサ 3 a と 3 b は互いに近接配置されるとともに、同一の支持基板 2 に搭載されているため、エンジン振動によるノイズ N 1 と N 2 はほぼ同一の位相、周期、振幅となる。

[0049] 図 6 (c) は V U と V D の差動波形  $V U - V D$  を示す。V U と V D の差動をとることにより、ノイズ N 1 とノイズ N 2 が相殺されノイズ成分を除去し

た波形が得られ、伝播時間  $T_f$ 、 $T_d$  の検出において誤検出を低減することができる。

[0050] 検出器 22 は、上記の差動波形  $V_U - V_D$  から、超音波の伝播時間を検出する。まず、超音波センサ 3a から超音波センサ 3b への伝播時間は  $T_f$  は、図 6 (c) に示すように、送信タイミング D1 と受信波形 D2 の時間差となる。逆に、超音波センサ 3b から超音波センサ 3a への伝播時間は  $T_b$  は、図 6 (c) に示すように、送信タイミング D3 と受信波形 D4 の時間差となる。これらの  $T_f$ 、 $T_b$  に基づいて演算することにより、気体の流速に依存した信号  $D_{out}$  がえられる。

[0051] [実施例 5]

図 2 を用いて、本発明の実施例 5 について説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0052] 図 2 に示すように、超音波通路 5a の超音波センサ 3a を収納する空間には、絞り部 14 が設けられている。つまり、超音波通路 5a は流路 10 内において通路幅が狭められている。

[0053] 本実施例のような構造の場合、超音波通路 5a、5b を形成するハウジングを流路 10 に突出させる構造であるため流路に突出した部分が流れを妨げ、圧損の増加や気流の乱れによる計測誤差、ノイズの原因となる。本実施例では、図 2 に示すように超音波通路 5a に通路面積を縮小する絞り部を設け流路 10 内における通路幅を狭めることができる。これにより、ハウジング筐体を薄型化し、流れを妨げや圧損を低減することが可能である。

[0054] [実施例 6]

図 3 を用いて、本発明の実施例 6 について説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0055] 図 3 に本実施例におけるセンサ装置 1 の下面図を示す。超音波通路 5a、5b の開口部 7a、7b は気体の流れ 11 に沿う方向に横長となっている。開口部 7a、7b は気体の流れ 11 に沿う方向に横長にすることで、高流量域においても開口部 7a から出た超音波を開口部 7b に確実に取り込むことがで

きる。また、流路中に突出したセンサ筐体を薄型化できるので流れの乱れによる測定誤差や圧損を低減することができる。

[0056] 本実施例は、特に実施例 5 との組み合わせることでより効果を発揮する。

[0057] [実施例 7]

図 7 を用いて、本発明の実施例 7 を説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0058] 本実施例では、超音波通路 5 b の反射部 2 4 a に対向する位置に絞り部 2 3 を形成している。絞り部 2 3 の反射面 2 4 の法線方向は、超音波通路 5 b の開口部 7 b に向いている。超音波センサ 3 a から発信した超音波を伝播経路 1 2 に沿って超音波センサ 3 b に受信させるには、超音波通路内の反射部 2 4 a と 2 4 b を用いて導波している。超音波通路内の他の面は、伝播経路 1 2 に沿った超音波の導波に寄与しないことから、任意の形状にすることができる。

[0059] 本実施例によれば、伝播経路 1 2 以外の角度から飛来した不要音波 2 5 を、反射面 2 4 で反射させることができ、不要音波 2 5 を超音波通路の外へ排除することができる。つまり、超音波通路 5 b に曲げ部（反射部）と絞り部 2 3 を組み合わせることで、受信側（下流側）の超音波通路 5 b への不要な音波の進入を低減することができるため、順流流れの検出精度が向上する。

[0060] 超音波センサ 3 a、3 b が送受信機能を兼ね備える場合、超音波通路 5 a にも同様の形状を設けることにより、逆流流れの検出精度が向上する。

[0061] 絞り部 2 3 の形状や曲げ部の形状については、センサ装置が設置される環境における不要音波の進入角度により適宜設定することが可能である。したがって、形状は一義に決まるものではないが、伝播経路を曲部、絞り部の奥に超音波センサを収容することで不要ノイズの受信を排除できる。

[0062] 上記の効果は超音波の回折効果が比較的小さい 100 k H z 以上の高周波に対して特に有効である。100 k H z 以下の超音波については、回折が大きく上記のように曲り部や絞り部を設けても超音波センサに到達してしまう。この音波の低周波成分については、信号処理回路におけるローパスフィルター

処理により排除できる。言い換えると、本実施例により、超音波センサ 3 a、3 b に到達する不要音波 2 5 の周波数を制限できるため、本実施例の超音波通路と、受信信号のローパスフィルター処理の組み合わせにより、より効果的に不要な信号成分を除去して、電波時間差を検出することが可能となる。

[0063]      [実施例 8]

図 8 を用いて、本発明の実施例 8 について説明する。本実施例は、超音波通路内の反射部を一箇所とした例である。超音波センサ 3 a 及び 3 b は同一の支持基板 2 に同一方向で水平に取り付けることが可能であり、製造工数の簡略化が図れる。また、超音波センサ 3 a、3 b は同一の支持基板に配置しているため、エンジン振動によるノイズ波形がほぼ同一となる。前述のように差動構造の信号処理回路を備えることにより、ノイズ影響を低減することができる。

[0064]      [実施例 9]

図 9 を用いて、本発明の実施例 9 について説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。本実施例は、流路 1 0 内に放出される超音波を気体の流れ 1 1 に並行に導波する超音波通路を備えた構成である。

[0065]      図 9 の変形例に示すように、超音波通路 5 a から放出された超音波は、反射部 8 を介さずに直接超音波通路 5 b へ取り込む構成とすることもできる。つまり、超音波通路から流路に放出されてからの超音波の伝播経路の角度は、反射部 8 の有無については適宜設定可能であり、本発明に必須の構成ではない。

[0066]      [実施例 1 0]

図 1 0 と図 1 1 を用いて、本発明の実施例 1 0 について説明する。なお、実施例 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0067]      本実施例は、支持基板 2 の設置角度を、実施例 1 に対して 90° 回転させて実装した構成である。超音波センサ 3 a 及び 3 b も支持基板 2 に設置される。

[0068] 図 1 1 に示すように、超音波通路 5 a の超音波センサと対向する位置に、反射部 6 a を備えている。反射部 6 a により、超音波センサ 3 a により発信した超音波は  $90^\circ$  進行方向を変えて開口部 7 a 側に向かう。反射部 6 a により進行方向を変えた超音波は、反射部 6 b にて進行方向を下流側に変更した後、開口部 7 a から流路 1 0 に放出される。

[0069] 本実施例に示すように、超音波センサ 3 a、3 b は任意の場所、角度で配置することができる。

[0070] 上述した各実施例では、センサ装置 1 に超音波センサ 3 a、3 b を設けた構成について説明したが、センサ装置 1 に圧力センサ、温度センサを備えることも可能である。この場合、支持基板 2 の超音波センサと同一面に圧力センサ、温度センサを設ける構成にできる。この場合、圧力センサの検出値と超音波の伝播時間から気体の質量流量や体積流量に変換して出力できる。

[0071] 上述した各実施例では、自動車の吸気流量計測を例としているが、本実施例は、エンジンの排ガスなどの高温の流体計測においても以下の理由により好適な構成である。本実施例では、超音波センサ 3 a、3 b 及び駆動回路が形成される支持基板 2 を流路 1 0 の外側に設けている。超音波通路 5 a、5 b は、流路 1 0 の外側に配置した超音波センサ 3 a、3 b により発信した超音波を流路 1 0 の中心付近まで導波し流路 1 0 に放出している。流路 1 0 に排ガスなどの高温の流体が流れる場合、流路 1 0 内に突出したハウジングも高温に晒される。本実施例では、超音波センサ 3 a、3 b や支持基板 2 に設けた回路部品は、流路の外側に配置しているため直接的に高温の流体に晒されることがない。したがって、超音波センサ素子や回路部品などの熱による劣化を低減することができる。

## 符号の説明

[0072] 1…センサ装置、2…支持基板、3 a…超音波センサ、3 b…超音波センサ、4…ハウジング、5 a～5 b…超音波通路、6 a～6 b…反射部、7 a～7 b…開口部、8…反射部、9 a～9 b…反射部、1 0…流路、1 1…流れ、1 2…伝播経路、1 3…分離壁、1 4…絞り部、1 5 a～1 5 d…スル

ーホール、16a～16d…電極リード、17a～17d…電極パッド18a…接着剤、19…信号処理回路、20a～20d…電極パッド、21…接着部、22…検出器、23…絞り部、25…不要音波

## 請求の範囲

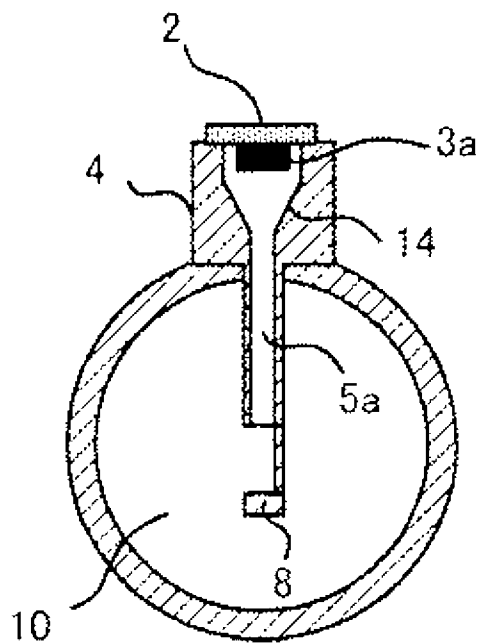
- [請求項1] 超音波を発生させる第1の超音波センサと、  
第1の超音波センサから発生する超音波を受信する第2の超音波センサと、  
前記第1の超音波センサが配置される第1の超音波通路と、  
前記第2の超音波センサが配置される第2の超音波通路と、を備え  
前記第1及び第2の超音波通路は、超音波の進行方向を変える反射部を備える超音波式流量センサ。
- [請求項2] 前記第1の超音波センサと前記第2の超音波センサは同一の支持基板に設けられる請求項1に記載の超音波式流量センサ。
- [請求項3] 前記第1の超音波センサと前記第2の超音波センサは同一の方向を向いて設けられる請求項2に記載の超音波式流量センサ。
- [請求項4] 前記支持基板は、前記第1の超音波センサが実装される箇所と、前記第2の超音波センサが実装される箇所との間にスリットが形成される請求項3に記載の超音波式流量センサ。
- [請求項5] 前記第1の超音波通路は、第1の超音波センサから発生した超音波の進行方向を上流側に変更した後に下流側に変更するように反射部を複数有している請求項1乃至4の何れかに記載の超音波式流量センサ。
- [請求項6] 前記第2の超音波通路は、第1の超音波センサから発生した超音波の進行方向を、上流側から下流側に変更した後、第2の超音波センサへ導くように複数の反射部が形成されている請求項5に記載の超音波式流量センサ。
- [請求項7] 前記第一の超音波通路と前記第二の超音波通路が設けられ、前記回路基板を保持するハウジングを備え、  
前記ハウジングの先端側には、前記第1の超音波通路から放出された超音波の進行方向を、前記第2の超音波通路の開口部に変更する反射部が設けられる請求項6に記載の超音波式流量センサ。

- [請求項8] 前記第1の超音波センサと前記第2の超音波センサとにより相互に超音波を送受信する請求項6または7に記載の超音波式流量センサ。
- [請求項9] 前記第1の超音波通路の開口方向と、前記第2の超音波通路の開口方向の少なくとも一方は、流路に対して垂直に開口している請求項1乃至8の何れかに記載の超音波式流量センサ。
- [請求項10] 前記第1と第2の超音波通路の開口部の断面が流路方向に横長である請求項9に記載の超音波式流量センサ。
- [請求項11] 前記第1と第2の超音波センサを流路の外側に配置し、前記第1と第2の超音波通路を流路の外側から内側まで延設した請求項1乃至10の何れかに記載の超音波式流量センサ。
- [請求項12] 前記第1と第2の超音波通路に絞り部を設けた請求項1乃至11の何れかに記載の超音波式流量センサ。
- [請求項13] 前記第1と第2の超音波センサ素子から得られた信号の差動信号に基づいて、超音波伝播時間を検出する請求項8に記載の超音波式流量センサ。



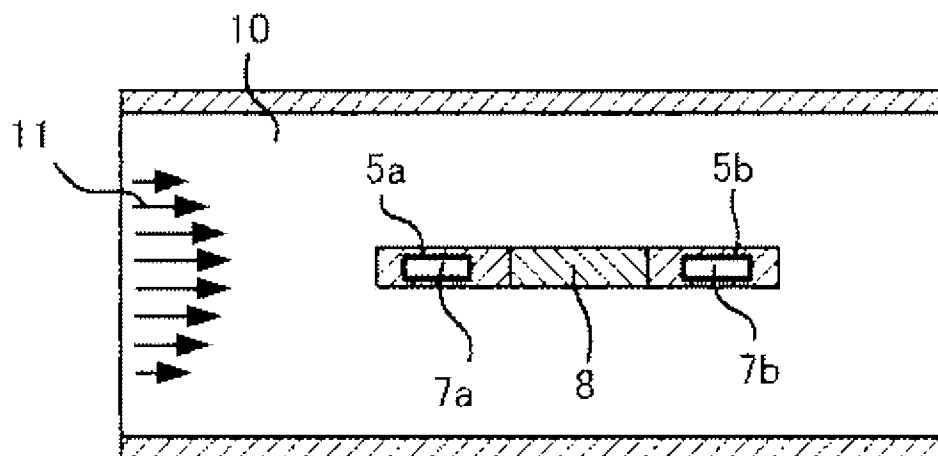
[図2]

【図2】



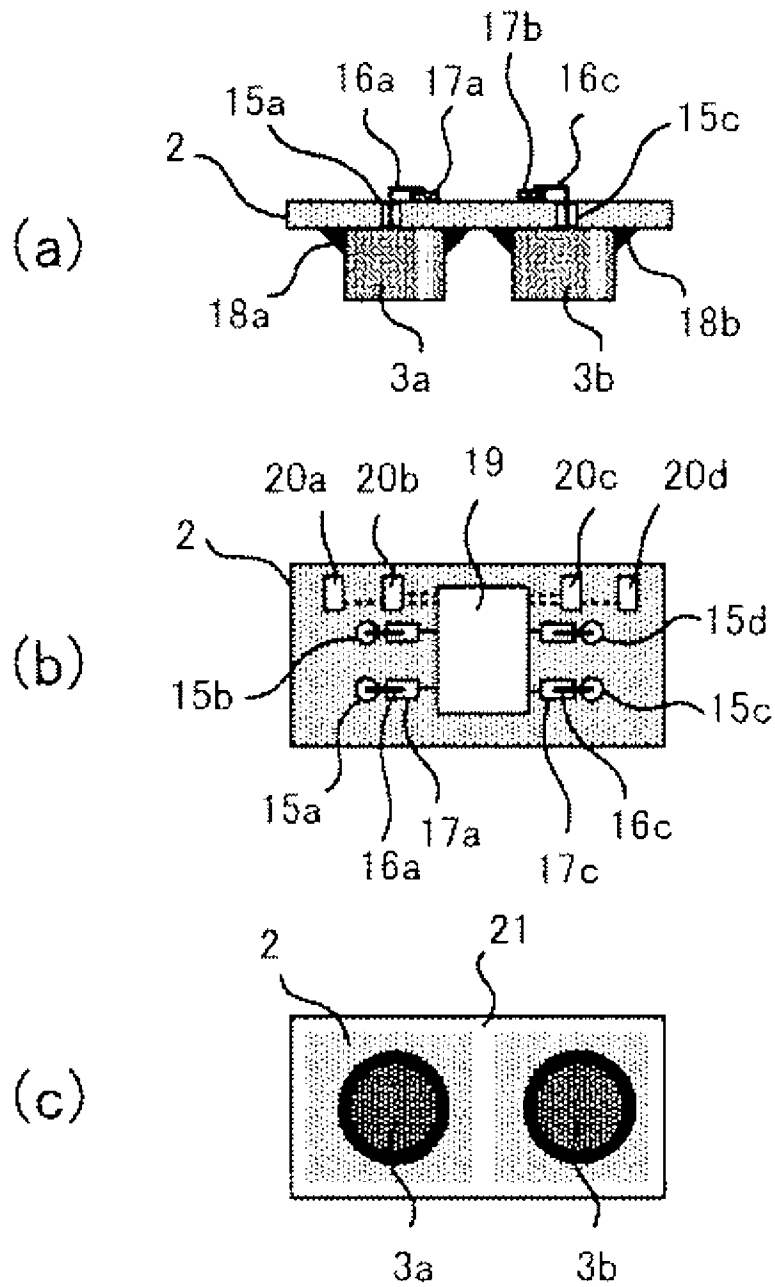
[図3]

【図3】



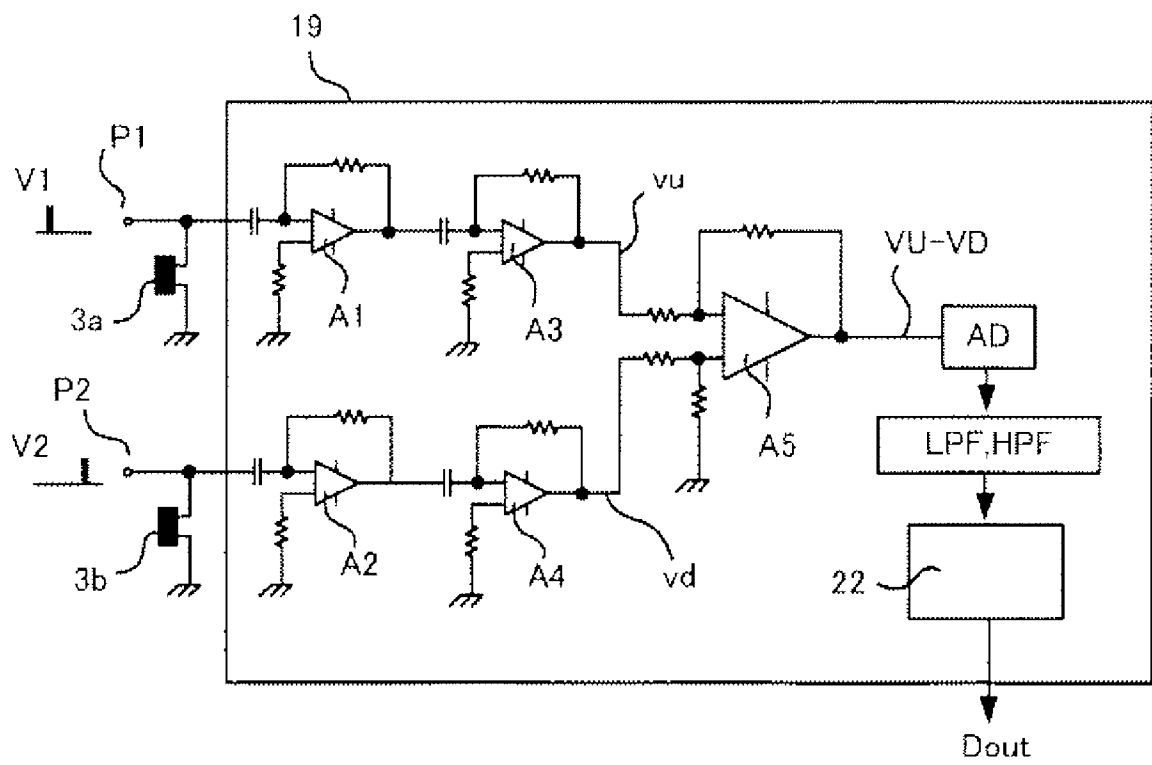
[図4]

【図4】



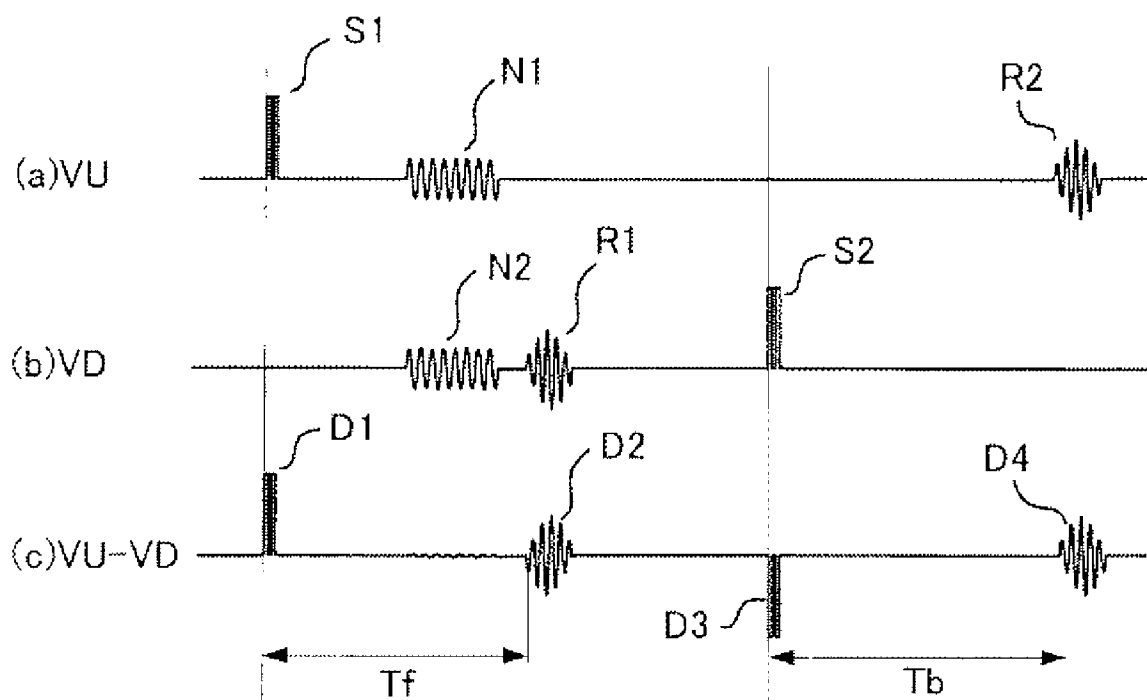
[図5]

【図5】



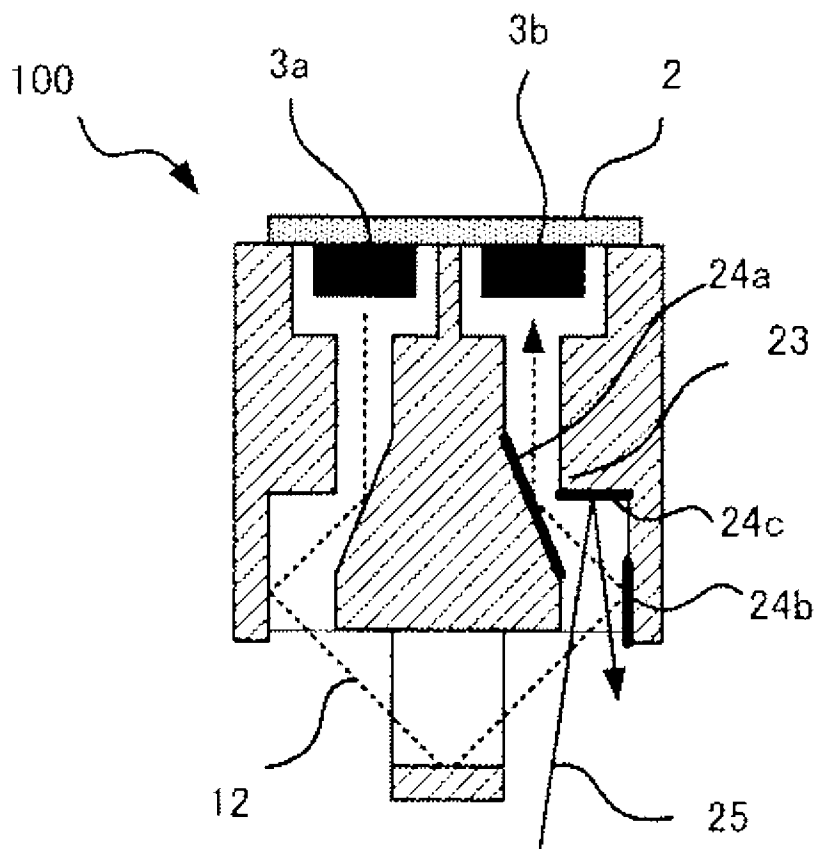
[図6]

【図6】

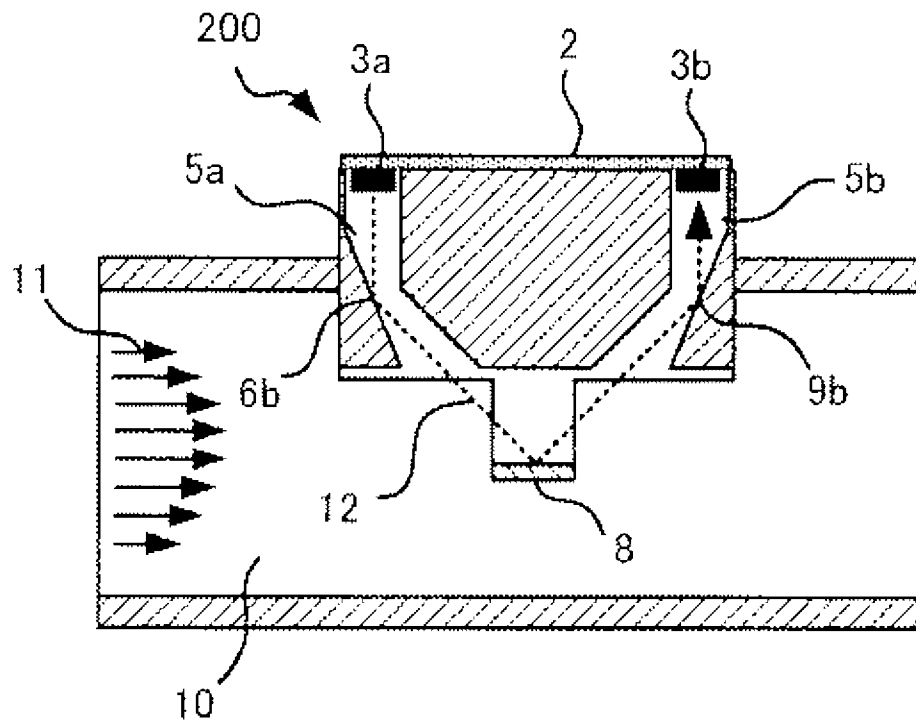


[図7]

【図7】

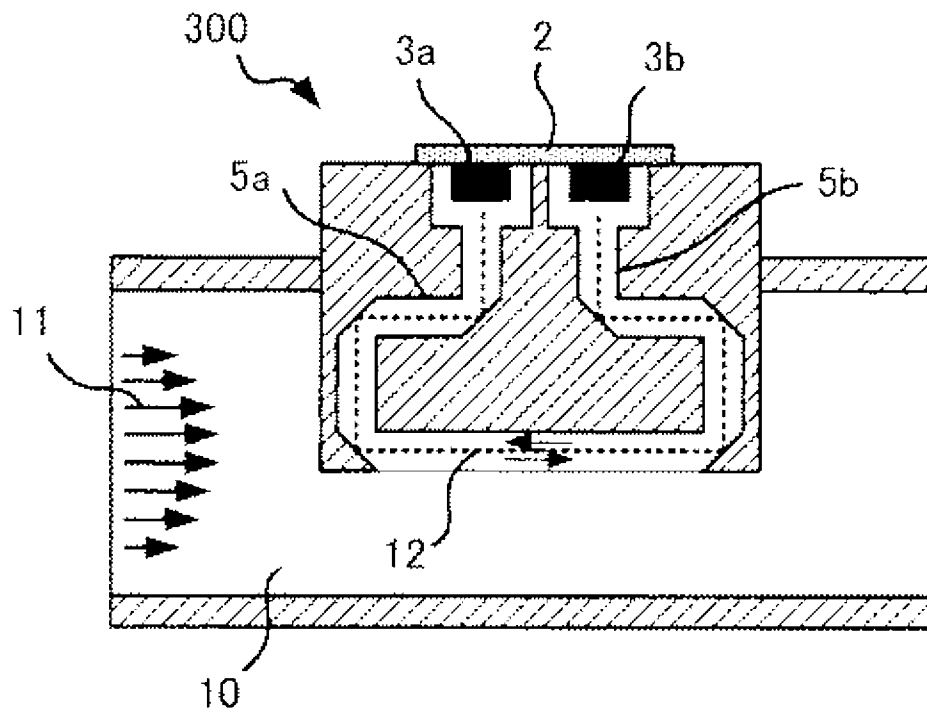


【义8】



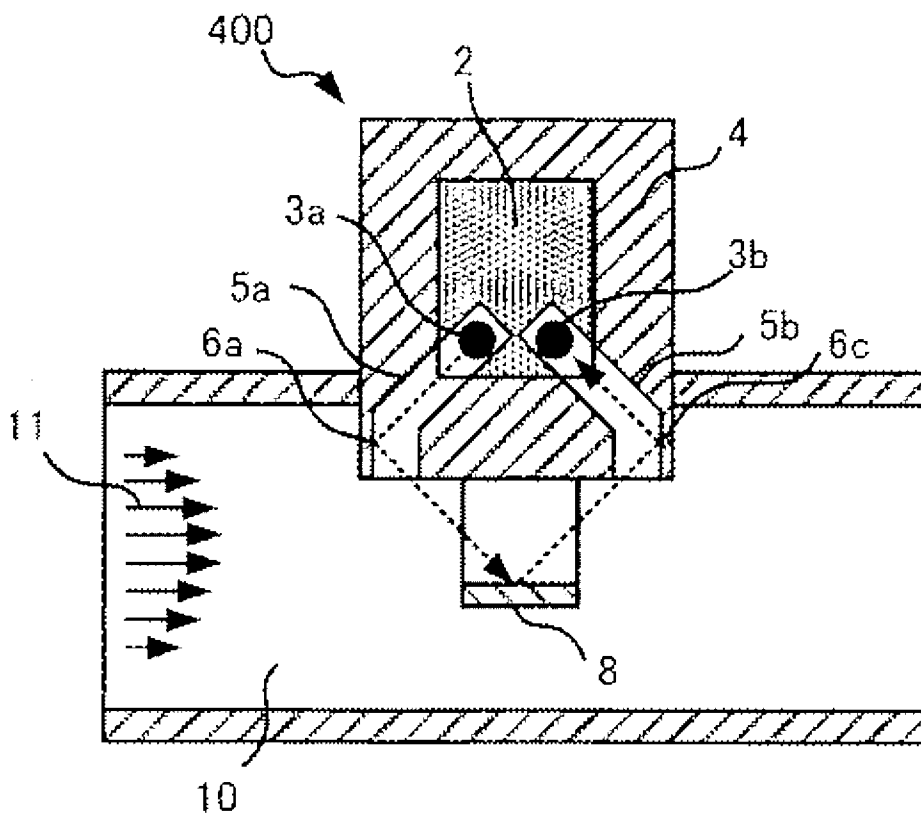
[図9]

【図9】



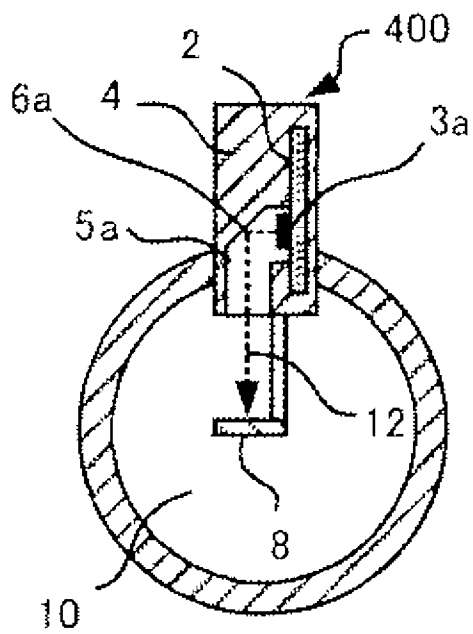
[図10]

【図10】



[図11]

【図11】



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001331

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01F1/66 (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)

Int.Cl. G01F1/66, G01P5/2

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 | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

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.    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| X<br>Y<br>A | EP 2725327 A1 (KAMSTRUP A/S) 30 April 2014,<br>paragraphs [0015]-[0022], fig. 1 (Family: none)  | 1-3, 10<br>12<br>4-8, 13 |
| X<br>Y      | US 4004461 A (PANAMETRICS, INC.) 25 January 1977,<br>columns 4-5, 8, fig. 1-2, 8 (Family: none) | 1, 10<br>12              |



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

20 April 2018 (20.04.2018)

Date of mailing of the international search report

01 May 2018 (01.05.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001331

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | US 5277070 A (XECUTEK CORPORATION) 11 January 1994, columns 2-3, fig. 2 & AU 2418392 A & WO 1993/003334 A1                                                                                         | 1, 9-11<br>12         |
| X<br>Y    | WO 2011/061929 A1 (PANASONIC CORP.) 26 May 2011, paragraphs [0036]-[0049], fig. 1 & CN 102639969 A & EP 2503304 A1 & JP 2011-128146 A & US 2012/0266690 A1, paragraphs [0066]-[0080], fig. 1       | 1, 10<br>12           |
| Y         | WO 2016/166933 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 20 October 2016, paragraphs [0026]-[0028], fig. 3 & CN 107110682 A & JP 2016-205841 A & US 2017/0343398 A1, paragraphs [0032]-[0034], fig. 3 | 12                    |
| Y         | US 2004/0011141 A1 (LYNNWORTH, C. Lawrence) 22 January 2004, paragraph [0063], fig. 14 (Family: none)                                                                                              | 12                    |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01F1/66(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. G01F1/66, G01P5/24

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------|----------------|
| X               | EP 2725327 A1 (KAMSTRUP A/S)                   | 1-3, 10        |
| Y               | 2014.04.30, [0015]-[0022], Fig.1               | 12             |
| A               | (ファミリーなし)                                      | 4-8, 13        |
| X               | US 4004461 A (PANAMETRICS, INC.)               | 1, 10          |
| Y               | 1977.01.25, 4-5, 8 欄, Figs.1-2, 8<br>(ファミリーなし) | 12             |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.04.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

岡田 卓弥

2 F

9206

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                        |                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| X<br>Y                | US 5277070 A (XECUTEK CORPORATION)<br>1994.01.11, 2-3 欄, FIG. 2<br>& AU 2418392 A & WO 1993/003334 A1                                                                  | 1, 9-11<br>12  |
| X<br>Y                | WO 2011/061929 A1 (パナソニック株式会社)<br>2011.05.26, [0036]-[0049], 図 1<br>& CN 102639969 A & EP 2503304 A1 & JP 2011-128146 A<br>& US 2012/0266690 A1, [0066]-[0080], Fig. 1 | 1, 10<br>12    |
| Y                     | WO 2016/166933 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社)<br>2016.10.20, [0026]-[0028], 図 3<br>& CN 107110682 A & JP 2016-205841 A<br>& US 2017/0343398 A1, [0032]-[0034], FIG. 3      | 12             |
| Y                     | US 2004/0011141 A1 (LYNNWORTH, Lawrence C.)<br>2004.01.22, [0063], FIG. 14<br>(ファミリーなし)                                                                                | 12             |