

(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
2017年12月14日(14.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/212801 A1

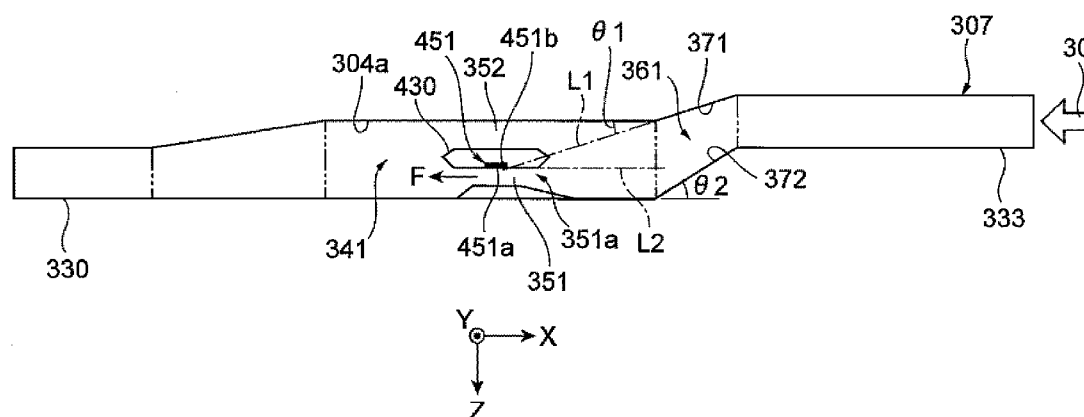
- (51) 国際特許分類:
G01F 1/684 (2006.01) *G01F 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015839
- (22) 国際出願日: 2017年4月20日(20.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-113751 2016年6月7日(07.06.2016) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 上 ノ 段 暁 (UENODAN Akira); 〒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). 齊藤 友明(SAITO Tomoaki); 〒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). 斎藤 直生(SAITO Naoki); 〒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). 深谷 征史(FUKAYA Masashi); 〒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).

(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).

(54) Title: THERMAL FLOWMETER

(54) 発明の名称: 熱式流量計



(57) **Abstract:** Provided is a thermal flowmeter capable of reducing measurement errors when fluid pulsates more than those thus far. The flowmeter is provided with: a sub-passage 307 for taking in a portion of a gas 30 to be measured flowing in a main passage; and a flow measuring part 451 arranged in the sub-passage 307. The sub-passage 307 has: a first passage 351 disposed on a measurement surface 451a side of the flow measuring part 451; a second passage 352 disposed on a back surface 451b side of the flow measuring part 451; and an inclined passage 361 disposed more to the upstream side of the forward flow direction F of the gas 30 to be measured in the first passage 351 than an inlet 351a of the first passage 351. The inclined passage 361 has, more on the second passage 352 side than the flow measuring part 451, a first inclined surface 371 inclined towards the first passage 351 side from the second passage 352 side with respect to the forward flow direction F.

[続葉有]

(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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 流体の脈動時の計測誤差を従来よりも減少させることができる熱式流量計を提供する。主通路を流れる被計測流体30の一部を取りこむ副通路307と、該副通路307内に配置された流量計測部451と、を備えた熱式流量計である。副通路307は、流量計測部451の計測面451a側に設けられた第1通路351と、流量計測部451の背面451b側に設けられた第2通路352と、第1通路351の入口351aよりも第1通路351における被計測流体30の順流方向Fの上流側に設けられた傾斜通路361とを有する。傾斜通路361は、流量計測部451よりも第2通路352側に、順流方向Fに対して第2通路352側から第1通路351側へ向けて傾斜する第1傾斜面371を有する。

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] 従来の熱式流量計として、流体が流れる主通路内に配置され前記流体の一部を取り込む副通路と、前記副通路内に配置され発熱抵抗体パターンが形成された流量計測素子と、前記流量計測素子が搭載される支持体と、を有する流量測定装置が知られている（下記特許文献１、請求項１等を参照）。

[0003] 前記従来の流量測定装置は、第一の流体通路部と第二の流体通路部とを備えている。第一の流体通路部は、前記流量計測素子が搭載される面と前記副通路の通路形成面とで構成される。第二の流体通路部は、前記流量計測素子が搭載される面とは反対側の面と前記副通路の通路形成面とで構成される。

[0004] 前記従来の流量測定装置では、前記流量計測素子に対して前記流体の流れの上流側に対向する前記第一の流体通路部の前記通路形成面は、前記流体の流れを前記流量計測素子へ向けるような傾斜面を有している。この傾斜面は、異なる向きの二面以上の面から構成されている。

[0005] 前記構成により、ダストが発熱抵抗体パターン側流体通路部の発熱抵抗体のパターンよりも上流側の対向する面に設けた傾斜面で跳ね返されたのち、流体の流れに乗って発熱抵抗体のパターンに向かって流れるのを抑制することができる。そのため、発熱抵抗体パターンで構成される流量計測素子の破損あるいは汚損を抑制することができ、脈動流のような非定常な流れ場においても耐ダスト性に優れ、特性誤差が生じにくく信頼性の高い流量測定装置を提供できる（同文献、段落０００９等を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０１２－９３２０３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 前記従来の熱式流量計は、流体の脈動時に、前記第一の流体通路部を流れる流体の流速が、前記第二の流体通路部を流れる流体の流速よりも低下すると、流量計測素子によって計測される流速が実際の流速よりも低下し、計測誤差が増大するおそれがある。

[0008] 本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、流体の脈動時の計測誤差を従来よりも減少させることができる熱式流量計を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記目的を達成すべく、本発明の熱式流量計は、主通路を流れる流体の一部を取りこむ副通路と、該副通路内に配置された流量計測部と、を備えた熱式流量計であって、前記副通路は、前記流量計測部の計測面側に設けられた第1通路と、前記流量計測部の背面側に設けられた第2通路と、前記第1通路の入口よりも前記第1通路における前記流体の順流方向の上流側に設けられた傾斜通路と、を有し、前記傾斜通路は、前記流量計測部よりも第2通路側に、前記順流方向に対して前記第2通路側から第1通路側へ向けて傾斜する第1傾斜面を有することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明の熱式流量計によれば、流体の脈動時に、副通路を流れる流体を、第1通路の入口よりも順流方向の上流側に設けられた傾斜通路の第1傾斜面によって、第2通路側から第1通路側へ向けて偏向させることができる。これにより、第1通路を順流方向に流れる流体の流量を従来よりも増加させ、計測される流速が実際の流速よりも低下するのを抑制し、計測誤差を従来よりも減少させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態1に係る熱式流量計を備えたシステムの一例を示す概

略図。

[図2A]本発明の実施形態1に係る熱式流量計の正面図。

[図2B]図2Aに示す熱式流量計の左側面図。

[図2C]図2Aに示す熱式流量計の背面図。

[図2D]図2Aに示す熱式流量計の右側面図。

[図3A]図2Aに示す熱式流量計の表カバーを取り外した状態の正面図。

[図3B]図2Cに示す熱式流量計の裏カバーを取り外した状態の背面図。

[図4A]図2Cに示す熱式流量計のIVA－IVA線に沿う断面図。

[図4B]図2Cに示す熱式流量計のIVB－IVB線に沿う断面図。

[図5]図4Aおよび図4Bに示す熱式流量計の副通路の模式的な展開図。

[図6A]図2Aに示す熱式流量計の表カバーの正面図。

[図6B]図6Aに示す熱式流量計の表カバーの背面図。

[図7A]図2Cに示す熱式流量計の裏カバーの正面図。

[図7B]図7Aに示す熱式流量計の裏カバーの背面図。

[図8A]図5に示す熱式流量計の副通路を流れる流体の流速を示す図。

[図8B]図5に示す第1傾斜面を有しない副通路を流れる流体の流速を示す図

。

[図9]図8Aおよび図8Bに示す熱式流量計の流速計測結果を示すグラフ。

[図10]脈動時の実際の流体の流速と計測される流速の一例を示すグラフ。

[図11A]図8Aに示す実施形態1の熱式流量計の計測誤差の一例を示すグラフ

。

[図11B]図8Bに示す比較例の熱式流量計の計測誤差の一例を示すグラフ。

[図12]本発明の実施形態2に係る熱式流量計の副通路の模式的な展開図。

[図13]本発明の実施形態3に係る熱式流量計の副通路の模式的な展開図。

[図14]本発明の実施形態4に係る熱式流量計の副通路の模式的な展開図。

[図15]本発明の実施形態5に係る熱式流量計の副通路の模式的な展開図。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して本発明の熱式流量計の実施形態を説明する。

[0013] (実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係る熱式流量計300を備えた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概略図である。このシステムでは、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30としてエアクリーナ122から吸入され、主通路124であるたとえば吸気管、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。

[0014] 前記燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体30の流量は、熱式流量計300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30ととも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30と混合されて混合気となり、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。

[0015] 熱式流量計300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300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、図1では、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示す。

[0016] 燃焼室に導かれた燃料および空気は、燃料と空気との混合状態であり、点火プラグ154の火花着火によって爆発的に燃焼して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24として排気管から車外に排出される。前記燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体30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。前記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

度を制御して前記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。

[0017] エアクリーナ 1 2 2 から取り込まれ、主通路 1 2 4 を流れる吸入空気である被計測気体 3 0 の流量および温度は、熱式流量計 3 0 0 により計測され、計測された吸入空気の流量および温度を表す電気信号が熱式流量計 3 0 0 から制御装置 2 0 0 に入力される。また、スロットルバルブ 1 3 2 の開度を計測するスロットル角度センサ 1 4 4 の出力が制御装置 2 0 0 に入力され、さらに内燃機関のエンジンピストン 1 1 4 や吸気弁 1 1 6 や排気弁 1 1 8 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 1 4 6 の出力が、制御装置 2 0 0 に入力される。排気 2 4 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 1 4 8 の出力が制御装置 2 0 0 に入力される。

[0018] 制御装置 2 0 0 は、熱式流量計 3 0 0 の出力である、たとえば、吸入空気の流量、湿度、および温度、ならびに回転角度センサ 1 4 6 からの内燃機関の回転速度等に基づいて、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 1 5 2 から供給される燃料量や点火プラグ 1 5 4 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 3 0 0 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 1 4 8 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 2 0 0 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 1 3 2 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 1 5 6 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。

[0019] 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 3 0 0 の出力を主パラメータとして演算される。したがって、熱式流量計 3 0 0 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 300 により計測される吸入空気である被計測気体 30 の流量の計測精度の向上が極めて重要である。

[0020] 図 2 A は、本実施形態に係る熱式流量計 300 の正面図である。図 2 B、図 2 C、および図 2 D は、それぞれ、図 2 A に示す熱式流量計の左側面図、背面図、および右側面図である。

[0021] 熱式流量計 300 は、ハウジング 302 と表カバー 303 と裏カバー 304 とによって構成される筐体 310 を備えている。表カバー 303 および裏カバー 304 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。このため熱式流量計 300 は、空気抵抗が低減され、さらに主通路 124 を流れる被計測気体により筐体 310 が冷却されやすい構成を有している。

[0022] 筐体 310 は、たとえば、概ね直方体の扁平な形状を有し、図 1 に示すように吸気管に挿入されて主通路 124 内に配置される。詳細については後述するが、筐体 310 は、主通路 124 を流れる流体である被計測気体 30 の一部を取りこむ副通路を画定している。

[0023] なお、以下では、主通路 124 内の被計測気体 30 の流れに概ね平行な筐体 310 の長さ方向を X 軸方向、長さ方向に垂直で主通路 124 の径方向に概ね平行な筐体 310 の高さ方向を Y 軸方向、これら長さ方向および高さ方向に垂直な筐体 310 の厚さ方向を Z 軸方向とする、XYZ 直交座標系を用いて、熱式流量計 300 の各部を説明する場合がある。

[0024] 筐体 310 は、主通路 124 の外壁から中央に向かう軸に沿って長く延びる形状を有しているが、図 2 B および図 2 D に示すように、厚さが薄い扁平な形状を成している。すなわち、熱式流量計 300 の筐体 310 は、側面に沿う厚さが薄く正面が略長方形の形状を有している。これにより、熱式流量計 300 は、被計測気体 30 に対しては流体抵抗を小さくして、十分な長さの副通路を備えることができる。

[0025] ハウジング 302 の基端部には、熱式流量計 300 を吸気管に固定するためのフランジ 305 と、外部機器との電気的な接続を行うために吸気管外部に露出した外部接続部であるコネクタ 306 が設けられている。ハウジング

302は、フランジ305を吸気管に固定することにより片持ち状に支持される。

[0026] 図3Aは、図2Aに示す熱式流量計300の表カバー303を取り外した状態の正面図である。図3Bは、図2Cに示す熱式流量計300の裏カバー304を取り外した状態の背面図である。

[0027] ハウジング302の先端側でかつ主流れ方向上流側の位置には、主通路124を流れる流体である吸入空気などの被計測気体30の一部を副通路307に取り込むための入口311が設けられている。このように、主通路124を流れる被計測気体30を副通路307取りこむための入口311は、フランジ305から主通路124の径方向の中心方向に向かって延びる筐体310の先端側に設けられる。

[0028] これにより、主通路124の内壁面から離れた部分の気体を副通路307に取り込むことができ、主通路124の内壁面の温度の影響を受け難くなり、気体の流量や温度の計測精度の低下を抑制できる。また、主通路124の内壁面近傍では流体抵抗が大きく、主通路124の平均的な流速に比べ、流速が低くなる。本実施形態の熱式流量計300では、フランジ305から主通路124の中央に向かって延びる薄くて長い筐体310の先端部に入口311が設けられているので、主通路124の中央部の流速の速い気体を副通路307に取り込むことができる。

[0029] ハウジング302の先端側でかつ主流れ方向下流側の位置には、副通路307から被計測気体30を主通路124に戻すための第1出口312と第2出口313が設けられている。第1出口312と第2出口313は、図2Dに示すように、ハウジング302の厚さ方向（Z軸方向）に横並びに配置されている。このように、副通路307の排出口である第1出口312および第2出口313が、筐体310の先端部に設けられることで、副通路307内を流れた気体を流速の速い主通路124の中央部近傍に戻すことができる。

[0030] ハウジング302の内部には、主通路124を流れる被計測気体30の流

量を計測するための流量計測部４５１や主通路１２４を流れる被計測気体３０の温度を計測するための温度計測部４５２等を備える回路パッケージ４００が一体にモールド成形されている。また、ハウジング３０２には、副通路３０７を画定するための副通路溝３３０、３３１が形成されている。本実施形態では、ハウジング３０２の表面および裏面にそれぞれ副通路溝３３０、３３１が凹設されている。

[0031] そのため、ハウジング３０２の表面および裏面に表カバー３０３および裏カバー３０４を取り付け、ハウジング３０２の副通路溝３３０、３３１を表カバー３０３および裏カバー３０４で覆うことで、副通路３０７を画定する筐体３１０を構成することができる。このような構成を有するハウジング３０２は、たとえば、ハウジング３０２を成形する樹脂モールド工程において、ハウジング３０２の両面に配置される金型を使用して、ハウジング３０２の成形と表裏の副通路溝３３０、３３１の成形とを一括して行うことができる。

[0032] ハウジング３０２の裏側に設けられた副通路溝３３１は、図３Ｂに示すように、副通路３０７の一部に直線通路３０７Ａを画定するための直線溝部３３２と、副通路３０７の一部に分岐通路３０７Ｂを画定するための分岐溝部３３３とを有している。

[0033] 直線溝部３３２は、ハウジング３０２の先端部で被計測気体３０の主流れ方向（Ｘ軸正方向）に沿うように一直線状に延在して、一端がハウジング３０２の入口３１１に連通し、他端がハウジング３０２の第１出口３１２に連通している。直線溝部３３２は、入口３１１から略一定の断面形状で延在する直線部３３２Ａと、直線部３３２Ａから第１出口３１２に向かって移行するに従って溝幅が漸次狭くなる絞り部３３２Ｂとを有している。第１出口３１２は、副通路３０７の直線通路３０７Ａを流れる流体、すなわち被計測気体３０の一部を排出する排出口となる。第１出口３１２を設置することで、副通路３０７から塵埃などの異物を外部に排出させ、副通路３０７の分岐通路３０７Ｂへ取りこまれる異物の総量を低減でき、流量計測部４５１の計測

性能の劣化を防止できる。

- [0034] 分岐溝部 333 は、直線溝部 332 の直線部 332 A から分岐してカーブしながらハウジング 302 の基端側に向かって進み、ハウジング 302 の長手方向である高さ方向（Y 軸方向）の中央部に設けられている計測用流路 341 に連通する。分岐溝部 333 は、直線溝部 332 を構成する一对の側壁面のうち、ハウジング 302 の基端側に位置する側壁面 332 a に上流端が連通しており、底壁面 333 a が直線溝部 332 の直線部 332 A の底壁面と段差なく面一に連続している。
- [0035] 分岐溝部 333 のカーブ内側の側壁面には、収容溝部 333 A が設けられている。収容溝部 333 A は凹部 333 B を有している。凹部 333 B は、収容溝部 333 A に侵入した水を取りこみ、図 2 C に示すように、裏カバー 304 の凹部 333 B に対向する位置に穿設された排水孔 376 から筐体 310 の外部に排出させる。
- [0036] 計測用流路 341 は、ハウジング 302 を表側から裏側まで厚さ方向に貫通して形成されている。計測用流路 341 内には、回路パッケージ 400 の流路露出部 430 が突出して配置されている。分岐溝部 333 は、回路パッケージ 400 の流路露出部 430 よりも副通路 307 の上流側で計測用流路 341 に連通している。
- [0037] 本実施形態の熱式流量計 300 において、副通路 307 を画定する副通路溝 331 は、計測用流路 341 における被計測気体 30 の流れの上流側に、後述する傾斜通路を画定する急傾斜部 333 d を有している。より詳細には、副通路 307 の分岐通路 307 B を画定する副通路溝 331 の分岐溝部 333 は、直線溝部 332 からハウジング 302 の高さ方向（Y 軸方向）に計測用流路 341 へ向けて、主通路 124 の被計測気体 30 の主流れ方向と逆方向（X 軸負方向）にカーブしながら延びている。
- [0038] 分岐溝部 333 によって画定される副通路 307 の分岐通路 307 B は、曲線を描きながらハウジング 302 の先端側からフランジ 305 側である基端側に向かい、最もフランジ 305 に接近した位置に計測用流路 341 が設

けられている。計測用流路 3 4 1 では、副通路 3 0 7 を流れる被計測気体 3 0 が主通路 1 2 4 の主流れ方向に対して逆方向（X 軸負方向）の流れとなる。

[0039] 本実施形態の熱式流量計 3 0 0 において、分岐溝部 3 3 3 は、ハウジング 3 0 2 の厚さ方向（Z 軸方向）の溝深さが計測用流路 3 4 1 へ向けて漸次深くなる立体的な形状を有している（図 4 A 参照）。そして、本実施形態の熱式流量計 3 0 0 において、分岐溝部 3 3 3 は、計測用流路 3 4 1 の手前で急激に深くなる急傾斜部 3 3 3 d を有している。

[0040] 急傾斜部 3 3 3 d は、計測用流路 3 4 1 において、回路パッケージ 4 0 0 の流路露出部 4 3 0 が有する表面 4 3 1 と背面 4 3 2 のうち、流量計測部 4 5 1 の計測面 4 5 1 a が設けられている表面 4 3 1 側に被計測気体 3 0 の気体を通過させる作用を有する。そして、流量計測部 4 5 1 の背面側である回路パッケージ 4 0 0 の流路露出部 4 3 0 の背面 4 3 2 側には、被計測気体 3 0 に含まれる塵埃などの異物を通過させて流量計測部 4 5 1 の計測面 4 5 1 a の耐汚損性を向上させている。

[0041] より詳細には、質量の小さい空気の一部は、急傾斜部 3 3 3 d に沿って移動し、計測用流路 3 4 1 において、回路パッケージ 4 0 0 の流路露出部 4 3 0 の表面 4 3 1 側、すなわち、流量計測部 4 5 1 の計測面 4 5 1 a 側の第 1 通路 3 5 1（図 4 B 参照）を流れる。一方、質量の大きい異物は、副通路 3 0 7 の分岐通路 3 0 7 B のカーブに沿う遠心力によって急激な進路変更が困難である。そのため、質量の大きい異物は、急傾斜部 3 3 3 d に沿って流れることができず、回路パッケージ 4 0 0 の流路露出部 4 3 0 の背面 4 3 2 側、すなわち、流量計測部 4 5 1 の背面 4 5 1 b 側の第 2 通路 3 5 2（図 4 B 参照）を流れる。

[0042] 図 3 A に示すハウジング 3 0 2 の表側に設けられた副通路溝 3 3 0 は、副通路 3 0 7 の分岐通路 3 0 7 B の下流側の部分を画定する。副通路溝 3 3 0 によって画定される分岐通路 3 0 7 B の下流側の部分は、一端が計測用流路 3 4 1 を介してハウジング 3 0 2 の裏側の分岐通路 3 0 7 B の上流側の部分

に連通し、他端がハウジング 302 の先端側に形成された第 2 出口 313 に連通する。

[0043] ハウジング 302 の表側に設けられた副通路溝 330 は、ハウジング 302 の先端側に移行するにしたがって、漸次、主流れ方向下流側に向かって進むようにカーブし、ハウジング 302 の先端部で被計測気体 30 の主流れ方向下流側に向かって直線状に延びて、第 2 出口 313 に向かって溝幅が漸次狭くなる形状を有している。計測用流路 341 を通過した被計測気体 30 および異物は、ハウジング 302 の表側に設けられた副通路溝 330 によって画定される副通路 307 の分岐通路 307B の下流側の部分を流れて、第 2 出口 313 から排出されて主通路 124 に戻される。

[0044] 回路パッケージ 400 の流路露出部 430 は、計測用流路 341 を画定する副通路溝 331 の分岐溝部 333 の壁面から、ハウジング 302 の高さ方向（Y 軸方向）においてハウジング 302 の先端側へ向けて、計測用流路 341 内に突出している。流路露出部 430 は、ハウジング 302 の厚さ方向（Z 軸方向）に厚さを有し、計測用流路 341 を流れる被計測気体 30 の流れ方向に沿う長方形板状に形成されている。流路露出部 430 は、流量計測部 451 を支持して、流量計測部 451 を副通路 307 内に配置する支持部としての役割を有する。

[0045] 図 4A は、図 2C に示す熱式流量計 300 の IVA-IVA 線に沿う断面図である。図 4B は、図 2C に示す熱式流量計 300 の IVB-IVB 線に沿う断面図である。

[0046] 副通路 307 は、計測用流路 341 において、流量計測部 451 の計測面 451a 側に設けられた第 1 通路 351 と、流量計測部 451 の背面 451b 側に設けられた第 2 通路 352 とを有する。また、副通路 307 は、第 1 通路 351 の入口 351a よりも第 1 通路 351 における流体の順流方向 F、すなわち、第 1 通路 351 における被計測気体 30 の順流方向 F の上流側に設けられた傾斜通路 361 を有している。

[0047] 被計測気体 30 である空気は、計測用流路 341 の第 1 通路 351 におけ

る被計測気体 30 の順流方向 F に沿って流れる。このとき、流量計測部 451 に設けられた熱伝達面である計測面 451a を介して被計測気体 30 との間で熱伝達が行われ、流量の計測が行われる。なお、この流量の計測原理は、熱式流量計として一般的な計測原理を用いることができる。本実施形態の熱式流量計 300 のように、流量計測部 451 が計測した計測値に基づいて主通路 124 を流れる被計測気体 30 の流量を計測することができるものであれば、流量計測部 451 の構成は、特に限定されない。

[0048] 本実施形態の熱式流量計 300 は、副通路 307 の計測用流路 341 において、流量計測部 451 の計測面 451a 側に設けられた第 1 通路 351 の入口 351a よりも、第 1 通路 351 における被計測気体 30 の順流方向 F の上流側に設けられた傾斜通路 361 に特徴を有している。傾斜通路 361 は、流量計測部 451 よりも第 2 通路 352 側に、被計測気体 30 の順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜する第 1 傾斜面 371 を有している。

[0049] なお、本実施形態の熱式流量計 300 は、前述のように、主通路 124 内に配置され副通路 307 を画定する扁平な筐体 310 を備えているが、副通路 307 内に配置される流量計測部 451 の計測面 451a は、筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）に概ね垂直になっている。

[0050] 本実施形態の熱式流量計 300 において、副通路 307 は、前述のように、主通路 124 を流れる流体である被計測気体 30 の一部を取りこむ直線通路 307A を有している（図 3B 参照）。また、副通路 307 は、直線通路 307A を流れる流体である被計測気体 30 の一部を排出する排出口である第 1 出口 312 と、第 1 出口 312 よりも直線通路 307A を流れる流体の順流方向の上流側で直線通路 307A から分岐する分岐通路 307B と、を有している。前述の第 1 通路 351、第 2 通路 352、および傾斜通路 361 は、すべて分岐通路 307B に設けられている。

[0051] 図 5 は、図 4A および図 4B に示す熱式流量計 300 の副通路 307 の模式的な展開図である。図 5 では、副通路 307 の計測用流路 341 の前後の

部分における筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）に沿う断面を、筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）および長さ方向（X 軸方向）に平行な断面に展開して表している。

[0052] 本実施形態の熱式流量計 300 は、前述のように、主通路 124 を流れる流体である被計測気体 30 の一部を取りこむ副通路 307 と、該副通路 307 内に配置された流量計測部 451 と、を備えている。また、副通路 307 は、流量計測部 451 の計測面 451a 側に設けられた第 1 通路 351 と、流量計測部 451 の背面 451b 側に設けられた第 2 通路 352 と、第 1 通路 351 の入口 351a よりも第 1 通路 351 における被計測気体 30 の順流方向 F の上流側に設けられた傾斜通路 361 と、を有している。この傾斜通路 361 は、流量計測部 451 よりも第 2 通路 352 側に、被計測気体 30 の順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜する第 1 傾斜面 371 を有している。

[0053] さらに、図 5 に示す例では、傾斜通路 361 は、流量計測部 451 の計測面 451a に垂直な方向（Z 軸方向）において第 1 傾斜面 371 に対向する第 2 傾斜面 372 を有している。第 2 傾斜面 372 は、第 1 傾斜面 371 と同様に、被計測気体 30 の順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜している。第 2 傾斜面 372 は、図 3B に示すようにハウジング 302 の分岐溝部 333 の底部に設けられ、ハウジング 302 の分岐溝部 333 に急傾斜部 333d を形成している。

[0054] また、図 5 に示す例では、被計測気体 30 の順流方向 F に対する第 2 傾斜面 372 の傾斜角度 $\theta 2$ は、被計測気体 30 の順流方向 F に対する第 1 傾斜面 371 の傾斜角度 $\theta 1$ よりも大きくなっている。より具体的には、第 1 傾斜面 371 の傾斜角度 $\theta 1$ と第 2 傾斜面 372 の傾斜角度 $\theta 2$ との角度差は、たとえば、 3° 以上かつ 15° 以下とすることができる。

[0055] また、図 5 に示す例では、副通路 307 は、傾斜通路 361 よりも被計測気体 30 の順流方向 F の上流側の部分が、流量計測部 451 の計測面 451a に垂直な方向（Z 軸方向）において第 1 通路 351 よりも第 2 通路 352

側に設けられている。

[0056] また、図5に示す例では、副通路307は、被計測気体30の順流方向Fに平行で流量計測部451の計測面451aに垂直な断面において、第1傾斜面371の延長線L1と計測面451aの延長線L2とが、計測面451aよりも被計測気体30の順流方向Fの上流側で交差している。また、被計測気体30の順流方向Fにおいて、流量計測部451の支持部としての回路パッケージ400の流路露出部430の上流側の端部よりも上流側で、第1傾斜面371の延長線L1と計測面451aの延長線L2とが交差するようにしてもよい。

[0057] 図6Aおよび図6Bは、それぞれ、図2Aに示す熱式流量計の表カバー303の正面図および背面図である。図7Aおよび図7Bは、それぞれ、図2Cに示す熱式流量計の裏カバー304の正面図および背面図である。

[0058] 前述のように、表カバー303および裏カバー304は、副通路307を画定する筐体310の構成部材であり、それぞれ、ハウジング302に対向する背面側に、副通路307を画定するための副通路溝335、336を有している。表カバー303の副通路溝335は、図3Aに示すハウジング302の副通路溝330とともに、副通路307の計測用流路341およびその下流側の部分を画定する。

[0059] 裏カバー304の副通路溝336は、図3Bに示すハウジング302の裏側に設けられた副通路溝331と同様に、副通路307の一部に直線通路307Aを画定するための直線溝部337と、副通路307の一部に分岐通路307Bを画定するための分岐溝部338とを有している。図4Aおよび図5に示す傾斜通路361の第1傾斜面371は、図7Bに示す裏カバー304の分岐溝部338の底部に設けられている。第1傾斜面371は、裏カバー304の分岐溝部338の底部に設けられた壁面304aに連続的に接続されている。

[0060] 壁面304aは、図4Aおよび図5に示すように、副通路307の計測用流路341を画定し、流量計測部451の背面451b側の第2通路352

に臨むように設けられている。このように、筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）における第 2 通路 352 の幅を規定する壁面 304 a を設けることで、計測用流路 341 を流れる被計測気体 30 の流速を向上させることができる。

[0061] 以下、本実施形態の熱式流量計 300 の作用について説明する。

[0062] 図 8 A は、図 5 に示す熱式流量計 300 の副通路 307 を流れる流体の流速を示す図である。図 8 A では、副通路 307 を流れる被計測気体 30 の流速を白黒の濃淡で示しており、濃色であるほど被計測気体 30 の流速が高くなっている。

[0063] 本実施形態の熱式流量計 300 では、副通路 307 の第 1 通路 351 の入口 351 a よりも、順流方向 F の上流側に設けられた傾斜通路 361 の第 1 傾斜面 371 によって、被計測気体 30 の順流方向 F の流れを第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向させることができる。これにより、被計測気体 30 の脈動時においても、第 1 通路 351 を順流方向 F に流れる流体の流速を従来よりも増加させることができる。

[0064] 図 8 B は、図 5 に示す第 1 傾斜面 371 を有しない比較例の熱式流量計の副通路 307 を流れる流体の流速を示す図である。図 8 B においても、図 8 A と同様に、被計測気体 30 の流速を白黒の濃淡で示している。

[0065] 第 1 傾斜面 371 を有しない比較例の熱式流量計では、被計測気体 30 の順流方向 F の流れを第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向させる効果が小さい。そのため、第 1 通路 351 を流れる被計測気体 30 の流速が、第 2 通路 352 を流れる被計測気体 30 の流速よりも小さくなり、被計測気体 30 の脈動時においても、第 1 通路 351 を順流方向 F に流れる流体の流量が減少する。このような傾向は、流量計測部 451 の計測面 451 a に垂直な方向において、副通路 307 の傾斜通路 361 よりも上流側の部分が第 1 通路 351 よりも第 2 通路 352 側に設けられている場合に顕著になる。

[0066] 図 9 は、図 8 A に示す本実施形態の熱式流量計 300 による流速計測結果

と、図 8 B に示す比較例の熱式流量計による流速計測結果を示すグラフである。図 9 に示すグラフにおいて、横軸は入力流速、すなわち実際の被計測気体 30 の流速であり、縦軸は出力流速、すなわち本実施形態の熱式流量計 300 と比較例の熱式流量計から出力された流速である。被計測気体 30 の脈動を仮定して入力流速を変化させると、比較例の熱式流量計では出力流速が入力流速よりも大幅に低下するが、本実施形態の熱式流量計 300 では出力流速の低下が抑制される。

[0067] 図 10 は、脈動時の実際の流体の流速と本実施形態の熱式流量計 300 および比較例の熱式流量計によって計測される流体の流速の一例を示すグラフである。図 10 に示すグラフにおいて、横軸は時間、縦軸は流速であり、実線は被計測気体 30 の実際の流速、すなわち入力流速であり、破線は、本実施形態の熱式流量計 300 によって計測された流速であり、一点鎖線は、比較例の熱式流量計によって計測された流速である。

[0068] 図 10 に示す例では、 1 [m/s] を基準として 3 [m/s] から 0 [m/s] 以下の逆流状態まで入力流速を変化させて、本実施形態の熱式流量計 300 と比較例の熱式流量計によって被計測気体 30 の流速を測定している。本実施形態の熱式流量計 300 では、図 8 A に示すように、被計測気体 30 の順流方向 F における第 1 通路 351 の流速が増加することで、図 10 の破線に示すように、計測される流速の最高値が上昇し、その結果、計測された流速の平均値 V_1 が、入力流速の平均値 V_0 と概ね等しくなる。

[0069] 一方、比較例の熱式流量計では、図 8 B に示すように、被計測気体 30 の順流方向 F における第 1 通路 351 の流速が低下し、図 10 の一点鎖線に示すように、計測される流速の最高値が十分に増加せず、その結果、計測された流速の平均値 V_2 が、入力流速の平均値 V_0 よりも低下する。

[0070] 本実施形態の熱式流量計 300 では、流速の計測値として、たとえば、流速の平均値 V_1 を用いるため、流速の平均値 V_1 が、実際の被計測気体 30 の流速の平均値 V_0 よりも減少するのを抑制することが重要になる。図 10 に示すように、本実施形態の熱式流量計 300 では、流速の平均値 V_1 を、

比較例の熱式流量計による流速の平均値 V_2 よりもプラス側にシフトさせ、実際の被計測気体 30 の流速の平均値 V_0 に近づけることができる。

[0071] 図 11 A および図 11 B は、それぞれ、図 8 A に示す実施形態 1 の熱式流量計および図 8 B に示す比較例の熱式流量計の計測誤差の一例を示すグラフである。図 11 A に示すように、本実施形態の熱式流量計 300 では、図 8 A に示すように、被計測気体 30 の順流方向 F における第 1 通路 351 の流速が増加することで、被計測気体 30 の流速の脈動振幅が大きくなっても、計測される流速の誤差を抑制することができる。これに対し、比較例の熱式流量計では、図 8 B に示すように、被計測気体 30 の順流方向 F における第 1 通路 351 の流速が低下することで、被計測気体 30 の流速の脈動振幅が大きくなると、計測される流速の誤差が増大する。

[0072] 以上のように、本実施形態の熱式流量計 300 は、副通路 307 の計測用流路 341 において、流量計測部 451 の計測面 451 a 側に設けられた第 1 通路 351 の入口 351 a よりも、第 1 通路 351 における被計測気体 30 の順流方向 F の上流側に設けられた傾斜通路 361 が設けられている。そして、傾斜通路 361 は、流量計測部 451 よりも第 2 通路 352 側に、被計測気体 30 の順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜する第 1 傾斜面 371 を有している。

[0073] このような構成により、本実施形態の熱式流量計 300 は、傾斜通路 361 の第 1 傾斜面 371 によって、被計測気体 30 の順流方向 F の流れを第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向させることができる。これにより、被計測気体 30 の脈動時においても、第 1 通路 351 を順流方向 F に流れる被計測気体 30 の流量を従来よりも増加させることができる。したがって、本実施形態の熱式流量計 300 によれば、被計測気体 30 の脈動時においても、流量計測部 451 によって計測される流速が実際の流速よりも低下するのを抑制し、計測誤差を従来よりも減少させることができる。

[0074] また、本実施形態の熱式流量計 300 において、傾斜通路 361 は、図 5 に示すように、流量計測部 451 の計測面 451 a に垂直な方向（Z 軸方向

）において第１傾斜面３７１に対向する第２傾斜面３７２を有している。そして、第２傾斜面３７２は、第１傾斜面３７１と同様に、被計測気体３０の順流方向Ｆに対して第２通路３５２側から第１通路３５１側へ向けて傾斜している。これにより、傾斜通路３６１の第１傾斜面３７１によって偏向させた被計測気体３０の流れに渦が発生するのを抑制し、第１通路３５１を順流方向Ｆに流れる被計測気体３０の流量を増加させることができる。

[0075] また、本実施形態の熱式流量計３００において、被計測気体３０の順流方向Ｆに対する第２傾斜面３７２の傾斜角度 $\theta 2$ は、被計測気体３０の順流方向Ｆに対する第１傾斜面３７１の傾斜角度 $\theta 1$ よりも大きくなっている。これにより、傾斜通路３６１の第１傾斜面３７１によって偏向させた被計測気体３０の流れに渦が発生するのをより効果的に抑制し、第１通路３５１を順流方向Ｆに流れる被計測気体３０の流量を増加させることができる。また、流量計測部４５１の耐汚損性と、被計測気体３０の真の流速に対する熱式流量計３００の計測流速の低下を両立させることが可能になる。

[0076] また、第１傾斜面３７１の傾斜角度 $\theta 1$ と第２傾斜面３７２の傾斜角度 $\theta 2$ との角度差を、たとえば、 3° 以上かつ 15° 以下とすることで、拡張された管で発生しやすい渦を抑制することができる。すなわち、傾斜通路３６１が拡張する角度を緩やかにして、計測用流路３４１における被計測気体３０の流れを整流し、第１通路３５１および第２通路３５２における被計測気体３０の流れを安定化させることができる。

[0077] また、本実施形態の熱式流量計３００において、副通路３０７は、傾斜通路３６１よりも被計測気体３０の順流方向Ｆの上流側の部分が、流量計測部４５１の計測面４５１ａに垂直な方向（Ｚ軸方向）において第１通路３５１よりも第２通路３５２側に設けられている。

[0078] そのため、図８Ｂに示すように、傾斜通路３６１に第１傾斜面３７１を有しない場合には、第２通路３５２を流れる被計測気体３０の流速が第１通路３５１を流れる被計測気体３０の流速よりも大きくなり、第１通路３５１を流れる被計測気体３０の流速が低下する。しかし、傾斜通路３６１に第１傾

斜面 371 を有することで、被計測気体 30 の順流方向 F の流れを第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向させ、第 1 通路 351 を順流方向 F に流れる流体の流速を増加させることができる。

[0079] また、本実施形態の熱式流量計 300 では、図 5 に示すように、第 1 傾斜面 371 の延長線 L1 と計測面 451a の延長線 L2 とが、計測面 451a よりも被計測気体 30 の順流方向 F の上流側で交差している。これにより、第 1 傾斜面 371 に沿って流れることで第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向された被計測気体 30 が第 1 通路 351 に導入されやすくなる。また、第 1 傾斜面 371 の延長線 L1 と計測面 451a の延長線 L2 とが、回路パッケージ 400 の流路露出部 430 の上流側の端部よりも上流側で交差する場合には、偏向された被計測気体 30 が第 1 通路 351 により導入されやすくなる。

[0080] 以上説明したように、本実施形態の熱式流量計 300 によれば、被計測気体 30 の脈動時においても、流量計測部 451 によって計測される流速が実際の流速よりも低下するのを抑制し、計測誤差を従来よりも減少させることができる。

[0081] (実施形態 2)

次に、本発明の熱式流量計の実施形態 2 について、図 1 から図 4 B および図 6 A から図 7 B を援用し、図 12 を用いて説明する。図 12 は、前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 の図 5 に相当する本実施形態の熱式流量計の副通路 307 の模式的な展開図である。

[0082] 以下、本実施形態の熱式流量計について、図 5 に示す前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 との相違点を中心に説明する。以下に説明する構成以外については、本実施形態の熱式流量計は、前述の実施形態 1 の熱式流量計と同様の構成を有している。そのため、実施形態 1 の熱式流量計 300 と同様の部分には同一の符号を付して、説明を適宜省略する。

[0083] 図 12 に示すように、本実施形態の熱式流量計は、筐体 310 の厚さ方向 (Z 軸方向) において対向する副通路 307 の壁面のうち、第 2 通路 352

側の壁面に、筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）に突出する凸部 381 が設けられている。凸部 381 は、第 1 傾斜面 371 を有している。この第 1 傾斜面 371 が設けられた範囲が、本実施形態の熱式流量計の副通路 307 における傾斜通路 361 である。

[0084] 図 12 に示す第 1 傾斜面 371 は、図 5 に示す第 1 傾斜面と同様に、流量計測部 451 よりも第 2 通路 352 側に設けられ、順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜している。また、図 12 に示す第 1 傾斜面 371 は、第 1 傾斜面 371 の延長線 L1 と計測面 451a の延長線 L2 とが、計測面 451a よりも順流方向 F の上流側で、かつ、流量計測部 451 の支持部としての回路パッケージ 400 の流路露出部 430 よりも順流方向 F の上流側で交差している。

[0085] また、本実施形態の熱式流量計は、副通路 307 の傾斜通路 361 に第 2 傾斜面 372 を有さず、副通路 307 の傾斜通路 361 よりも順流方向 F の上流側の部分が、計測面 451a に垂直な方向において第 1 通路 351 よりも第 2 通路 352 側に設けられていない。

[0086] しかし、本実施形態の熱式流量計は、実施形態 1 の熱式流量計 300 と同様に、副通路 307 に第 1 通路 351 と第 2 通路 352 と傾斜通路 361 とを有し、傾斜通路 361 は、流量計測部 451 よりも第 2 通路 352 側に、順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜する第 1 傾斜面 371 を有している。

[0087] したがって、本実施形態の熱式流量計によれば、傾斜通路 361 の第 1 傾斜面 371 によって、被計測気体 30 の順流方向 F の流れを第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向させることができ、前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 と同様の効果を得ることができる。

[0088] （実施形態 3）

次に、本発明の熱式流量計の実施形態 3 について、図 1 から図 4 B および図 6 A から図 7 B を援用し、図 13 を用いて説明する。図 13 は、前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 の図 5 に相当する本実施形態の熱式流量計の副

通路 307 の模式的な展開図である。

[0089] 以下、本実施形態の熱式流量計について、図 12 に示す前述の実施形態 2 の熱式流量計 300 との相違点を中心に説明する。以下に説明する構成以外については、本実施形態の熱式流量計は、前述の実施形態 2 の熱式流量計と同様の構成を有している。そのため、実施形態 2 の熱式流量計および実施形態 1 の熱式流量計 300 と同様の部分には、同一の符号を付して説明を適宜省略する。

[0090] 図 13 に示すように、本実施形態の熱式流量計は、筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）において対向する副通路 307 の壁面のうち、第 2 通路 352 側の壁面 304a が、筐体 310 の厚さ方向（Z 軸方向）に突出している。この壁面 304a は、たとえば裏カバー 304 の背面を突出させることで設けられている。副通路 307 における被計測気体 30 の順流方向 F の上流側の壁面 304a の端部には、第 1 傾斜面 371 が設けられている。この第 1 傾斜面 371 が設けられた範囲が、本実施形態の熱式流量計の副通路 307 における傾斜通路 361 である。

[0091] 本実施形態の熱式流量計は、図 5 に示す実施形態 1 の熱式流量計 300 および図 12 に示す実施形態 2 の熱式流量計と同様に、副通路 307 に第 1 通路 351 と第 2 通路 352 と傾斜通路 361 とを有し、傾斜通路 361 は、流量計測部 451 よりも第 2 通路 352 側に、順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜する第 1 傾斜面 371 を有している。

[0092] したがって、本実施形態の熱式流量計によれば、傾斜通路 361 の第 1 傾斜面 371 によって、被計測気体 30 の順流方向 F の流れを第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて偏向させることができ、前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 および実施形態 2 の熱式流量計と同様の効果を得ることができる。

[0093] （実施形態 4）

次に、本発明の熱式流量計の実施形態 4 について、図 1 から図 4 B および

図6 Aから図7 Bを援用し、図1 4を用いて説明する。図1 4は、前述の実施形態1の熱式流量計3 0 0の図5に相当する本実施形態の熱式流量計の副通路3 0 7の模式的な展開図である。

[0094] 以下、本実施形態の熱式流量計について、図1 2に示す前述の実施形態2の熱式流量計との相違点を中心に説明する。以下に説明する構成以外については、本実施形態の熱式流量計は、前述の実施形態2の熱式流量計と同様の構成を有している。そのため、実施形態2の熱式流量計および実施形態1の熱式流量計3 0 0と同様の部分には、同一の符号を付して説明を適宜省略する。

[0095] 図1 4に示すように、本実施形態の熱式流量計は、流量計測部4 5 1の支持部としての回路パッケージ4 0 0の流路露出部4 3 0が、第1通路3 5 1における被計測気体3 0の順流方向F（X軸負方向）に対して傾斜して設けられている。より具体的には、流路露出部4 3 0の第1通路3 5 1側の表面4 3 1が、順流方向Fに対して第2通路3 5 2側から第1通路3 5 1側へ向けて傾斜している。

[0096] なお、本実施形態の熱式流量計において、第1通路3 5 1は、副通路3 0 7内の回路パッケージ4 0 0の流路露出部4 3 0によって流量計測部4 5 1の計測面4 5 1 a側に設けられた通路のうち、筐体3 1 0の厚さ方向（Z軸方向）において計測面4 5 1 aに重なる部分である。

[0097] 本実施形態の熱式流量計では、順流方向Fに対して傾斜する流路露出部4 3 0の表面4 3 1のうち、第1通路3 5 1の入口よりも順流方向Fの上流側の部分が第1傾斜面3 7 1となっている。そして、流路露出部4 3 0によって流量計測部4 5 1の計測面4 5 1 a側に設けられた通路のうち、第1通路3 5 1の入口3 5 1 aよりも順流方向Fの上流側の部分が傾斜通路3 6 1となっている。

[0098] すなわち、本実施形態の熱式流量計は、実施形態2および実施形態3の熱式流量計と同様に、副通路3 0 7に第1通路3 5 1と第2通路3 5 2と傾斜通路3 6 1とを有し、傾斜通路3 6 1は、流量計測部4 5 1よりも第2通路

３５２側に、順流方向Ｆに対して第２通路３５２側から第１通路３５１側へ向けて傾斜する第１傾斜面３７１を有している。

[0099] したがって、本実施形態の熱式流量計によれば、傾斜通路３６１の第１傾斜面３７１によって、被計測気体３０の順流方向Ｆの流れを第２通路３５２側から第１通路３５１側へ向けて偏向させることができ、実施形態２および実施形態３の熱式流量計と同様の効果を得ることができる。

[0100] （実施形態５）

次に、本発明の熱式流量計の実施形態５について、図１から図４Ｂおよび図６Ａから図７Ｂを援用し、図１５を用いて説明する。図１５は、前述の実施形態１の熱式流量計３００の図５に相当する本実施形態の熱式流量計の副通路３０７の模式的な展開図である。

[0101] 以下、本実施形態の熱式流量計について、図５に示す前述の実施形態１の熱式流量計との相違点を中心に説明する。以下に説明する構成以外については、本実施形態の熱式流量計は、前述の実施形態１の熱式流量計３００と同様の構成を有している。そのため、実施形態１の熱式流量計３００と同様の部分には、同一の符号を付して説明を適宜省略する。

[0102] 本実施形態の熱式流量計において、副通路３０７は、第１通路３５１の出口３５１ｂよりも順流方向Ｆの下流側に第２傾斜通路３６２を有している。第２傾斜通路３６２は、流量計測部４５１よりも第１通路３５１側に、順流方向Ｆに対して第１通路３５１側から第２通路３５２側へ向けて傾斜する第３傾斜面３７３を有している。

[0103] また、本実施形態の熱式流量計において、第２傾斜通路３６２は、計測面４５１ａに垂直な方向（Ｚ軸方向）において第３傾斜面３７３に対向する第４傾斜面３７４を有している。第４傾斜面３７４は、順流方向Ｆに対して第２通路３５２側から第１通路３５１側へ向けて傾斜している。

[0104] さらに、本実施形態の熱式流量計において、副通路３０７は、第２傾斜通路３６２よりも順流方向Ｆの下流側の部分が、計測面４５１ａに垂直な方向（Ｚ軸方向）において第２通路３５２よりも第１通路３５１側に設けられて

いる。換言すると、副通路 307 は、計測用流路 341 の順流方向 F の上流側と下流側に、流量計測部 451 上の点に対して点対称の構成を有する傾斜通路 361 と第 2 傾斜通路 362 とを有している。

[0105] 本実施形態の熱式流量計は、前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 と同様の構成を有することで、前述の実施形態 1 の熱式流量計 300 と同様の効果を得られる。加えて、本実施形態の熱式流量計は、第 2 傾斜通路 362 を有することで、計測用流路 341 の被計測気体 30 の順流方向 F の下流側から、順流方向 F と逆の逆流方向 R に流れる被計測気体 30 を、第 3 傾斜面 373 によって第 1 通路 351 側から第 2 通路 352 側へ向けて偏向させることができる。

[0106] これにより、被計測気体 30 の脈動時において、第 2 通路 352 を逆流方向 R（X 軸正方向）に流れる被計測気体 30 の流量を従来よりも増加させ、第 1 通路 351 を逆流方向 R に流れる被計測気体 30 の流速を従来よりも減少させることができる。これにより、図 10 に破線で示す流速の波形の負のピークをプラス側にシフトさせ、熱式流量計によって計測される流速の平均値 V_1 を、実際の被計測気体 30 の流速の平均値 V_0 により近付けることができる。

[0107] さらに、本実施形態の熱式流量計において、第 2 傾斜通路 362 は、第 3 傾斜面 373 に対向し、順流方向 F に対して第 2 通路 352 側から第 1 通路 351 側へ向けて傾斜する第 4 傾斜面 374 を有している。これにより、第 2 傾斜通路 362 の第 3 傾斜面 373 によって偏向させた被計測気体 30 の逆流方向 R の流れに渦が発生するのを抑制し、第 2 通路 352 を逆流方向 R に流れる被計測気体 30 の流量を増加させることができる。

[0108] したがって、本実施形態の熱式流量計によれば、被計測気体 30 の脈動時においても、流量計測部 451 によって計測される流速が実際の流速よりも低下するのをより効果的に抑制し、計測誤差を従来よりも減少させることができる。

[0109] 以上、図面を用いて本発明の実施の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、本発明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、それらは本発明に含まれるものである。

符号の説明

[0110]	3 0	被計測気体（流体）
	1 2 4	主通路
	3 0 0	熱式流量計
	3 0 7	副通路
	3 0 7 A	直線通路
	3 0 7 B	分岐通路
	3 1 0	筐体
	3 1 2	第1 出口（排出口）
	3 5 1	第1 通路
	3 5 1 a	入口
	3 5 1 b	第1 通路の出口
	3 5 2	第2 通路
	3 6 1	傾斜通路
	3 6 2	第2 傾斜通路
	3 7 1	第1 傾斜面
	3 7 2	第2 傾斜面
	3 7 3	第3 傾斜面
	3 7 4	第4 傾斜面
	4 5 1	流量計測部
	4 5 1 a	計測面
	4 5 1 b	背面
	F	順流方向
	L 1	第1 傾斜面の延長線
	L 2	計測面の延長線
	θ 1	第1 傾斜面の傾斜角度

$\theta 2$ 第2傾斜面の傾斜角度

請求の範囲

- [請求項1] 主通路を流れる流体の一部を取りこむ副通路と、該副通路内に配置された流量計測部と、を備えた熱式流量計であって、
- 前記副通路は、前記流量計測部の計測面側に設けられた第1通路と、前記流量計測部の背面側に設けられた第2通路と、前記第1通路の入口よりも前記第1通路における前記流体の順流方向の上流側に設けられた傾斜通路と、を有し、
- 前記傾斜通路は、前記流量計測部よりも第2通路側に、前記順流方向に対して前記第2通路側から第1通路側へ向けて傾斜する第1傾斜面を有することを特徴とする熱式流量計。
- [請求項2] 前記傾斜通路は、前記流量計測部の計測面に垂直な方向において前記第1傾斜面に対向する第2傾斜面を有し、
- 前記第2傾斜面は、前記順流方向に対して前記第2通路側から前記第1通路側へ向けて傾斜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3] 前記順流方向に対する前記第2傾斜面の傾斜角度は、前記順流方向に対する前記第1傾斜面の傾斜角度よりも大きいことを特徴とする請求項2に記載の熱式流量計。
- [請求項4] 前記副通路は、前記傾斜通路よりも前記順流方向の上流側の部分が、前記流量計測部の計測面に垂直な方向において前記第1通路よりも前記第2通路側に設けら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5] 前記副通路は、前記順流方向に平行で前記流量計測部の計測面に垂直な断面において、前記第1傾斜面の延長線と前記計測面の延長線とが、前記流量計測面よりも前記順流方向の上流側で交差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6] 前記副通路は、前記主通路を流れる前記流体の一部を取りこむ直線通路と、該直線通路を流れる前記流体の一部を排出する排出口と、該

排出口よりも前記直線通路を流れる前記流体の順流方向の上流側で前記直線通路から分岐する分岐通路と、を有し、

前記第 1 通路、前記第 2 通路、および前記傾斜通路は、前記分岐通路に設けら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7] 前記主通路内に配置され前記副通路を画定する扁平な筐体を備え、前記流量計測部の計測面は、前記筐体の厚さ方向に垂直であることを特徴とする請求項 1 に記載の熱式流量計。

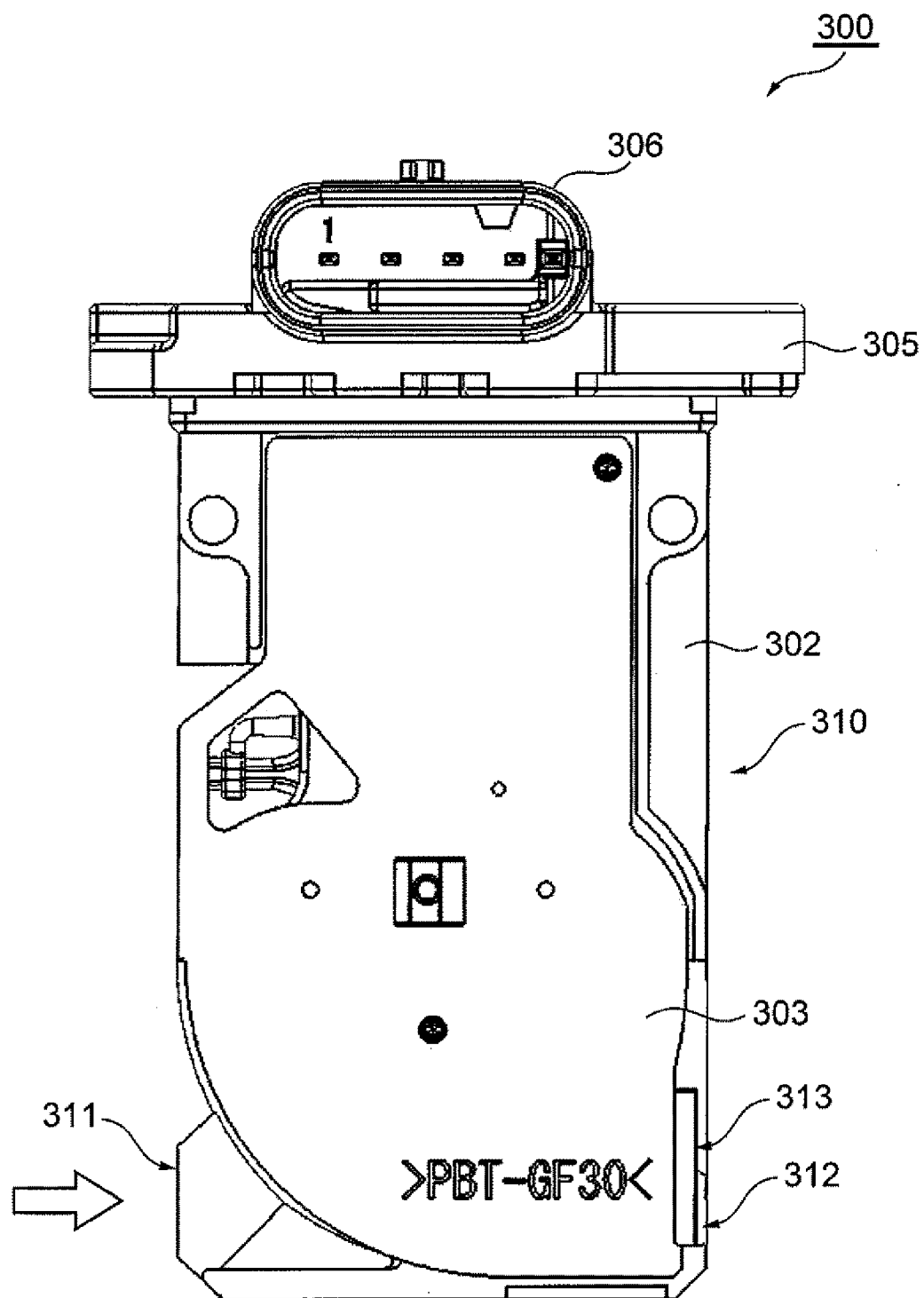
[請求項8] 前記副通路は、前記第 1 通路の出口よりも前記順流方向の下流側に第 2 傾斜通路を有し、

前記第 2 傾斜通路は、前記流量計測部よりも前記第 1 通路側に、前記順流方向に対して前記第 1 通路側から前記第 2 通路側へ向けて傾斜する第 3 傾斜面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の熱式流量計。

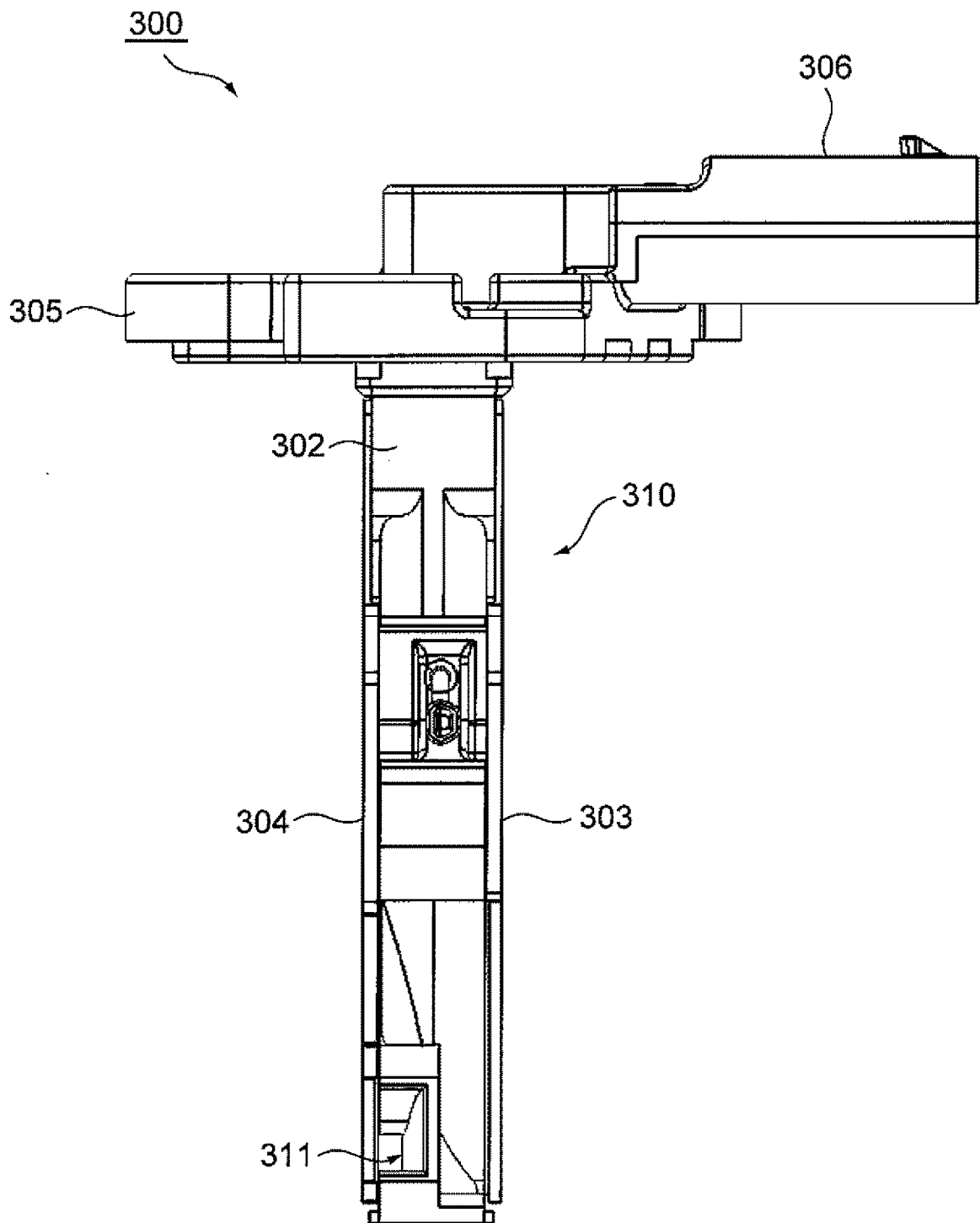
[請求項9] 前記第 2 傾斜通路は、前記流量計測部の計測面に垂直な方向において前記第 3 傾斜面に対向する第 4 傾斜面を有し、

前記第 4 傾斜面は、前記順流方向に対して前記第 2 通路側から前記第 1 通路側へ向けて傾斜することを特徴とする請求項 8 に記載の熱式流量計。

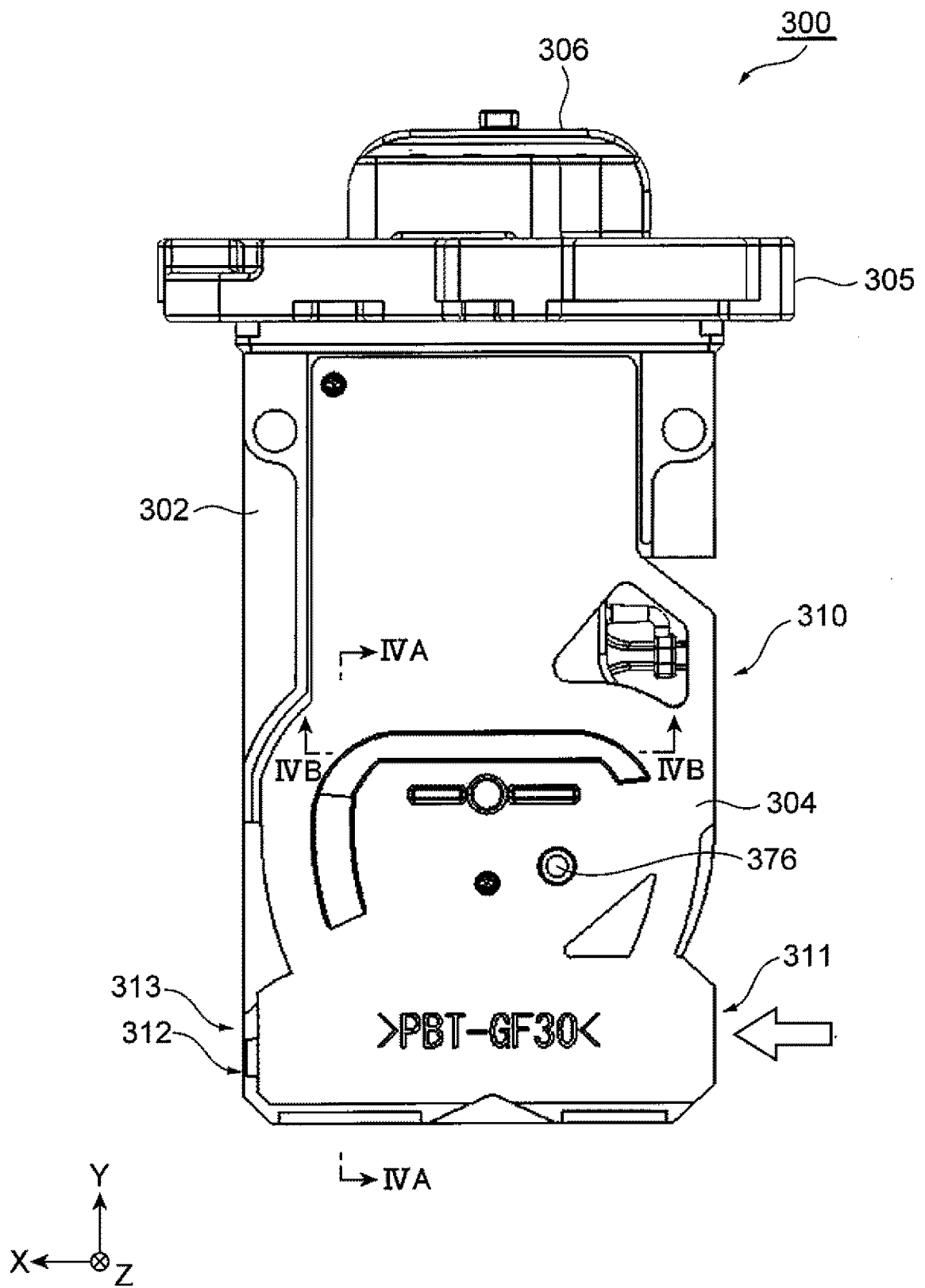
[図2A]



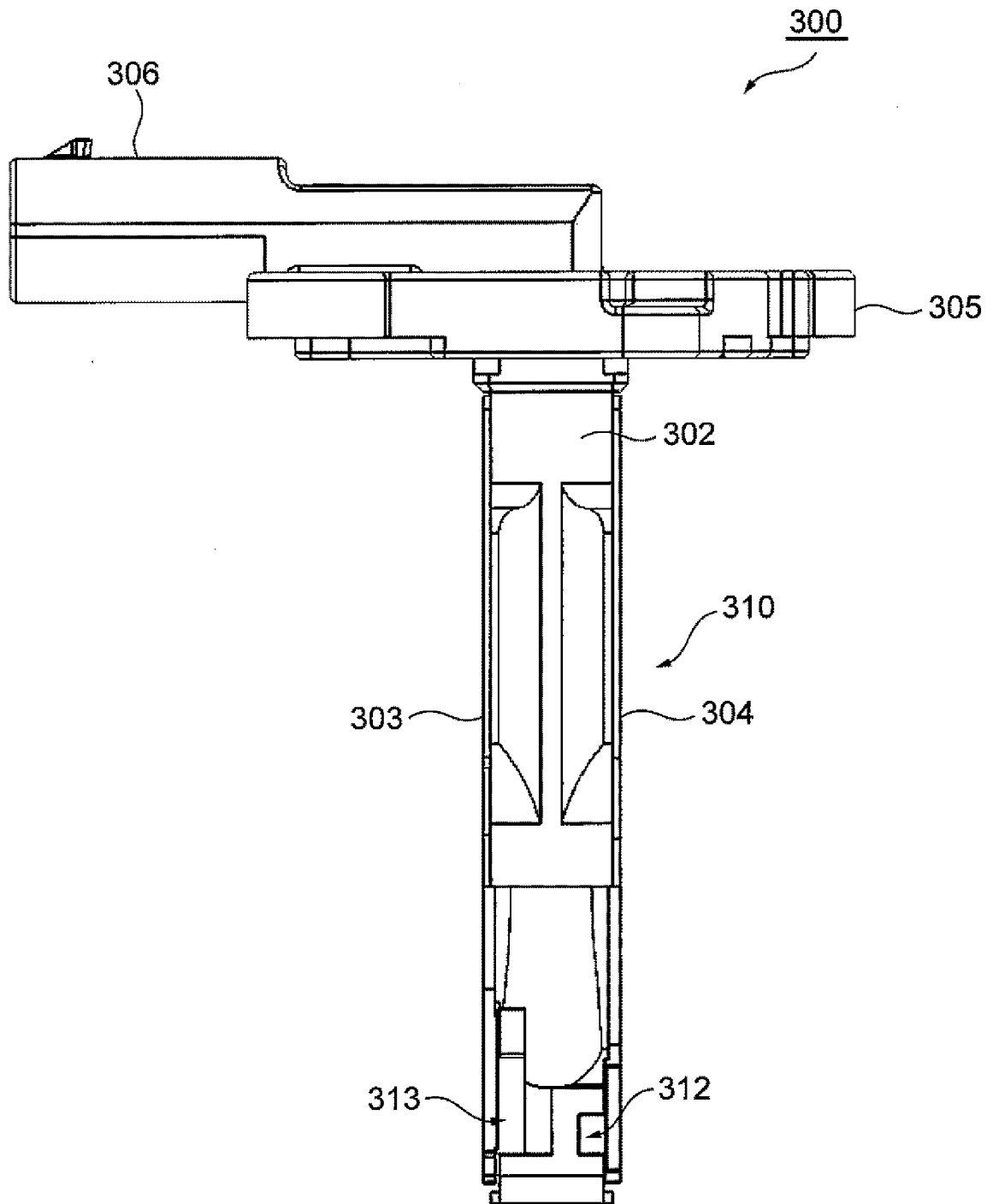
[図2B]



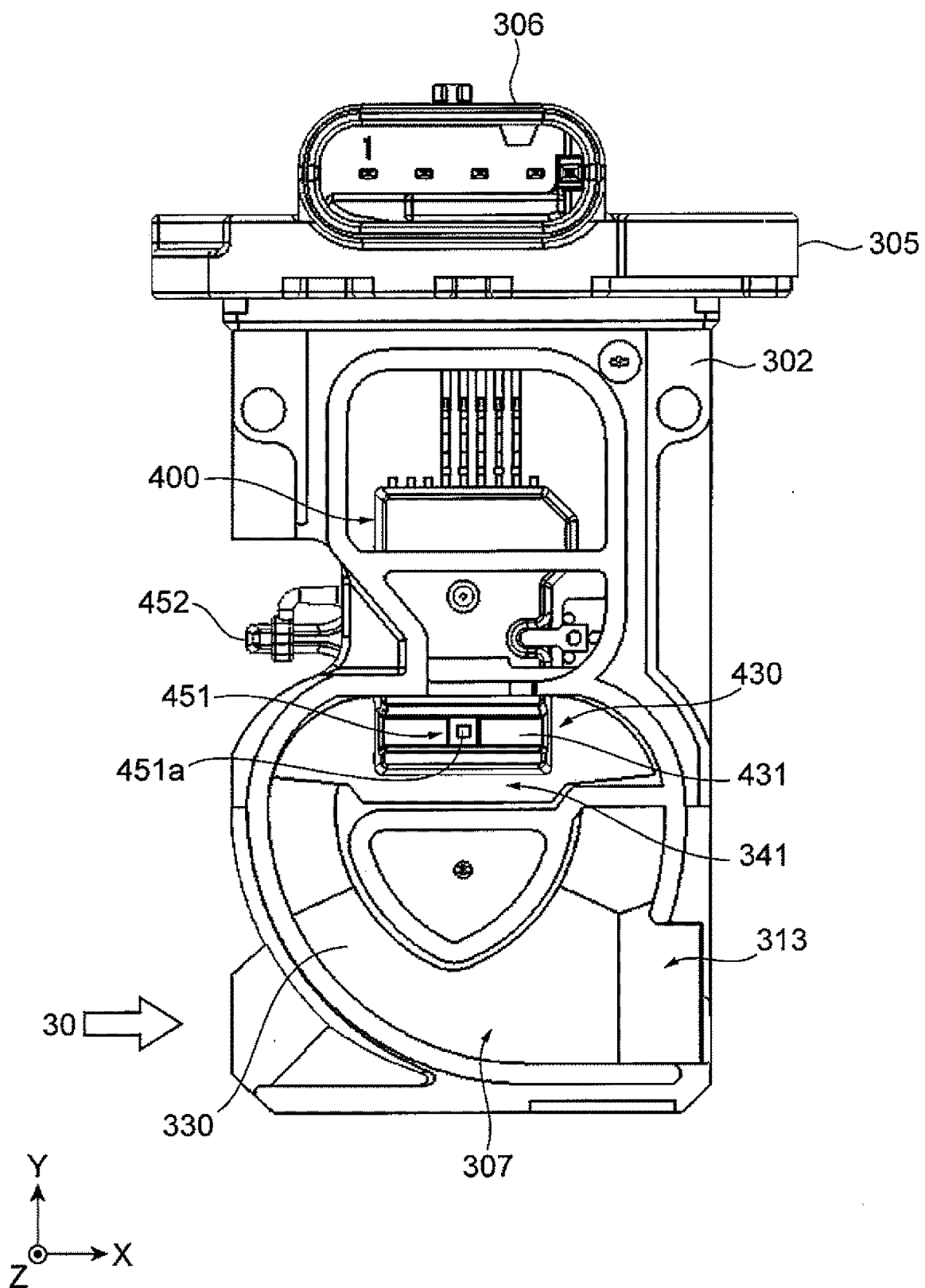
[図2C]



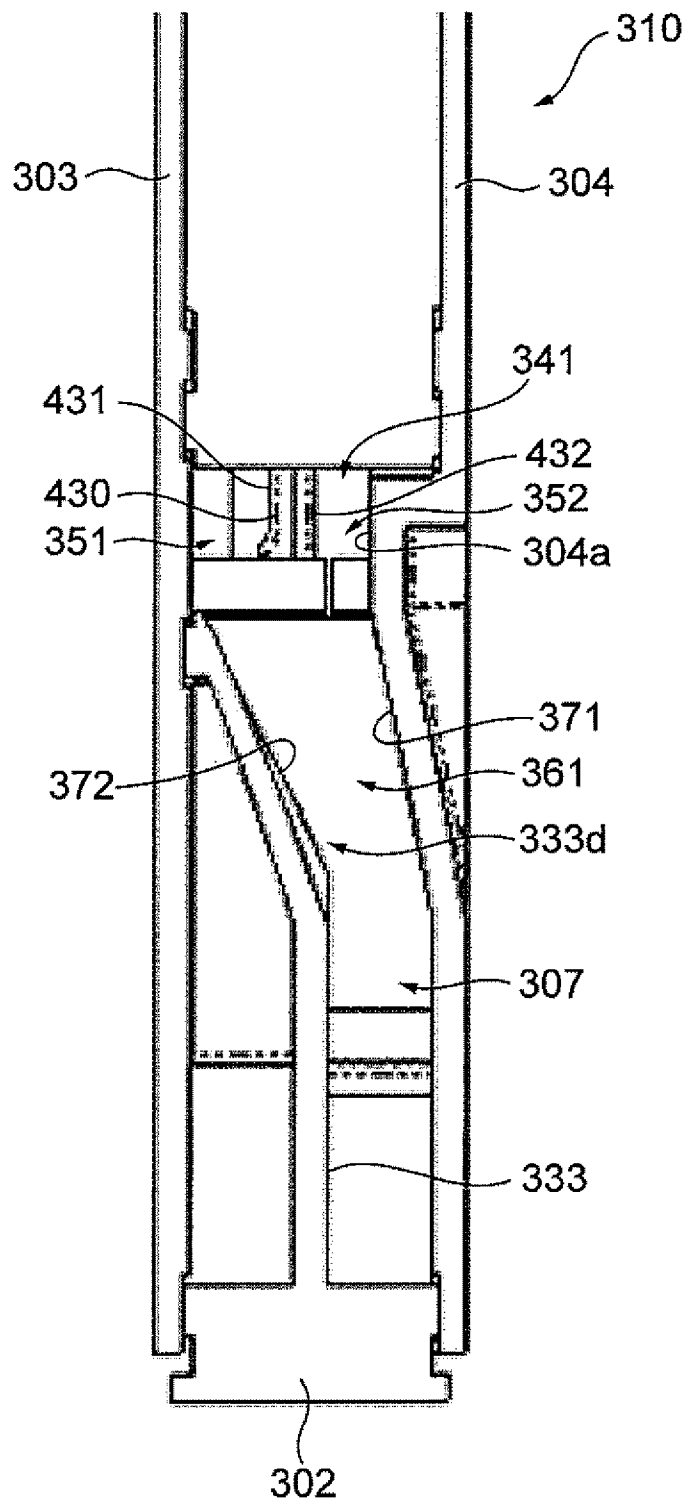
[図2D]



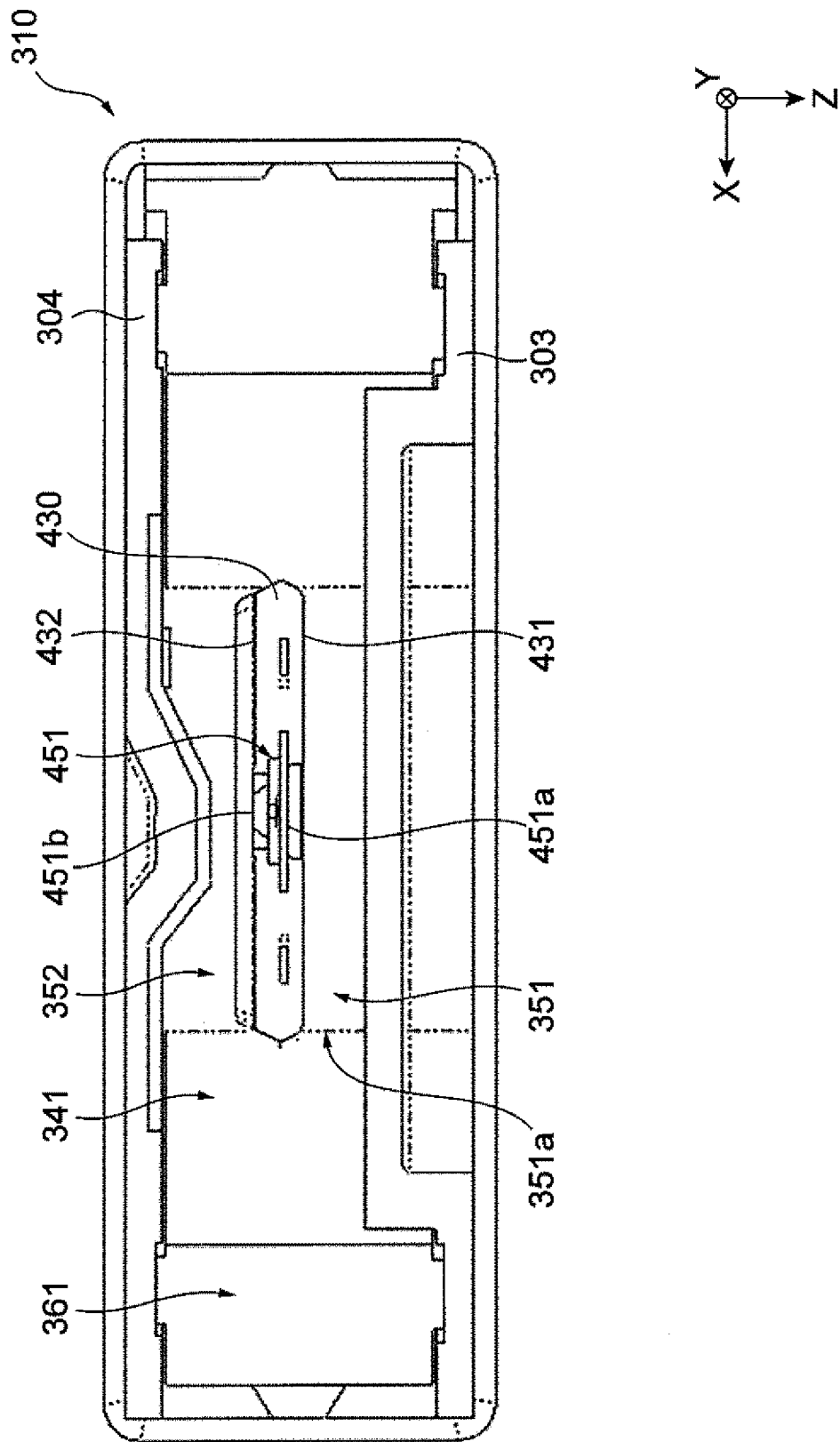
[図3A]



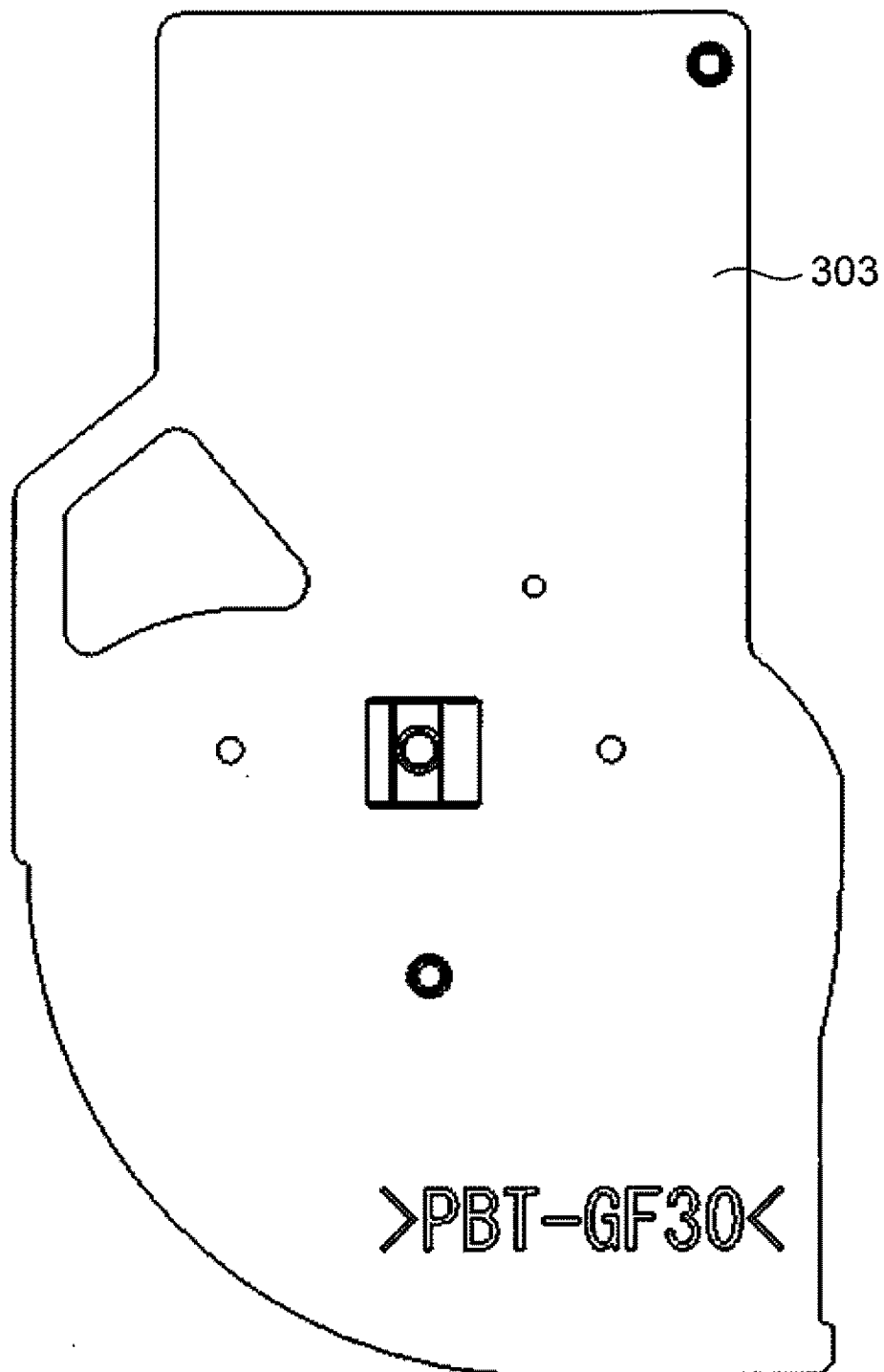
[図4A]



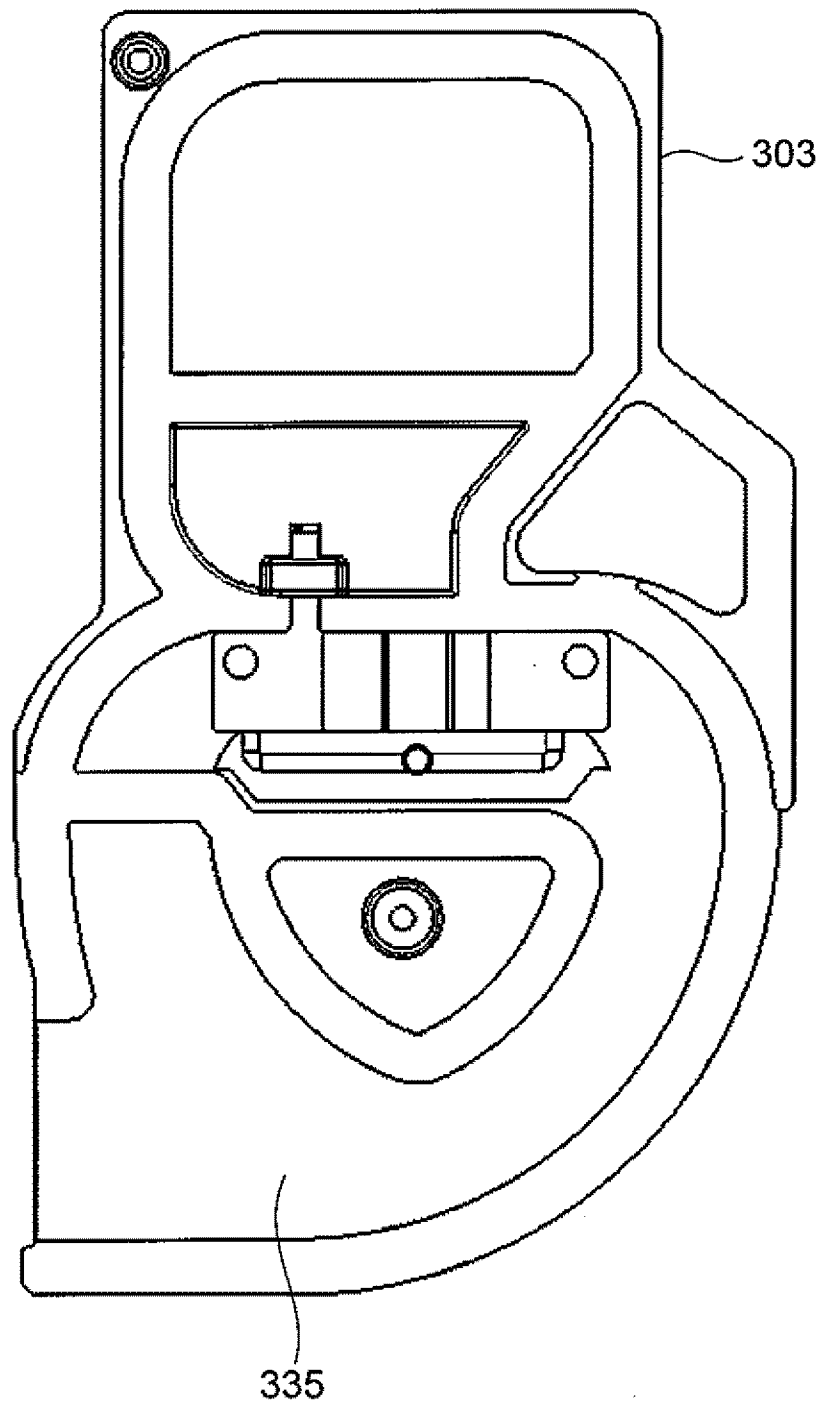
[図4B]



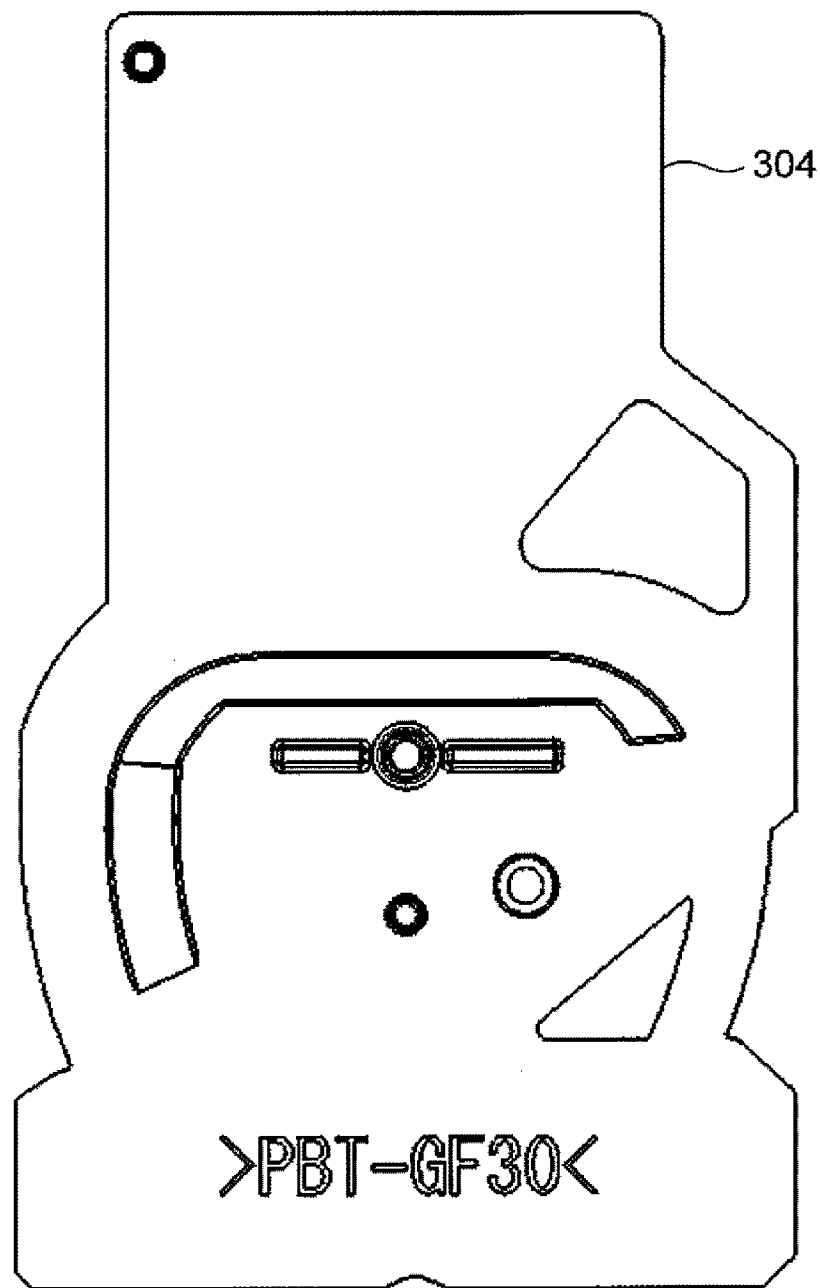
[図6A]



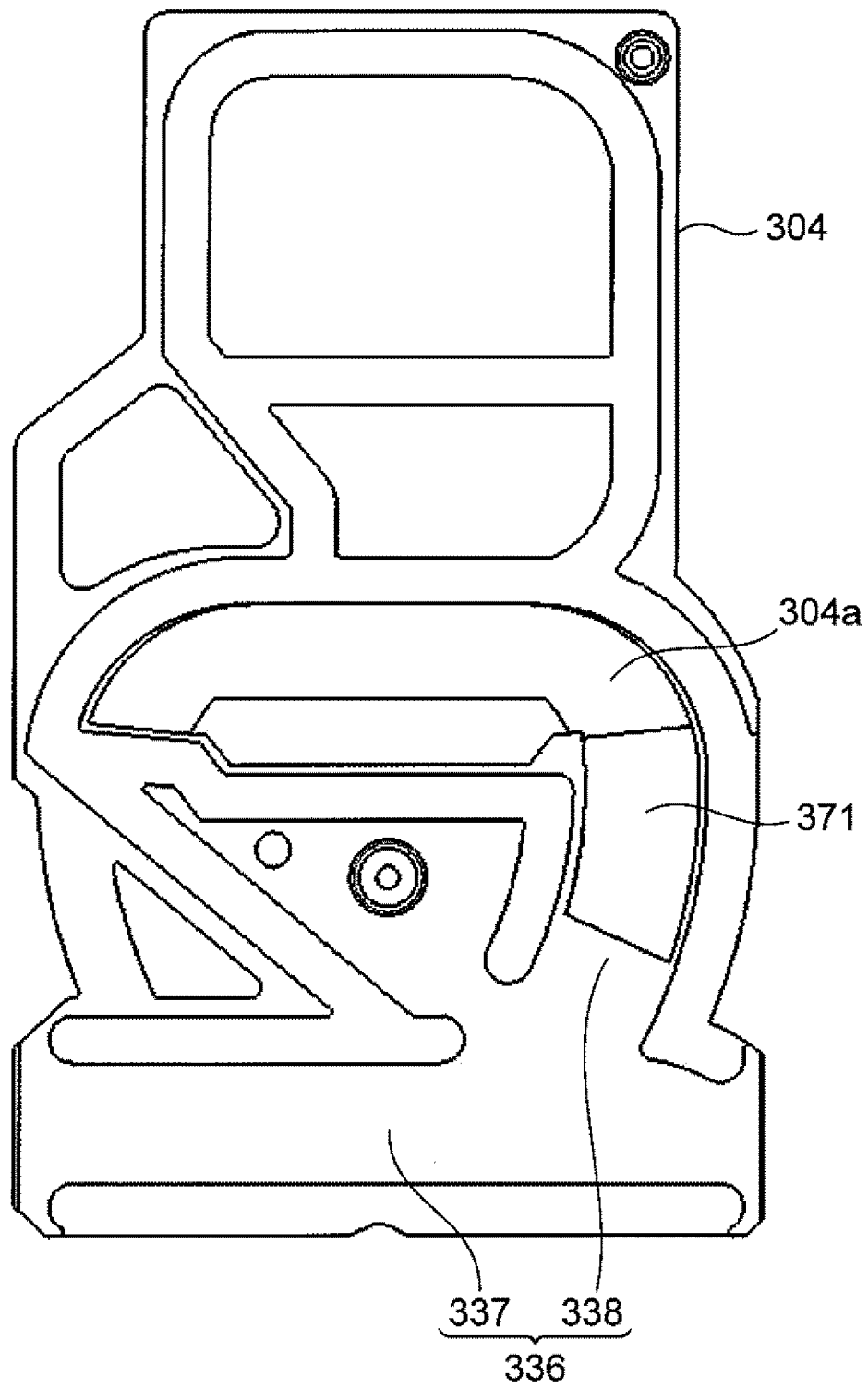
[図6B]



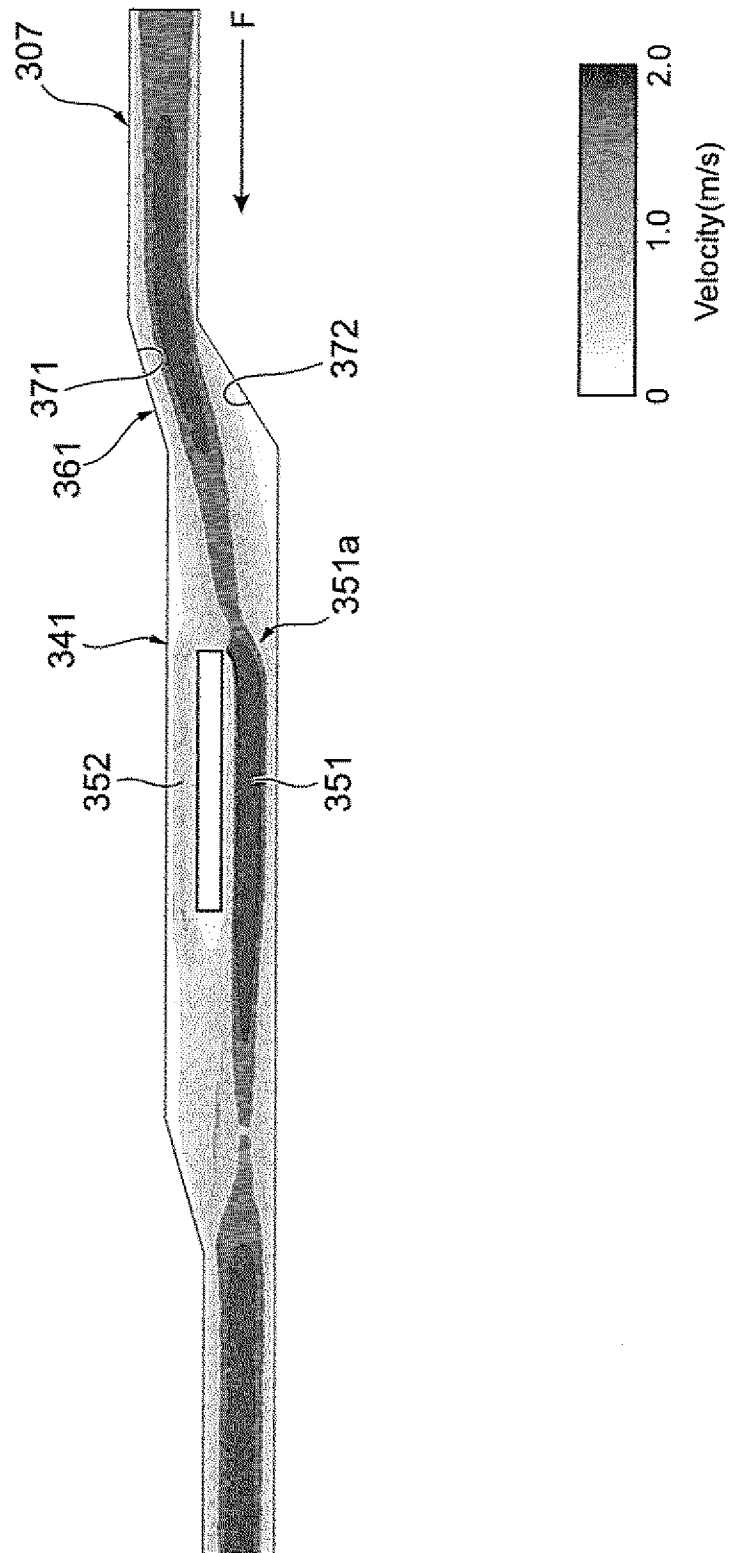
[図7A]



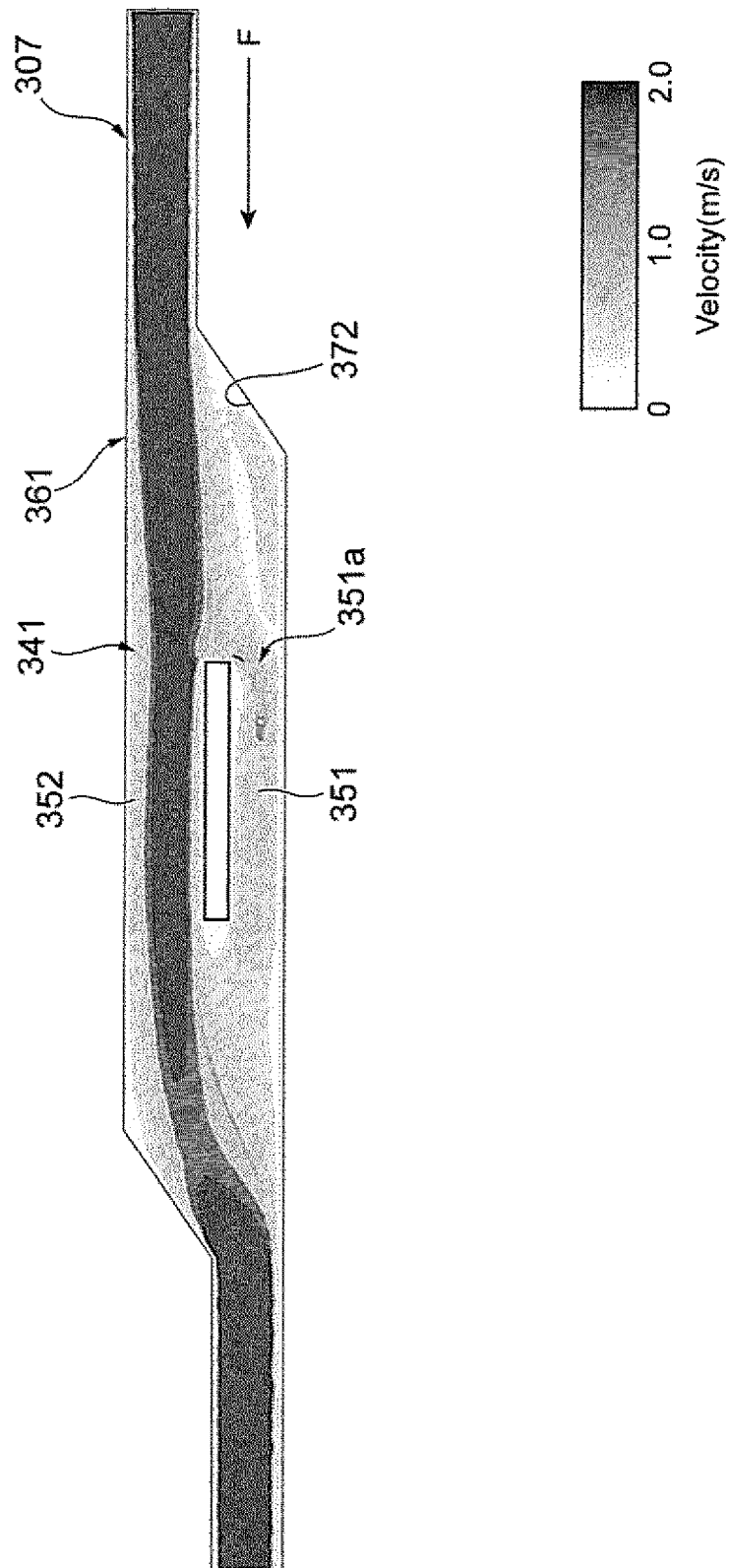
[図7B]



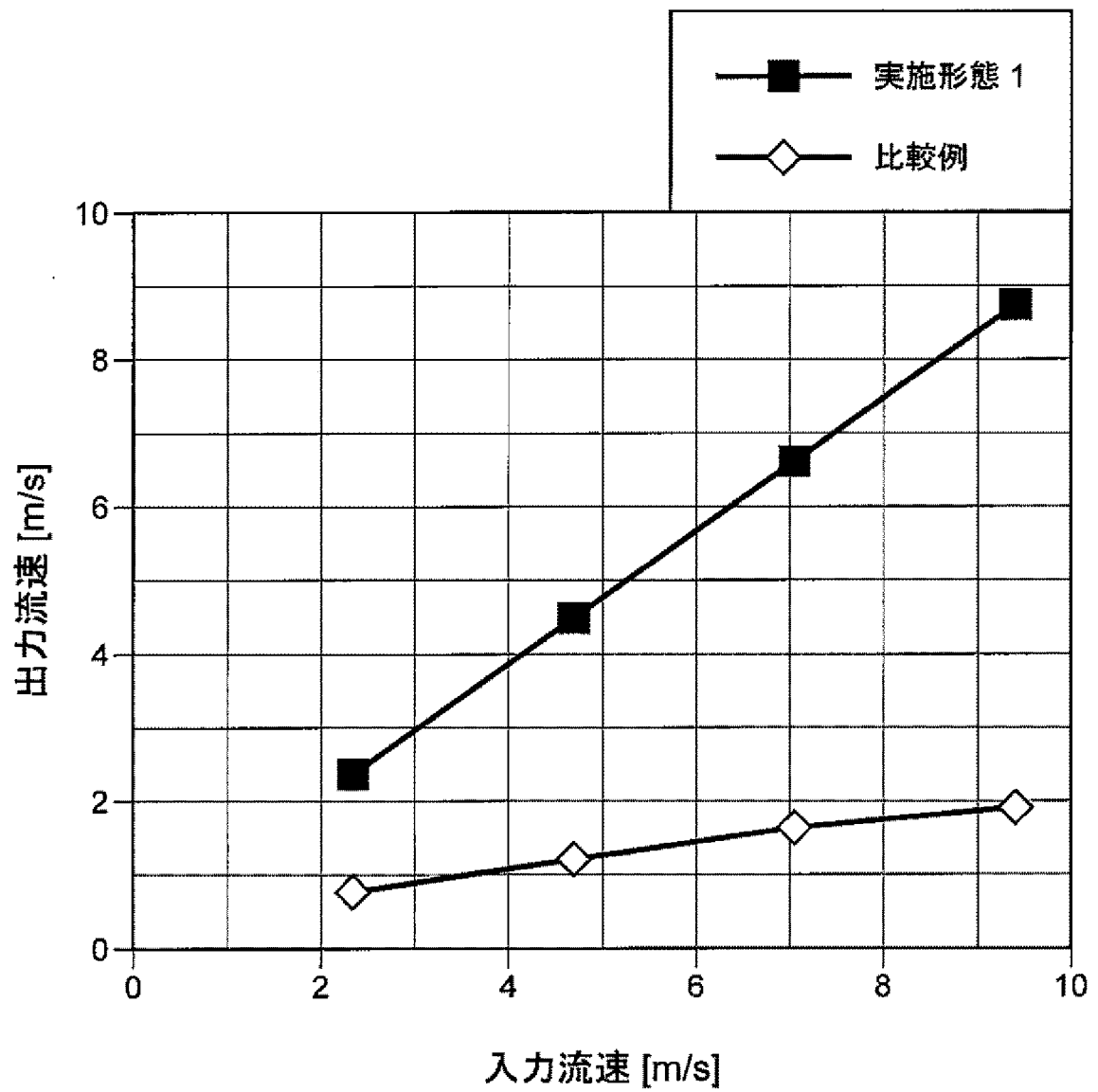
[図8A]



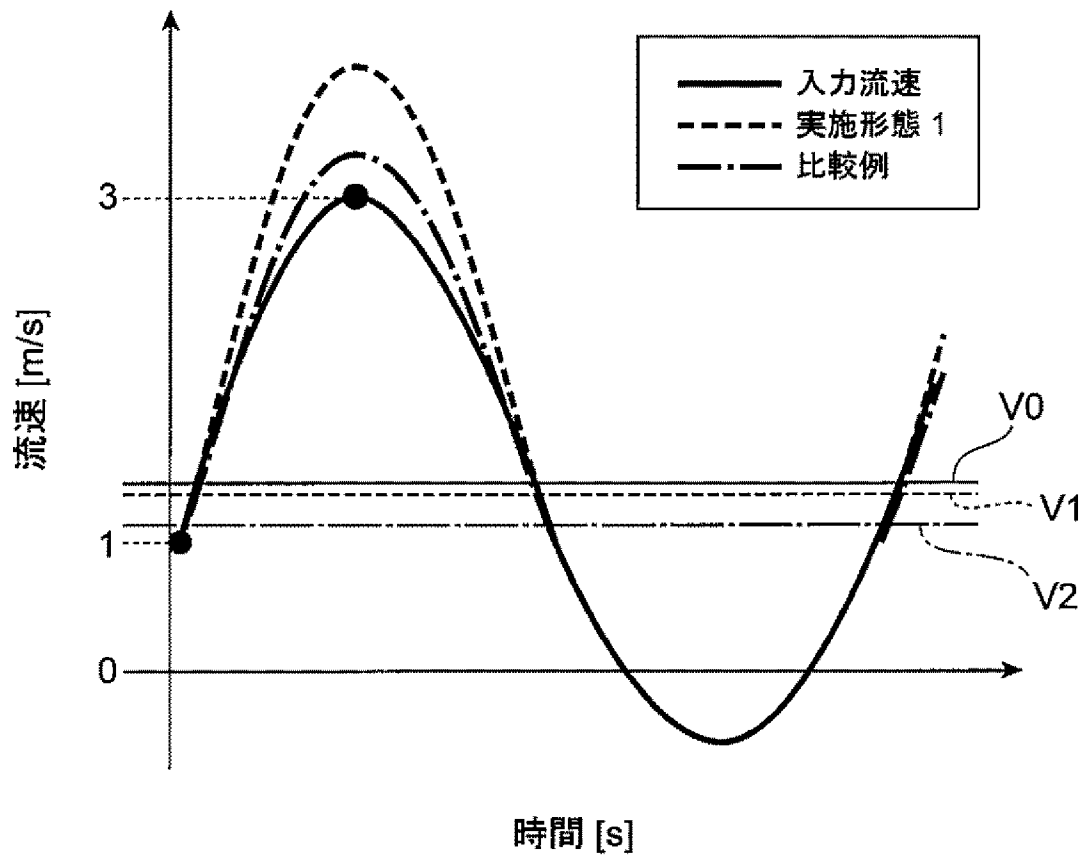
[図8B]



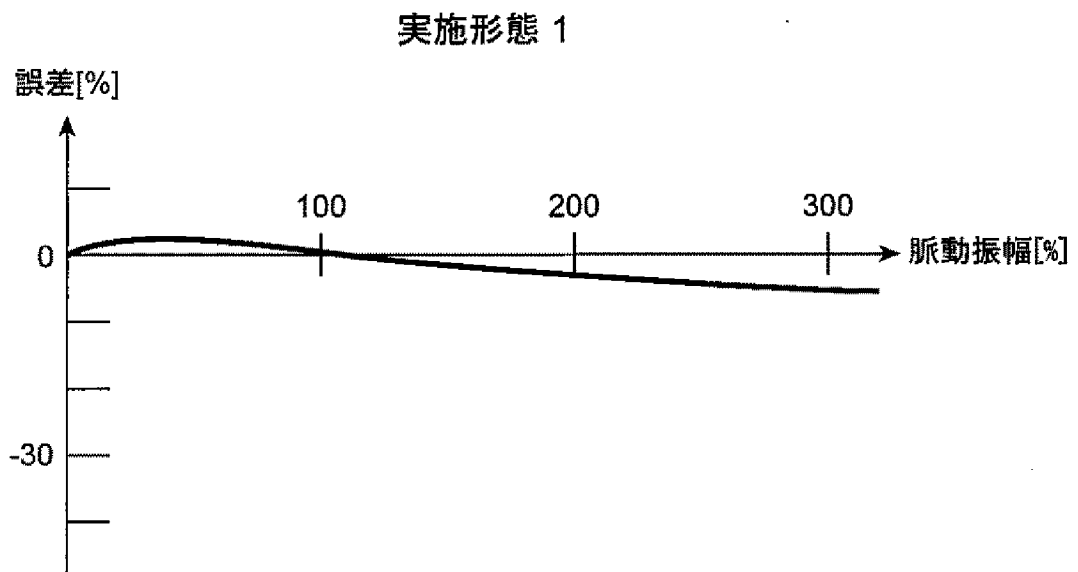
[図9]



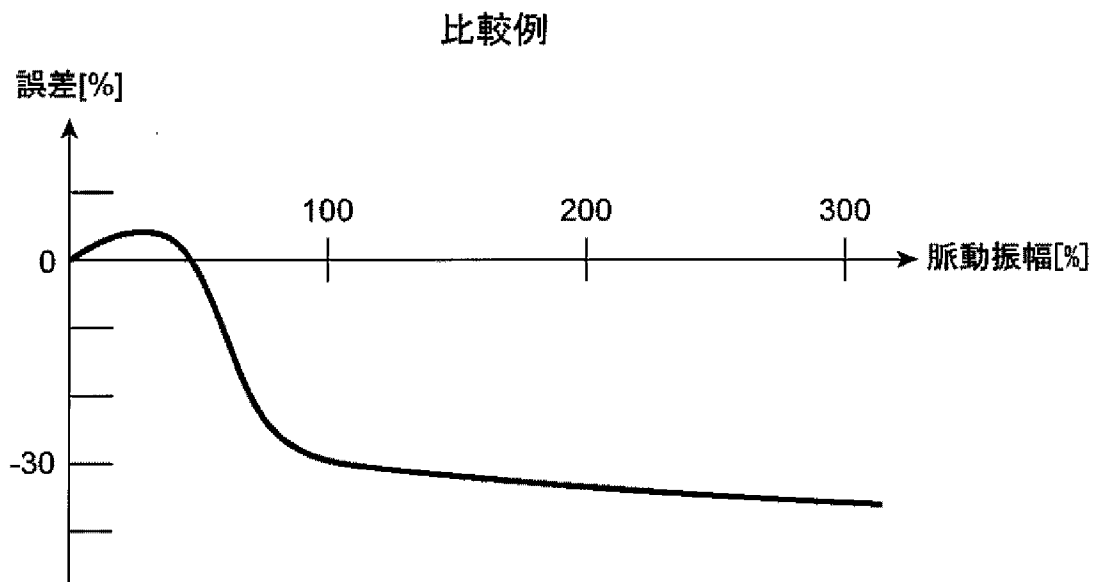
[図10]



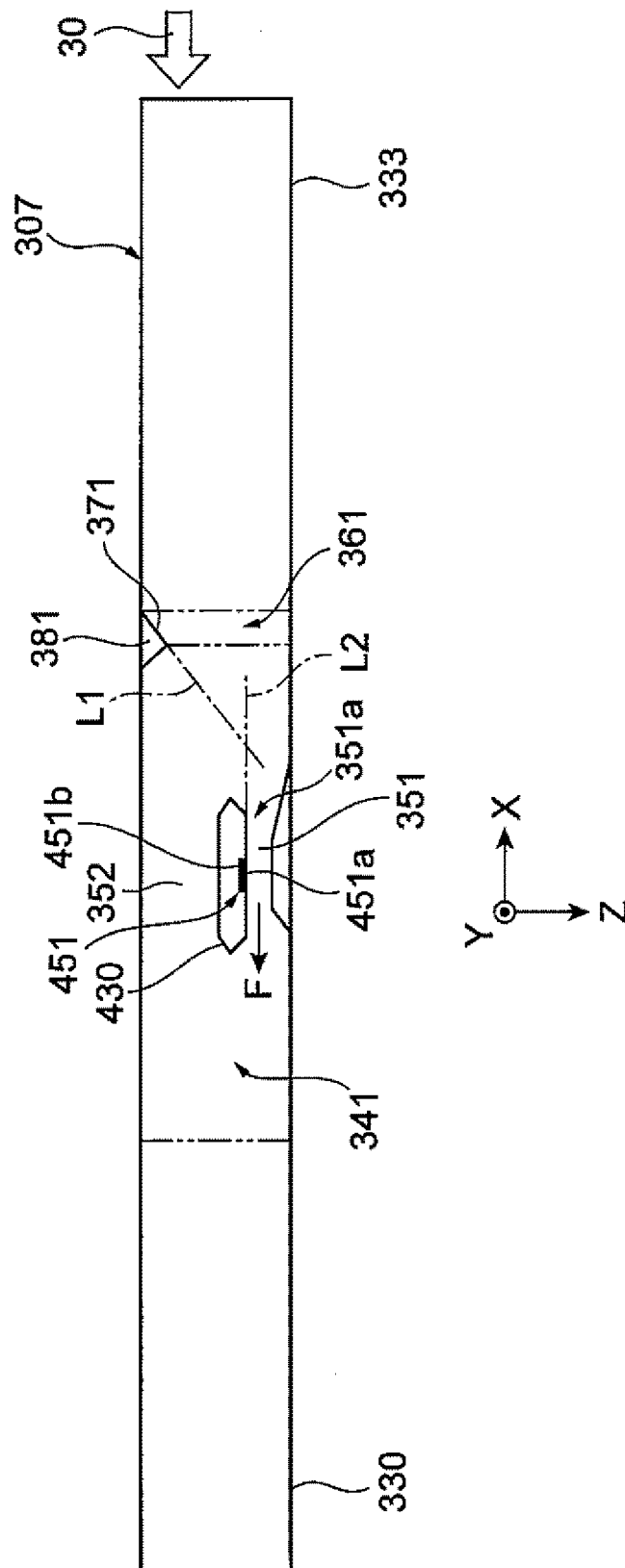
[図11A]



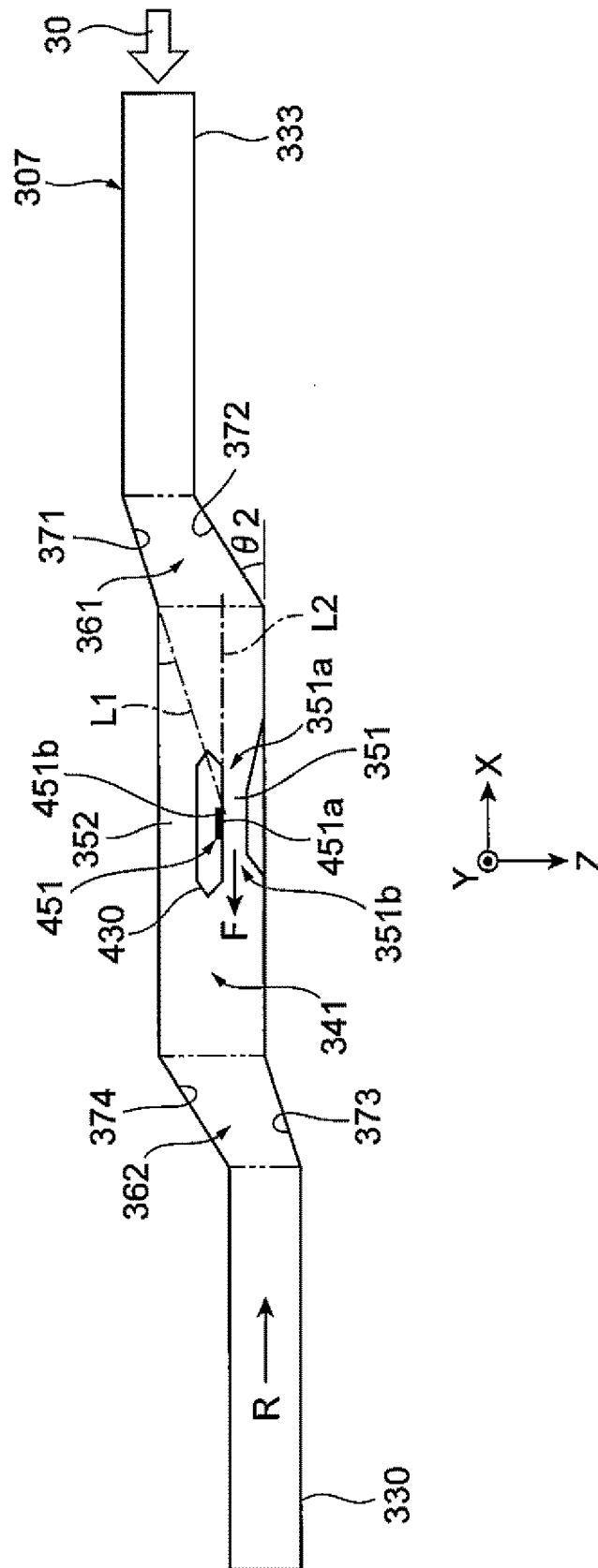
[図11B]



[図12]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F1/684(2006.01)i, G01F1/00(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)

G01F1/684, G01F1/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y A	JP 9-329473 A (Unisia Jecs Corp.), 22 December 1997 (22.12.1997), paragraphs [0001], [0023] to [0056]; all drawings (Family: none)	1, 7-8 6 2-5, 9
Y A	WO 2015/045435 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 02 April 2015 (02.04.2015), paragraphs [0001] to [0008], [0019] to [0057]; fig. 1 to 6 (Family: none)	6 1-5, 7-9
A	US 2014/0174166 A1 (ROBERT BOSCH GMBH), 26 June 2014 (26.06.2014), entire text; all drawings & DE 102012224049 A1 & CN 103884392 A	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
20 June 2017 (20.06.17)

Date of mailing of the international search report
04 July 2017 (04.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01F1/684(2006.01)i, G01F1/00(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. G01F1/684, G01F1/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y A Y A A	JP 9-329473 A（株式会社ユニシアジェックス）1997.12.22, 段落 [0001], [0023]-[0056], 全図（ファミリーなし） WO 2015/045435 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2015.04.02, 段落[0001]-[0008], [0019]-[0057], 図1-6 （ファミリーなし） US 2014/0174166 A1（ROBERT BOSCH GMBH）2014.06.26, 全文, 全図 & DE 102012224049 A1 & CN 103884392 A	1, 7-8 6 2-5, 9 6 1-5, 7-9 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

20.06.2017

国際調査報告の発送日

04.07.2017

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）

鈴木 斉子

2 F

6000

電話番号 03-3581-1101 内線 3216