

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5738818号  
(P5738818)

(45) 発行日 平成27年6月24日(2015.6.24)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 F 1/684 (2006.01)** GO 1 F 1/68 1 O 1 B  
 GO 1 F 1/68 1 O 1 A

請求項の数 11 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2012-218118 (P2012-218118)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成24年9月28日(2012.9.28)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(65) 公開番号	特開2014-71032 (P2014-71032A)	(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
(43) 公開日	平成26年4月21日(2014.4.21)	(74) 代理人	100102576 弁理士 渡辺 敏章
審査請求日	平成26年5月21日(2014.5.21)	(72) 発明者	徳安 昇 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日 立オートモティブシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	田代 忍 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 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路内に配置され裏面に空隙が形成された流量検出素子と、を備える熱式流量計であって、

前記流量検出素子と該流量検出素子に電氣的に接続された金属端子とを有する回路パッケージと、

該回路パッケージを收容する筐体と、を有し、

前記回路パッケージには、前記空隙を前記回路パッケージの外部に通気する通気通路が形成され、

前記筐体は、前記副通路と前記回路パッケージの金属端子を收容する端子收容部とが区画されるように形成され、

前記流量検出素子に形成された空隙は、前記通気通路から前記端子收容部を經由して前記主通路に連通していることを特徴とする熱式流量計。

【請求項2】

前記端子收容部は、前記通気通路の前記端子收容部側の通気口と前記金属端子とを仕切る仕切り壁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3】

前記筐体には、前記空隙が前記端子收容部からさらに前記副通路を經由して前記主通路に連通するように、前記端子收容部と前記副通路とを連通する連通部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の熱式流量計。

10

20

## 【請求項 4】

前記連通部は、前記副通路のうち前記流量検出素子の表面側の通路に連通するように形成されている請求項 3 に記載の熱式流量計。

## 【請求項 5】

前記副通路のうち前記流量検出素子の表面側の通路には、前記流量検出素子表面に向かって突出した突起部が形成されており、

前記連通部には、前記突起部の側面と前記副通路の側壁との間の隙間に連通するように開口面が形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の熱式流量計。

## 【請求項 6】

前記副通路は湾曲した通路であり、前記連通部は、該湾曲した副通路の内周側と前記端子収容部とが連通するように形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の熱式流量計。

10

## 【請求項 7】

前記通気通路の端子収容部側の通気口は、前記流量検出素子の裏面側に形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の熱式流量計。

## 【請求項 8】

前記筐体には、前記端子収容部と前記主通路とを連通するように、前記主通路に面した位置に連通口を有した連通部が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の熱式流量計。

## 【請求項 9】

20

前記熱式流量計を取り付けるための取付け面と、前記主通路を形成する管の内壁面との間に、前記連通口が位置するように、前記連通部が形成されている請求項 8 に記載の熱式流量計。

## 【請求項 10】

主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路内に配置され裏面に空隙が形成された流量検出素子と、を備える熱式流量計であって、

前記流量検出素子と該流量検出素子に電気的に接続された金属端子とを有する回路パッケージと、

該回路パッケージを収容する筐体と、を有し、

前記回路パッケージには、前記空隙を前記回路パッケージの外部に通気する通気通路が形成され、

30

前記筐体には、前記副通路と前記回路パッケージの金属端子を収容する端子収容部とが区画されるように区画壁が形成され、

前記区画壁には、前記通気通路に連通した内部空間が形成されており、

前記筐体には、該流量検出素子に形成された空隙が、前記通気通路から前記内部空間を経由して前記副通路に連通するように、前記内部空間と前記副通路とを連通する連通部が形成されていることを特徴とする熱式流量計。

## 【請求項 11】

前記副通路は湾曲した通路であり、前記連通部は、該湾曲した副通路の内側と前記内部空間とが連通するように形成されていることを特徴とする請求項 10 に記載の熱式流量計

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は流量検出素子を備えた熱式流量計に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

気体の流量を計測する熱式流量計は流量を計測するための流量検出部を備え、前記流量検出部と計測対象である前記気体との間で熱伝達を行うことにより、前記気体の流量を計測するように構成されている。熱式流量計が計測する流量は色々な装置の重要な制御パラ

50

メータとして広く使用されている。熱式流量計の特徴は、他の方式の流量計に比べ相対的に高い精度で気体の流量、例えば質量流量を計測できることである。

【0003】

しかしさらに気体流量の計測精度の向上が望まれている。例えば、内燃機関を搭載した車両では、省燃費の要望や排気ガス浄化の要望が非常に高い。これら要望に応えるには、内燃機関の主要パラメータである吸入空気量を高い精度で計測することが求められている。内燃機関に導かれる吸入空気量を計測する熱式流量計は、吸入空気量の一部を取り込む副通路と前記副通路に配置された流量検出素子とを備え、前記流量検出素子が被計測気体との間で熱伝達を行うことにより、前記副通路を流れる被計測気体の状態を計測して、前記内燃機関に導かれる吸入空気量を表す電気信号を出力する（例えば特許文献1参照）。

10

【0004】

このような流量検出素子の裏面には、検出精度を高めるべく流量検出領域にダイヤフラムが形成されるように空隙が形成されている。流量検出素子は、LTC基板に搭載されており、LTC基板には、流量検出素子の空隙を前記検出素子の制御回路を収容した回路室に通気するための通気通路が形成され、回路室は、コネクタに形成された換気孔を介して外部に連通している（例えば特許文献2参照）。この技術によれば、流量検出素子の空隙を回路室および換気孔を介して外部に通気することができるので、空隙内の圧力変動等を抑制することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【特許文献1】特開2011-252796号公報

【特許文献2】特開2012-52975号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2に記載の熱式流量計の如く、コネクタに換気孔を設けた場合には、熱式流量計のコネクタに接続される外部コネクタの形状、大きさ、劣化度合い等によっては、コネクタ内部と大気との通気量にばらつきが生じる場合が考えられる。これにより、流量検出素子の空隙を含む空間の密閉度合いが異なり、出力特性が変化してしまう可能性がある。

30

そこで、本発明の目的は、計測精度を高めた熱式流量計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を鑑みて本発明に係る熱式流量計は、主通路から取り込まれた被計測気体を流すための副通路と、該副通路内に配置され裏面に空隙が形成された流量検出素子と、を備える。熱式流量計は、前記流量検出素子と該流量検出素子に電氣的に接続された金属端子とを有する回路パッケージと、該回路パッケージを収容する筐体と、を有し、前記回路パッケージには、前記空隙を前記回路パッケージの外部に通気する通気通路が形成され、前記筐体は、前記副通路と前記回路パッケージの金属端子を収容する端子収容部とが区画されるように形成される。前記流量検出素子に形成された空隙は、前記通気通路から少なくとも前記端子収容部、または、前記端子収容部と前記副通路とを区画する区画壁に形成された内部空間を經由して前記主通路に連通している。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る熱式流量計によれば、計測精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】内燃機関制御システムに本発明に係る熱式流量計を使用した一実施例を示すシステム図である。

50

【図 2】熱式流量計の外観を示す図であり、図 2 ( A ) は左側面図、図 2 ( B ) は正面図である。

【図 3】熱式流量計の外観を示す図であり、図 3 ( A ) は右側面図、図 3 ( B ) は背面図である。

【図 4】熱式流量計の外観を示す図であり、図 4 ( A ) は平面図、図 4 ( B ) は下面図である。

【図 5】熱式流量計のハウジングを示す図であり、図 5 ( A ) はハウジングの左側面図であり、図 5 ( B ) はハウジングの正面図である。

【図 6】熱式流量計のハウジングを示す図であり、図 6 ( A ) はハウジングの右側面図であり、図 6 ( B ) はハウジングの背面図である。

10

【図 7】副通路に配置された流路面の状態を示す部分拡大図である。

【図 8】表カバーの外観を示す図であり、図 8 ( A ) は左側面図、図 8 ( B ) は正面図、図 8 ( C ) は平面図である。

【図 9】裏カバー 3 0 4 の外観を示す図であり、図 9 ( A ) は左側面図、図 9 ( B ) は正面図、図 9 ( C ) は平面図である。

【図 1 0】回路パッケージの外観図であり、図 1 0 ( A ) は左側面図、図 1 0 ( B ) は正面図、図 1 0 ( C ) は背面図である。

【図 1 1】ダイヤフラムおよびダイヤフラム内部の空隙と開口とを繋ぐ連通路を説明する、説明図である。

【図 1 2】図 5 および図 6 に示すハウジング 3 0 2 の回路パッケージおよびそのまわりのハウジングの拡大図である。

20

【図 1 3】図 2 ( B ) の X - X 線に沿って切断した状態を示す模式的斜視図である。

【図 1 4】熱式流量計を吸気管に取り付けた際の模式的断面図である。

【図 1 5】図 1 2 に示す第 1 の形態の変形例を示した図であり、回路パッケージおよび副通路近傍の拡大図である。

【図 1 6】図 1 4 に示す第 1 の形態の変形例を示した模式的断面図である。

【図 1 7】図 1 7 ( A ) は第 2 の形態に係るハウジングの正面図であり、図 1 7 ( B ) は、第 2 の形態に係る熱式流量計の外観を示す正面図である。

【図 1 8】図 1 7 ( B ) に示す熱式流量計を吸気管に取り付けた際の模式的断面図である。

30

【図 1 9】第 2 の形態の変形例を示した模式的断面図である。

【図 2 0】第 3 の形態に係る熱式流量計を吸気管に取り付けた際の模式的断面図である。

【図 2 1】熱式流量計の製造工程の概要を示す図であり、回路パッケージの生産工程を示す図である。

【図 2 2】熱式流量計の製造工程の概要を示す図であり、熱式流量計の生産工程を示す図である。

【図 2 3】熱式流量計の流量検出回路を示す回路図である。

【図 2 4】流量検出回路の流量検出部を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

40

以下に説明する、発明を実施するための形態（以下実施例と記す）は、実際の製品として要望されている色々な課題を解決しており、特に車両の吸入空気量を計測する計測装置として使用するために望ましい色々な課題を解決し、色々な効果を奏している。下記実施例が解決している色々な課題の内の一つが、上述した発明が解決しようとする課題の欄に記載した内容であり、また下記実施例が奏する色々な効果の内の一つが、発明の効果の欄に記載された効果である。下記実施例が解決している色々な課題について、さらに下記実施例により奏される色々な効果について、下記実施例の説明の中で、述べる。従って下記実施例の中で述べる、実施例が解決している課題や効果は、発明が解決しようとする課題の欄や発明の効果の欄の内容以外の内容についても記載されている。

【 0 0 1 1 】

50

以下の実施例で、同一の参照符号は、図番が異なっても同一の構成を示しており、同じ作用効果を成す。既に説明済みの構成について、図に参照符号のみを付し、説明を省略する場合がある。

#### 【0012】

##### 1. 内燃機関制御システムに本発明に係る熱式流量計を使用した一実施例

図1は、電子燃料噴射方式の内燃機関制御システムに、本発明に係る熱式流量計を使用した一実施例を示す、システム図である。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である例えば吸気ボディ、スロットルボディ126、吸気マニホールド128を介してエンジンシリンダ112の燃焼室に導かれる。前記燃焼室に導かれる吸入空気である被計測気体30の流量は本発明に係る熱式流量計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と共に混合気の状態では燃焼室に導かれる。なお、本実施例では、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と共に混合気を成形し、吸気弁116を介して燃焼室に導かれ、燃焼して機械エネルギーを発生する。

10

#### 【0013】

近年、多くの車では排気浄化や燃費向上に優れた方式として、内燃機関のシリンダヘッドに燃料噴射弁152を取り付け、燃料噴射弁152から各燃焼室に燃料を直接噴射する方式が採用されている。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、両方式の代表例として吸気ポートに燃料を噴射する方式を図1に示す。

20

#### 【0014】

燃焼室に導かれた燃料および空気は、燃料と空気の混合状態を成しており、点火プラグ154の火花着火により、爆発的に燃焼し、機械エネルギーを発生する。燃焼後の気体は排気弁118から排気管に導かれ、排気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が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。

30

#### 【0015】

##### 1.1 内燃機関制御システムの制御の概要

エアクリーナ122から取り込まれ主通路124を流れる吸入空気である被計測気体30の流量および温度が、熱式流量計300により計測され、熱式流量計300から吸入空気の流量および温度を表す電気信号が制御装置200に入力される。また、スロットルバルブ132の開度を計測するスロットル角度センサ144の出力が制御装置200に入力され、さらに内燃機関のエンジンピストン114や吸気弁116や排気弁118の位置や状態、さらに内燃機関の回転速度を計測するために、回転角度センサ146の出力が、制御装置200に入力される。排気24の状態から燃料量と空気量との混合比の状態を計測するために、酸素センサ148の出力が制御装置200に入力される。

40

#### 【0016】

制御装置200は、熱式流量計300の出力である吸入空気の流量、および回転角度センサ146の出力に基づき計測された内燃機関の回転速度、に基づいて燃料噴射量や点火時期を演算する。これら演算結果に基づいて、燃料噴射弁152から供給される燃料量、また点火プラグ154により点火される点火時期が制御される。燃料供給量や点火時期は、実際にはさらに熱式流量計300で計測される吸気温度やスロットル角度の変化状態、エンジン回転速度の変化状態、酸素センサ148で計測された空燃比の状態に基づいて、

50

きめ細かく制御されている。制御装置 200 はさらに内燃機関のアイドル運転状態において、スロットルバルブ 132 をバイパスする空気量をアイドルエアコントロールバルブ 156 により制御し、アイドル運転状態での内燃機関の回転速度を制御する。

【0017】

## 1.2 熱式流量計の計測精度向上の重要性と熱式流量計の搭載環境

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 300 の出力を主パラメータとして演算される。従って熱式流量計 300 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

10

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。また熱式流量計 300 が高い信頼性を維持していることも大切である。

【0018】

熱式流量計 300 が搭載される車両は温度変化の大きい環境で使用され、また風雨や雪の中で使用される。雪道を車が走行する場合には、凍結防止剤が散布された道路を走行することとなる。熱式流量計 300 は、その使用環境における温度変化への対応や、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。さらに熱式流量計 300 は内燃機関の振動を受ける環境に設置される。振動に対しても高い信頼性の維持が求められる。

【0019】

20

また熱式流量計 300 は内燃機関からの発熱の影響を受ける吸気管に装着される。このため内燃機関の発熱が主通路 124 である吸気管を介して、熱式流量計 300 に伝わる。熱式流量計 300 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計測するので、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。

【0020】

車に搭載される熱式流量計 300 は、以下で説明するように、単に発熱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、発熱の効果の欄に記載された効果を奏するのみでなく、以下で説明するように、上述した色々な課題を十分に考慮し、製品として求められている色々な課題を解決し、色々な効果を奏している。熱式流量計 300 が解決する具体的な課題や奏する具体的な効果は、以下の実施例の記載の中で説明する。

30

【0021】

## 2. 熱式流量計 300 の構成

### 2.1 熱式流量計 300 の外観構造

図 2 および図 3、図 4 は、熱式流量計 300 の外観を示す図であり、図 2 (A) は熱式流量計 300 の左側面図、図 2 (B) は正面図、図 3 (A) は右側面図、図 3 (B) は背面図、図 4 (A) は平面図、図 4 (B) は下面図である。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 とを備えている。ハウジング 302 は、熱式流量計 300 を主通路 124 である吸気ボディに固定するためのフランジ 312 と、外部機器との電気的な接続を行うための外部端子 306 を有する外部接続部 305 と、流量等を計測するための計測部 310 を備えている。計測部 310 の内部には、副通路を作るための副通路溝が設けられており、さらに計測部 310 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検出部 602 (図 11 参照) 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検出部 452 を備える回路パッケージ 400 が設けられている。

40

【0022】

### 2.2 熱式流量計 300 の外観構造に基づく効果

熱式流量計 300 の入口 350 が、フランジ 312 から主通路 124 の中心方向に向かって伸びる計測部 310 の先端側に設けられているので、主通路 124 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。このため熱式流量計 300 は主通路 124 の内壁面から離れた部分の気体の流量や温度を測定

50

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。主通路 1 2 4 の内壁面近傍では、主通路 1 2 4 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 3 0 の温度が異なる状態となり、主通路 1 2 4 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 1 2 4 がエンジンの吸気ポディである場合は、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 1 2 4 の内壁面近傍の気体は、主通路 1 2 4 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。

#### 【 0 0 2 3 】

主通路 1 2 4 の内壁面近傍では流体抵抗が大きく、主通路 1 2 4 の平均的な流速に比べ、流速が低くなる。このため主通路 1 2 4 の内壁面近傍の気体を被計測気体 3 0 として副通路に取り込むと、主通路 1 2 4 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恐れがある。図 2 乃至図 4 に示す熱式流量計 3 0 0 では、フランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 の中央に向かって伸びる薄くて長い計測部 3 1 0 の先端部に入口 3 5 0 が設けられているので、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、図 2 乃至図 4 に示す熱式流量計 3 0 0 では、フランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 の中央に向かって伸びる計測部 3 1 0 の先端部に入口 3 5 0 が設けられているだけでなく、副通路の出口も計測部 3 1 0 の先端部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。

10

#### 【 0 0 2 4 】

熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 はフランジ 3 1 2 から主通路 1 2 4 の中心方向に向かって長く伸びる形状を成し、その先端部には吸入空気などの被計測気体 3 0 の一部を副通路に取り込むための入口 3 5 0 と副通路から被計測気体 3 0 を主通路 1 2 4 に戻すための出口 3 5 2 が設けられている。計測部 3 1 0 は主通路 1 2 4 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、幅は、図 2 ( A ) および図 3 ( A ) に記載の如く、狭い形状を成している。即ち熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 は、側面の幅が薄く正面が略長方形の形状を成している。これにより、熱式流量計 3 0 0 は十分な長さの副通路を備えることができ、被計測気体 3 0 に対しては流体抵抗を小さい値に抑えることができる。このため、熱式流量計 3 0 0 は、流体抵抗を小さい値に抑えられると共に高い精度で被計測気体 3 0 の流量を計測することが可能である。

20

#### 【 0 0 2 5 】

##### 2.3 温度検出部 4 5 2 の構造

計測部 3 1 0 の先端側に設けられた副通路よりもフランジ 3 1 2 側の方に位置して、図 2 および図 3 に示すように、被計測気体 3 0 の流れの上流側に向かって開口する入口 3 4 3 が成形されており、入口 3 4 3 の内部には被計測気体 3 0 の温度を計測するための温度検出部 4 5 2 が配置されている。入口 3 4 3 が設けられている計測部 3 1 0 の中央部では、ハウジング 3 0 2 を構成する計測部 3 1 0 内の上流側外壁が下流側に向かって窪んでおり、前記窪み形状の上流側外壁から温度検出部 4 5 2 が上流側に向かって突出する形状を成している。また前記窪み形状の外壁の両側部には表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 が設けられており、前記表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 の上流側端部が、前記窪み形状の外壁より上流側に向かって突出した形状を成している。このため前記窪み形状の外壁とその両側の表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 とにより、被計測気体 3 0 を取り込むための入口 3 4 3 が成形される。入口 3 4 3 から取り込まれた被計測気体 3 0 は入口 3 4 3 の内部に設けられた温度検出部 4 5 2 に接触することで、温度検出部 4 5 2 によって温度が計測される。さらに窪み形状を成すハウジング 3 0 2 の外壁から上流側に突出した温度検出部 4 5 2 を支える部分に沿って被計測気体 3 0 が流れ、表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 に設けられた表側出口 3 4 4 および裏側出口 3 4 5 が主通路 1 2 4 に排出される。

30

40

#### 【 0 0 2 6 】

##### 2.4 温度検出部 4 5 2 に関する効果

被計測気体 3 0 の流れに沿う方向の上流側から入口 3 4 3 に流入する気体の温度が温度検出部 4 5 2 により計測され、さらにその気体が温度検出部 4 5 2 を支える部分である温度検出部 4 5 2 の根元部分に向かって流れることにより、温度検出部 4 5 2 を支える部分

50

の温度を被計測気体 30 の温度に近づく方向に冷却する作用を為す。主通路 124 である吸気管の温度が通常高くなり、フランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 から計測部 310 内の上流側外壁を通して、温度検出部 452 を支える部分に熱が伝わり、温度の計測精度に影響を与える恐れがある。上述のように、被計測気体 30 が温度検出部 452 により計測された後、温度検出部 452 の支える部分に沿って流れることにより、前記支える部分が冷却される。従ってフランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 から計測部 310 内の上流側外壁を通して温度検出部 452 を支える部分に熱が伝わるのを抑制できる。

#### 【0027】

特に、温度検出部 452 の支え部分では、計測部 310 内の上流側外壁が下流側に向かって凹む形状（図 5 および図 6 を用いて以下で説明する）を成しているため、計測部 310 内の上流側外壁と温度検出部 452 との間の距離を長くできる。熱伝導距離が長くなるとともに、被計測気体 30 による冷却部分の距離が長くなる。従ってフランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 からもたらされる熱の影響を低減できる。これらのことから計測精度が向上する。上記上流側外壁が下流側に向かって凹む形状（図 5 および図 6 を用いて以下で説明する）を成しているため、以下で説明する回路パッケージ 400（図 5 と図 6 参照のみ）の固定が容易となる。

#### 【0028】

##### 2.5 計測部 310 の上流側側面と下流側側面の構造と効果

熱式流量計 300 を構成する計測部 310 の上流側側面と下流側側面にそれぞれ上流側突起 317 と下流側突起 318 とが設けられている。上流側突起 317 と下流側突起 318 は根元に対して先端に行くに従い細くなる形状を成しており、主通路 124 内を流れる吸入空気である被計測気体 30 の流体抵抗を低減できる。熱絶縁部 315 と入口 343 との間に上流側突起 317 が設けられている。上流側突起 317 は断面積が大きく、フランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 からの熱伝導が大きいが、入口 343 の手前で上流側突起 317 が途切れており、さらに上流側突起 317 の温度検出部 452 側から温度検出部 452 への距離が、後述するようにハウジング 302 の上流側外壁の窪みにより、長くなる形状を成している。このため温度検出部 452 の支え部分への熱絶縁部 315 からの熱伝導が抑制される。

#### 【0029】

またフランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 と温度検出部 452 との間に、後述する端子接続部 320 および端子接続部 320 を含む空隙が作られている。このためフランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 と温度検出部 452 との間が長くなっており、この長い部分に表カバー 303 や裏カバー 304 が設けられ、この部分が冷却面として作用している。従って主通路 124 の壁面の温度が温度検出部 452 に及ぼす影響を低減できる。またフランジ 312 あるいは熱絶縁部 315 と温度検出部 452 との間が長くなることにより、副通路に導く被計測気体 30 の取り込み部分を主通路 124 の中央に近づけることができる。主通路 124 壁面からの伝熱による計測精度の低下を抑制できる。

#### 【0030】

図 2 (B) や図 3 (B) に示すように、主通路 124 内に挿入される計測部 310 は、その両側面が大変狭く、さらに下流側突起 318 や上流側突起 317 が空気抵抗を低減する根元に対して先端が狭い形状を成している。このため、熱式流量計 300 を主通路 124 に挿入したことによる流体抵抗の増大を抑制できる。また下流側突起 318 や上流側突起 317 が設けられている部分では、表カバー 303 や裏カバー 304 の両側部より、上流側突起 317 や下流側突起 318 が両サイドに突出する形状をしている。上流側突起 317 や下流側突起 318 は樹脂モールドで作られるので、空気抵抗の少ない形状に成形し易く、一方表カバー 303 や裏カバー 304 は広い冷却面を備える形状を成している。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 30 により冷却されやすい効果を有している。

#### 【0031】

##### 2.6 フランジ 312 の構造と効果

フランジ 3 1 2 には、その下面である主通路 1 2 4 と対向する部分に、窪み 3 1 4 が複数個設けられており、主通路 1 2 4 との間の熱伝達面を低減し、熱式流量計 3 0 0 が熱の影響を受け難くしている。フランジ 3 1 2 のねじ孔 3 1 3 は熱式流量計 3 0 0 を主通路 1 2 4 に固定するためのもので、これらのねじ孔 3 1 3 の周囲の主通路 1 2 4 に対向する面が主通路 1 2 4 から遠ざけられるように、各ねじ孔 3 1 3 の周囲の主通路 1 2 4 に対向する面と主通路 1 2 4 との間に空間が成形されている。このようにすることで、熱式流量計 3 0 0 に対する主通路 1 2 4 からの熱伝達を低減し、熱による測定精度の低下を防止できる構造をしている。さらにまた前記窪み 3 1 4 は、熱伝導の低減効果だけでなく、ハウジング 3 0 2 の成形時にフランジ 3 1 2 を構成する樹脂の収縮の影響を低減する作用をしている。

10

#### 【 0 0 3 2 】

フランジ 3 1 2 の計測部 3 1 0 側に熱絶縁部 3 1 5 が設けられている。熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 は、主通路 1 2 4 に設けられた取り付け孔から内部に挿入され、熱絶縁部 3 1 5 は主通路 1 2 4 の前記取り付け孔の内面に対向する。主通路 1 2 4 は例えば吸気ボディであり、主通路 1 2 4 が高温に維持されていることが多い。逆に寒冷地での始動時には、主通路 1 2 4 が極めて低い温度であることが考えられる。このような主通路 1 2 4 の高温あるいは低温の状態が温度検出部 4 5 2 や後述する流量計測に影響を及ぼすと、計測精度が低下する。このため主通路 1 2 4 の内向面と近接する熱絶縁部 3 1 5 には、窪み 3 1 6 が複数個並べて設けられており、隣接する窪み 3 1 6 間の前記内向面と近接する熱絶縁部 3 1 5 の幅は極めて薄く、窪み 3 1 6 の流体の流れ方向の幅の 3 分の 1 以下である。これにより温度の影響を低減できる。また熱絶縁部 3 1 5 の部分は樹脂が厚くなる。ハウジング 3 0 2 の樹脂モールド時に、樹脂が高温状態から低温に冷えて硬化する際に体積収縮が生じ、応力の発生による歪が生じる。熱絶縁部 3 1 5 に窪み 3 1 6 を成形することで体積収縮をより均一化でき、応力集中を低減できる。

20

#### 【 0 0 3 3 】

熱式流量計 3 0 0 の計測部 3 1 0 は、主通路 1 2 4 に設けられた取り付け孔から内部に挿入され、熱式流量計 3 0 0 のフランジ 3 1 2 によりねじで主通路 1 2 4 に固定される。主通路 1 2 4 に設けられた取り付け孔に対して所定の位置関係で熱式流量計 3 0 0 が固定されることが望ましい。フランジ 3 1 2 に設けた窪み 3 1 4 を、主通路 1 2 4 と熱式流量計 3 0 0 との位置決めに使用できる。主通路 1 2 4 に凸部を成形することで、前記凸部と窪み 3 1 4 とが嵌め込みの関係を有する形状とすることが可能となり、熱式流量計 3 0 0 を正確な位置で主通路 1 2 4 に固定できる。

30

#### 【 0 0 3 4 】

##### 2.7 外部接続部 3 0 5 およびフランジ 3 1 2 の構造と効果

図 4 (A) は熱式流量計 3 0 0 の平面図である。外部接続部 3 0 5 の内部に 4 本の外部端子 3 0 6 と補正用端子 3 0 7 が設けられている。外部端子 3 0 6 は熱式流量計 3 0 0 の計測結果である流量と温度を出力するための端子および熱式流量計 3 0 0 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 3 0 7 は生産された熱式流量計 3 0 0 の計測を行い、それぞれの熱式流量計 3 0 0 に関する補正值を求めて、熱式流量計 3 0 0 内部のメモリに補正值を記憶するのに使用する端子であり、その後の熱式流量計 3 0 0 の計測動作では上述のメモリに記憶された補正值を表す補正データが使用され、この補正用端子 3 0 7 は使用されない。従って外部端子 3 0 6 が他の外部機器との接続において、補正用端子 3 0 7 が邪魔にならないように、補正用端子 3 0 7 は外部端子 3 0 6 とは異なる形状をしている。この実施例では外部端子 3 0 6 より補正用端子 3 0 7 が短い形状をしており、外部端子 3 0 6 に接続される外部機器への接続端子が外部接続部 3 0 5 に挿入されても、接続の障害にならないようになっている。また外部接続部 3 0 5 の内部には外部端子 3 0 6 に沿って複数個の窪み 3 0 8 が設けられており、これら窪み 3 0 8 は、フランジ 3 1 2 の材料である樹脂が冷えて固まる時の樹脂の収縮による応力集中を低減するためのものである。

40

#### 【 0 0 3 5 】

50

熱式流量計 300 の計測動作中に使用する外部端子 306 に加えて、補正用端子 307 を設けることで、熱式流量計 300 の出荷前にそれぞれについて特性を計測し、製品のばらつきを計測し、ばらつきを低減するための補正值を熱式流量計 300 内部のメモリに記憶することが可能となる。上記補正值の設定工程の後、補正用端子 307 が外部端子 306 と外部機器との接続の邪魔にならないように、補正用端子 307 は外部端子 306 とは異なる形状に作られている。このようにして熱式流量計 300 はその出荷前にそれぞれについてのばらつきを低減でき、計測精度の向上を図ることができる。

#### 【0036】

### 3.ハウジング 302 の全体構造とその効果

#### 3.1 副通路と流量検出部の構造と効果

熱式流量計 300 から表カバー 303 および裏カバー 304 を取り外したハウジング 302 の状態を図 5 および図 6 に示す。図 5 (A) はハウジング 302 の左側面図であり、図 5 (B) はハウジング 302 の正面図であり、図 6 (A) はハウジング 302 の右側面図であり、図 6 (B) はハウジング 302 の背面図である。ハウジング 302 はフランジ 312 から計測部 310 が主通路 124 の中心方向に延びる構造を成しており、その先端側に副通路を成形するための副通路溝が設けられている。この実施例ではハウジング 302 の表裏両面に副通路溝が設けられており、図 5 (B) に表側副通路溝 332 を示し、図 6 (B) に裏側副通路溝 334 を示す。副通路の入口 350 を成形するための入口溝 351 と出口 352 を成形するための出口溝 353 が、ハウジング 302 の先端部に設けられているので、主通路 124 の内壁面から離れた部分の気体を、言い換えると主通路 124 の中央部分に近い部分を流れている気体を被計測気体 30 として入口 350 から取り込むことができる。主通路 124 の内壁面近傍を流れる気体は、主通路 124 の壁面温度の影響を受け、吸入空気などの主通路 124 を流れる気体の平均温度と異なる温度を有することが多い。また主通路 124 の内壁面近傍を流れる気体は、主通路 124 を流れる気体の平均流速より遅い流速を示すことが多い。実施例の熱式流量計 300 ではこのような影響を受け難いので、計測精度の低下を抑制できる。

#### 【0037】

上述した表側副通路溝 332 や裏側副通路溝 334 で作られる副通路は外壁窪み部 366 や上流側外壁 335 や下流側外壁 336 により熱絶縁部 315 に繋がっている。また上流側外壁 335 には上流側突起 317 が設けられ、下流側外壁 336 には下流側突起 318 が設けられている。このような構造により、フランジ 312 で熱式流量計 300 が主通路 124 に固定されることにより、回路パッケージ 400 を有する計測部 310 が高い信頼性を持って主通路 124 に固定される。

#### 【0038】

この実施例ではハウジング 302 に副通路を成形するための副通路溝を設けており、カバーをハウジング 302 の表面及び裏面にかぶせるにより、副通路溝とカバーとにより副通路が完成する構成としている。このような構造とすることで、ハウジング 302 の樹脂モールド工程でハウジング 302 の一部としてすべての副通路溝を成形することができる。またハウジング 302 の成形時にハウジング 302 の両面に金型が設けられるので、この両方の金型を使用することにより、表側副通路溝 332 と裏側副通路溝 334 の両方をハウジング 302 の一部として全て成形することが可能となる。ハウジング 302 の両面に表カバー 303 と裏カバー 304 を設けることでハウジング 302 の両面の副通路を完成させることができる。金型を利用してハウジング 302 の両面に表側副通路溝 332 と裏側副通路溝 334 を成形することで高い精度で副通路を成形できる。また高い生産性が得られる。

#### 【0039】

図 6 (B) において主通路 124 を流れる被計測気体 30 の一部が入口 350 を成形する入口溝 351 から裏側副通路溝 334 内に取り込まれ、裏側副通路溝 334 内を流れる。裏側副通路溝 334 は進むにつれて深くなる形状をしており、溝に沿って流れるにつれ表側の方向に被計測気体 30 は徐々に移動する。特に裏側副通路溝 334 は回路パッケー

10

20

30

40

50

ジ 4 0 0 の上流部 3 4 2 で急激に深くなる急傾斜部 3 4 7 が設けられていて、質量の小さい空気の一部は急傾斜部 3 4 7 に沿って移動し、回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 で図 5 ( B ) に記載の計測用流路面 4 3 0 の方を流れる。一方質量の大きい異物は慣性力によって急激な進路変更が困難なため、図 6 ( B ) に示す計測用流路面裏面 4 3 1 の方を移動する。その後回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を通り、図 5 ( B ) に記載の計測用流路面 4 3 0 の方を流れる。

#### 【 0 0 4 0 】

熱伝達面露出部 ( 流量検出領域 ) 4 3 6 近傍の被計測気体 3 0 の流れについて図 7 を用いて説明する。図 5 ( B ) に記載の表側副通路溝 3 3 2 において、上述の回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 から表側副通路溝 3 3 2 側に移動した被計測気体 3 0 である空気は、計測用流路面 4 3 0 に沿って流れ、計測用流路面 4 3 0 に設けられた熱伝達面露出部 4 3 6 を介して流量を計測するための流量検出部 6 0 2 との間で熱伝達が行われ、流量の計測が行われる。計測用流路面 4 3 0 を通過した被計測気体 3 0 や回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 から表側副通路溝 3 3 2 に流れてきた空気は共に表側副通路溝 3 3 2 に沿って流れ、出口 3 5 2 を成形するための出口溝 3 5 3 から主通路 1 2 4 に排出される。

10

#### 【 0 0 4 1 】

被計測気体 3 0 に混入しているごみなどの質量の大きい物質は慣性力が大きく、溝の深さが急激に深まる図 6 ( B ) に示す、急傾斜部 3 4 7 の部分の表面に沿って、溝の深い方向に急激に進路を変えることが困難である。このため質量の大きい異物は計測用流路面裏面 4 3 1 の方を移動し、異物が熱伝達面露出部 4 3 6 の近くを通るのを抑制できる。この実施例では気体以外の質量の大きい異物の多くが、計測用流路面 4 3 0 の背面である計測用流路面裏面 4 3 1 を通過するように構成しているため、油分やカーボン、ごみなどの異物による汚れの影響を低減でき、計測精度の低下を抑制できる。すなわち主通路 1 2 4 の流れの軸を横切る軸に沿って被計測気体 3 0 の進路を急に変化させる形状を有しているため、被計測気体 3 0 に混入する異物の影響を低減できる。

20

#### 【 0 0 4 2 】

この実施例では、裏側副通路溝 3 3 4 で構成される流路は曲線を描きながらハウジング 3 0 2 の先端部からフランジ方向に向かい、最もフランジ側の位置では副通路を流れる気体は主通路 1 2 4 の流れに対して逆方向の流れとなり、この逆方向の流れの部分で一方側である裏面側の副通路が、他方側である表面側に成形された副通路につながる。このようにすることで、回路パッケージ 4 0 0 の熱伝達面露出部 4 3 6 の副通路への固定が容易となり、さらに被計測気体 3 0 を主通路 1 2 4 の中央部に近い位置で取り込むことが容易となる。

30

#### 【 0 0 4 3 】

この実施例では、流量を計測するための計測用流路面 4 3 0 の流れ方向における前後に裏側副通路溝 3 3 4 と表側副通路溝 3 3 2 とに貫通する構成から成り、かつ回路パッケージ 4 0 0 の先端側はハウジング 3 0 2 で支持した構成ではなく空洞部 3 8 2 を有し、回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 の空間と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 の空間が繋がった構成である。この回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を貫通する構成として、ハウジング 3 0 2 の一方面に成形した裏側副通路溝 3 3 4 からハウジング 3 0 2 の他方の面に成形した表側副通路溝 3 3 2 へ被計測気体 3 0 が移動する形状で副通路を成形している。このような構成とすることで、1 回の樹脂モールド工程でハウジング 3 0 2 の両面に副通路溝を成形でき、また両面の副通路溝を繋ぐ構造を合わせて成形することが可能となる。

40

#### 【 0 0 4 4 】

ハウジング 3 0 2 の成形時には、回路パッケージ 4 0 0 に形成された計測用流路面 4 3 0 の両側を成型金型でクランプすることで回路パッケージ 4 0 0 の上流部 3 4 2 と回路パッケージ 4 0 0 の下流部 3 4 1 を貫通する構成を形成できると共に、ハウジング 3 0 2 の樹脂モールド成形と同時に、回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 に実装することができる。このようにハウジング 3 0 2 の成型金型に回路パッケージ 4 0 0 をイ

50

ンサートして成形することにより、副通路に対して回路パッケージ 400 及び熱伝達面露出部 436 を高精度に実装することが可能となる。

【0045】

この実施例では、この回路パッケージ 400 の上流部 342 と回路パッケージ 400 の下流部 341 を貫通する構成としている。しかし、回路パッケージ 400 の上流部 342 と下流部 341 どちらか一方を貫通した構成とすることで、裏側副通路溝 334 と表側副通路溝 332 とをつなぐ副通路形状を 1 回の樹脂モールド工程で成形することも可能である。

【0046】

なお、裏側副通路溝 334 の両側には裏側副通路内周壁 392 と裏側副通路外周壁 391 が設けられ、これら裏側副通路内周壁 392 と裏側副通路外周壁 391 のそれぞれの高さ方向の先端部と裏カバー 304 の内側面とが密着することで、ハウジング 302 の裏側副通路が成形される。また表側副通路溝 332 の両側には表側副通路内周壁 393 と表側副通路外周壁 394 が設けられ、これら表側副通路内周壁 393 と表側副通路外周壁 394 の高さ方向の先端部と表カバー 303 の内側面とが密着することで、ハウジング 302 の表側副通路が成形される。

【0047】

この実施例では、計測用流路面 430 とその背面の両方に分かれて被計測気体 30 が流れ、一方側に流量を計測する熱伝達面露出部 436 を設けているが、被計測気体 30 を二つの通路に分けるのではなく、計測用流路面 430 の表面側のみを通過するようにしても良い。主通路 124 の流れ方向の第 1 軸に対してこれを横切る方向の第 2 軸に沿うように副通路を曲げることにより、被計測気体 30 に混入する異物を、第 2 軸の曲りの小さい片側に寄せることができ、第 2 軸の曲りの大きい方に計測用流路面 430 および熱伝達面露出部 436 を設けることにより、異物の影響を低減できる。

【0048】

またこの実施例では表側副通路溝 332 と裏側副通路溝 334 の繋ぎの部分に計測用流路面 430 および熱伝達面露出部 436 を設けている。しかし表側副通路溝 332 と裏側副通路溝 334 の繋ぎの部分ではなく、表側副通路溝 332 にあるいは、裏側副通路溝 334 に設けても良い。

【0049】

計測用流路面 430 に設けられた流量を計測するための熱伝達面露出部 436 の部分に絞り形状が成形されており（図 7 を用いて以下で説明する）、この絞り効果により流速が速くなり、計測精度が向上する。また仮に熱伝達面露出部 436 の上流側で気体の流れに渦が発生していたとしても上記絞りにより渦を消滅あるいは低減でき、計測精度が向上する。

【0050】

図 5 および図 6 で、上流側外壁 335 が温度検出部 452 の根元部で下流側に窪む形状を成す、外壁窪み部 366 を備えている。この外壁窪み部 366 により、温度検出部 452 と外壁窪み部 366 との間の距離が長くなり、上流側外壁 335 を介して伝わってくる熱の影響を低減できる。

【0051】

また、回路パッケージ 400 を固定部 372 で包むことにより、回路パッケージ 400 を固定しているが、外壁窪み部 366 によりさらに回路パッケージ 400 を固定することにより、回路パッケージ 400 を固定する力を増大することができる。固定部 372 は被計測気体 30 の流れ軸に沿う方向に回路パッケージ 400 を包含している。一方外壁窪み部 366 は被計測気体 30 の流れ軸を横切る方向に回路パッケージ 400 を包含している。すなわち固定部 372 に対して包含する方向が異なるようにして回路パッケージ 400 を包含している。二つの異なる方向で回路パッケージ 400 を包含しているため、固定する力が増大している。外壁窪み部 366 は上流側外壁 335 の一部であるが、固定する力を増大するためであれば、上流側外壁 335 の代わりに下流側外壁 336 で、固定部 37

10

20

30

40

50

2と異なる方向に回路パッケージ400を包含しても良い。例えば、下流側外壁336で回路パッケージ400の板部を包含するとか、あるいは下流側外壁336に上流方向に窪む窪み、あるいは上流方向に突出する突出部を設けて回路パッケージ400を包含しても良い。上流側外壁335に外壁窪み部366を設けて回路パッケージ400を包含したのは、回路パッケージ400の固定に加えて、温度検出部452と上流側外壁335との間の熱抵抗を増大する作用を持たせたためである。

#### 【0052】

温度検出部452の根元部に外壁窪み部366が設けられ、これによりフランジ312あるいは熱絶縁部315から上流側外壁335を介して伝わってくる熱の影響を低減できる。さらに上流側突起317と温度検出部452との間な切欠きにより成形された測温用窪み368が設けられている。この測温用窪み368により上流側突起317を介して温度検出部452にもたらされる熱の伝わりを低減できる。これにより温度検出部452の検出精度が向上する。特に上流側突起317はその断面積が大きいので熱が伝わり易く、熱の伝わりを阻止する測温用窪み368の働きは重要である。

#### 【0053】

なお、本発明の特徴点となる回路パッケージ400と、この回路パッケージ400を収納する、ハウジング302、表カバー303および裏カバー304からなる筐体500との構造およびこれらの部材の配置関係は、図11～図19を参照して、順次後述する。

#### 【0054】

##### 3.2 副通路の流量検出部の構造と効果

図7は、回路パッケージ400の計測用流路面430が副通路溝の内部に配置されている状態を示す部分拡大図であり、図6のA-A断面図である。なお、この図は概念図であり、図5や図6に示す詳細形状に対して、図7では細部の省略および単純化を行っており、細部に関して少し変形している。図7の左部分が裏側副通路溝334の終端部であり、右側部分が表側副通路溝332の始端部分である。図7では明確に記載していないが、計測用流路面430を有する回路パッケージ400の左右両側には、貫通部が設けられていて、計測用流路面430を有する回路パッケージ400の左右両側で裏側副通路溝334と表側副通路溝332とが繋がっている。

#### 【0055】

入口350から取り込まれ、裏側副通路溝334により構成される裏側副通路を流れた被計測気体30は、図7の左側から導かれ、被計測気体30の一部は、回路パッケージ400の上流部342の貫通部を介して、回路パッケージ400の計測用流路面430の表面と表カバー303に設けられた突起部356で作られる流路386の方を流れ、他の被計測気体30は計測用流路面裏面431と裏カバー304で作られる流路387の方を流れる。その後、流路387を流れた被計測気体30は、回路パッケージ400の下流部341の貫通部を介して表側副通路溝332の方に移り、流路386を流れている被計測気体30と合流し、表側副通路溝332を流れ、出口352から主通路124に排出される。なお、図7に示すように、流路387には裏カバー304に設けられた突起部358が計測用流路面裏面431に向かって突出していてもよい。

#### 【0056】

裏側副通路溝334から回路パッケージ400の上流部342の貫通部を介して流路386に導かれる被計測気体30の方が、流路387に導かれる流路よりも曲りが大きくなるように、副通路溝が成形されているので、被計測気体30に含まれるごみなどの質量の大きい物質は、曲りの少ない流路387の方に集まる。このため流路386への異物の流入はほとんど無い。

#### 【0057】

流路386では、表側副通路溝332の最先端部に連続して、表カバー303に設けられ突起部356が計測用流路面430の方に徐々に突出することにより、絞りが成形される構造を成している。流路386の絞り部の一方側に計測用流路面430が配置され、計測用流路面430には流量検出部602が被計測気体30との間で熱伝達を行うための熱

10

20

30

40

50

伝達面露出部 4 3 6 が設けられている。流量検出部 6 0 2 の計測が高精度で行われるためには、熱伝達面露出部 4 3 6 の部分で被計測気体 3 0 が渦の少ない層流であることが望ましい。また流速が速い方が計測精度が向上する。このために計測用流路面 4 3 0 に対向して表カバー 3 0 3 に設けられた突起部 3 5 6 が計測用流路面 4 3 0 に向かって滑らかに突出することにより絞りが成形される。この絞りは、被計測気体 3 0 の渦を減少させて層流に近づけている作用をする。さらに絞り部分では流速が速くなり、この絞り部分に流量を計測するための熱伝達面露出部 4 3 6 が配置されているので、流量の計測精度が向上している。

#### 【 0 0 5 8 】

計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向するようにして突起部 3 5 6 を副通路溝内に突出させることで絞りを成形して、計測精度を向上することができる。絞りを成形するための突起部 3 5 6 は、計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーに設けることになる。図 7 では計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーが表カバー 3 0 3 であるので表カバー 3 0 3 に突起部 3 5 6 を設けているが、表カバー 3 0 3 あるいは裏カバー 3 0 4 の内の計測用流路面 4 3 0 に設けた熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーに設ければ良い。回路パッケージ 4 0 0 における計測用流路面 4 3 0 および熱伝達面露出部 4 3 6 を設ける面がどちらになるかにより、熱伝達面露出部 4 3 6 に対向する方のカバーがどちらになるかが変わる。

#### 【 0 0 5 9 】

図 5 および図 6 において、計測用流路面 4 3 0 に設けられた熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面である計測用流路面裏面 4 3 1 に、回路パッケージ 4 0 0 の樹脂モールド工程で使用された金型の押さえ跡 4 4 2 が残っている。押さえ跡 4 4 2 は特に流量の計測の障害となるものではなく、そのまま押さえ跡 4 4 2 が残っていても問題ない。また後述するが、回路パッケージ 4 0 0 を樹脂モールドで成形する際に、流量検出部 6 0 2 が有する半導体ダイヤフラムの保護が重要となる。このために熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面の押さえが重要である。また熱伝達面露出部 4 3 6 に回路パッケージ 4 0 0 を覆う樹脂が流れ込まないようにすることが大切である。このような観点から、熱伝達面露出部 4 3 6 を含む計測用流路面 4 3 0 を金型で囲い、また熱伝達面露出部 4 3 6 の背面を他の金型で押さえつけ、樹脂の流入を阻止する。回路パッケージ 4 0 0 はトランスファモールドで作られるので、樹脂の圧力が高く、熱伝達面露出部 4 3 6 の背面からの押さえが重要である。また流量検出部 6 0 2 には半導体ダイヤフラムが使用されており、半導体ダイヤフラムにより作られる空隙の通気用通路を成形することが望まれる。通気用通路を成形するためのプレートなどを保持固定するために、熱伝達面露出部 4 3 6 の裏面からの押さえは重要である。

#### 【 0 0 6 0 】

##### 3.3 表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 の形状と効果

図 8 は表カバー 3 0 3 の外観を示す図であり、図 8 ( A ) は左側面図、図 8 ( B ) は正面図、図 8 ( C ) は平面図である。図 9 は裏カバー 3 0 4 の外観を示す図であり、図 9 ( A ) は左側面図、図 9 ( B ) は正面図、図 9 ( C ) は平面図である。図 8 および図 9 において、表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 はハウジング 3 0 2 の副通路溝を塞ぐことにより、副通路を作るのに使用される。また突起部 3 5 6 を備え、流路に絞りを設けるために使用される。このため成形精度が高いことが望ましい。表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 は金型に熱可塑性樹脂を注入する樹脂モールド工程により、作られるので、高い成形精度で作ることができる。また、表カバー 3 0 3 と裏カバー 3 0 4 には、突起部 3 8 0 と突起部 3 8 1 が形成されており、ハウジング 3 0 2 の嵌合した際に、図 5 ( B ) 及び図 6 ( B ) に表記した回路パッケージ 4 0 0 の先端側の空洞部 3 8 2 の隙間を埋めると同時に回路パッケージ 4 0 0 の先端部を覆う構成となる。

#### 【 0 0 6 1 】

図 8 や図 9 に示す表カバー 3 0 3 や裏カバー 3 0 4 には、表保護部 3 2 2 や裏保護部 3 2 5 が成形されている。図 2 や図 3 に示すように入口 3 4 3 の表側側面に表カバー 3 0 3 に設けられた表保護部 3 2 2 が配置され、また入口 3 4 3 の裏側側面に、裏カバー 3 0 4

に設けられた裏保護部 3 2 5 が配置されている。入口 3 4 3 内部に配置されている温度検出部 4 5 2 が表保護部 3 2 2 と裏保護部 3 2 5 で保護され、生産中および車への搭載時に温度検出部 4 5 2 が何かとぶつかることなどによる温度検出部 4 5 2 の機械的な損傷を防止できる。

#### 【 0 0 6 2 】

表カバー 3 0 3 の内側面には突起部 3 5 6 が設けられ、図 7 の例に示す如く、突起部 3 5 6 は計測用流路面 4 3 0 に対向して配置され、副通路の流路の軸に沿う方向に長く延びた形状をしている。突起部 3 5 6 の断面形状は、図 8 ( C ) に示したように突起部の頂点を境に下流側に向かって傾斜になっていてもよい。計測用流路面 4 3 0 と突起部 3 5 6 とにより上述した流路 3 8 6 に絞りが成形され、被計測気体 3 0 に生じている渦を減少させ、層流に生じさせる作用をする。この実施例では、絞り部分を有する副通路を、溝の部分と溝を塞いで絞りを備えた流路を完成する蓋の部分とにわけ、溝の部分、ハウジング 3 0 2 を成形するための第 2 樹脂モールド工程で作り、次に突起部 3 5 6 を有する表カバー 3 0 3 を他の樹脂モールド工程で成形し、表カバー 3 0 3 を溝の蓋として溝を覆うことにより、副通路を作っている。ハウジング 3 0 2 を成形する第 2 樹脂モールド工程で、計測用流路面 4 3 0 を有する回路パッケージ 4 0 0 のハウジング 3 0 2 への固定も行っている。このように形状の複雑な溝の成形を樹脂モールド工程で行い、絞りのための突起部 3 5 6 を表カバー 3 0 3 に設けることで、高い精度で図 7 に示す流路 3 8 6 を成形することができる。また溝と計測用流路面 4 3 0 や熱伝達面露出部 4 3 6 の配置関係を高い精度で維持できるので、量産品においてのばらつきを小さくでき、結果として高い計測結果が得られる。また生産性も向上する。

#### 【 0 0 6 3 】

裏カバー 3 0 4 と計測用流路面裏面 4 3 1 による流路 3 8 7 の成形も同様である。流路 3 8 7 の溝部分と蓋部分とに分け、溝部分をハウジング 3 0 2 を成形する第 2 樹脂モールド工程で作り、裏カバー 3 0 4 で溝を覆うことにより、流路 3 8 7 を成形している。流路 3 8 7 をこのようにして作ることで、流路 3 8 7 を高精度で作ることができ、生産性も向上する。

#### 【 0 0 6 4 】

##### 3. 4 回路パッケージ 4 0 0 のハウジング 3 0 2 による固定構造と効果

次に再び図 5 および図 6 を参照して、回路パッケージ 4 0 0 のハウジング 3 0 2 への樹脂モールド工程による固定について説明する。副通路を成形する副通路溝の所定の場所、例えば図 5 および図 6 に示す実施例では、表側副通路溝 3 3 2 と裏側副通路溝 3 3 4 のつながりの部分に、回路パッケージ 4 0 0 の表面に成形された計測用流路面 4 3 0 が配置されるように、回路パッケージ 4 0 0 がハウジング 3 0 2 に配置され固定されている。回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 に樹脂モールドにより埋設して固定する部分が、副通路溝より少しフランジ 3 1 2 側に、回路パッケージ 4 0 0 をハウジング 3 0 2 に埋設固定するための固定部 3 7 2 として設けられている。固定部 3 7 2 は第 1 樹脂モールド工程により成形された回路パッケージ 4 0 0 の外周を覆うようにして埋設している。

#### 【 0 0 6 5 】

図 5 ( B ) に示す如く、回路パッケージ 4 0 0 は固定部 3 7 2 により固定されている。固定部 3 7 2 は表カバー 3 0 3 に接する高さの面と薄肉部 3 7 6 により回路パッケージ 4 0 0 を包含している。薄肉部 3 7 6 の箇所を覆う樹脂の厚みを薄肉にすることで、固定部 3 7 2 の成形時に樹脂の温度が冷える時の収縮を緩和することができる。図 6 ( B ) に示すとおり、回路パッケージ 4 0 0 に加わる応力の集中を低減できる効果がある。図 6 ( B ) に示すとおり、回路パッケージ 4 0 0 の裏側も上述のような形状とすると、より効果が得られる。

#### 【 0 0 6 6 】

また、回路パッケージ 4 0 0 の全面を、ハウジング 3 0 2 を成形する樹脂で覆うのではなく、固定部 3 7 2 のフランジ 3 1 2 側に、回路パッケージ 4 0 0 の外壁が露出する部分を設けている。この図 5 および図 6 の実施例では、回路パッケージ 4 0 0 の外周面の内のハウジング 3 0 2 の樹脂に包含される部分の面積より、ハウジング 3 0 2 の樹脂に包含さ

れないでハウジング302の樹脂から露出している面積の方が広がっている。また回路パッケージ400の計測用流路面430の部分も、ハウジング302を形成している樹脂から露出している。

【0067】

回路パッケージ400の外壁を帯状に全周にわたって覆っている固定部372の一部を薄肉とすることで、ハウジング302を成形するための第2樹脂モールド工程において、回路パッケージ400の周囲を包含するようにして固定部372を硬化させる過程での体積収縮による過度な応力の集中を低減している。過度な応力の集中は回路パッケージ400に対しても悪影響を及ぼす可能性がある。

【0068】

また、回路パッケージ400の外周面の内のハウジング302の樹脂に包含される部分の面積を少なくして、少ない面積で、より強固に回路パッケージ400を固定するには、固定部372における回路パッケージ400の外壁との密着性を高めることが望ましい。ハウジング302を成形する趣旨として熱可塑性樹脂を使用する場合には、熱可塑性樹脂の粘性が低い状態で回路パッケージ400の外壁の細かい凹凸に入り込み、前記外壁の細かい凹凸に入り込んだ状態で、熱可塑性樹脂が硬化することが望ましい。ハウジング302を成形する樹脂モールド工程において、熱可塑性樹脂の入口を固定部372にあるいはその近傍に設けることが望ましい。熱可塑性樹脂は温度の低下に基づいて粘性が増大し、硬化する。従って高温状態の熱可塑性樹脂を固定部372にあるいはその近傍から流し込むことで、粘性の低い状態の熱可塑性樹脂を回路パッケージ400の外壁に密着させ、硬化させることができる。このことにより、熱可塑性樹脂の温度低下が抑えられ、低粘性状態を長引かせ、回路パッケージ400と固定部372との密着性が向上する。

【0069】

回路パッケージ400の外壁面を粗くすることにより回路パッケージ400と固定部372との密着性を向上することができる。回路パッケージ400の外壁面を粗くする方法として、回路パッケージ400を第1樹脂モールド工程で成形後に、例えば梨地処理といわれる処理方法のように、回路パッケージ400の表面に細かい凸凹を成形する粗化方法がある。回路パッケージ400の表面に細かい凹凸加工を施す粗化方法として、例えばサンドブラストにより粗化することができる。さらにレーザ加工により粗化することができる。

【0070】

また、他の粗化方法としては、第1樹脂モールド工程に使用する金型の内面に凹凸の付いたシートを張り付け、シートを表面に設けた金型に樹脂を圧入する。このようにしても回路パッケージ400の表面に細かい凸凹を成形して粗化することができる。さらに回路パッケージ400を成形する金型の内部に凹凸をつけておき、回路パッケージ400の表面を粗化することができる。このような粗化を行う回路パッケージ400の表面部分は、少なくとも固定部372が設けられる部分である。さらに加えて外壁窪み部366が設けられる回路パッケージ400の表面部分を粗化することでさらに密着度が強くなる。

【0071】

また、溝の深さは、上述のシートを利用して回路パッケージ400の表面を凹凸加工する場合は前記シートの厚さに依存する。前記シートの厚みを厚くすると第1樹脂モールド工程でのモールドが難しくなるので、前記シートの厚みに限界があり、前記シートの厚みが薄いと前記シートにあらかじめ設けておく凹凸の深さに限界がある。このため前記シートを使用する場合は、凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さが10 $\mu$ m以上20 $\mu$ m以下であることが望ましい。10 $\mu$ mより少ない深さでは、密着の効果が弱い。20 $\mu$ mより大きい深さは、前記シートの厚みから困難である。

【0072】

前記シート以外の粗化方法の場合には、回路パッケージ400を成形している第1樹脂モールド工程での樹脂の厚さが2mm以下であることが望ましいとの理由から、凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さを1mm以上とすることが困難である。概念的には、回路

10

20

30

40

50

パッケージ400の表面の凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さを大きくすると、回路パッケージ400を覆う樹脂とハウジング302を成形する樹脂との間の密着度が増す、と考えられるが、前記理由により、凹凸の底と頂点との間である凹凸の深さは1mm以下が良い。すなわち10 $\mu$ m以上で1mm以下の範囲の凹凸を回路パッケージ400の表面に設けることで、回路パッケージ400を覆う樹脂とハウジング302を成形する樹脂との間の密着度を増加させることが望ましい。

#### 【0073】

回路パッケージ400を成形する熱硬化性樹脂と固定部372を備えるハウジング302を成形する熱可塑性樹脂とでは、熱膨張係数に差があり、この熱膨張係数差に基づいて生じる過度な応力が回路パッケージ400に加わらないようにすることが望ましい。

10

#### 【0074】

さらに回路パッケージ400の外周を包含する固定部372の形状を帯状とし、帯の幅を狭くすることにより、回路パッケージ400に加わる熱膨張係数差による応力を低減できる。固定部372の帯の幅を10mm以下に、好ましくは8mm以下にすることが望ましい。本実施例では回路パッケージ400を固定部372だけでなく、ハウジング302の上流側外壁335の一部である外壁窪み部366でも回路パッケージ400を包含し回路パッケージ400を固定しているため、固定部372の帯の幅をさらに細くすることができる。例えば3mm以上の幅があれば回路パッケージ400を固定できる。

#### 【0075】

回路パッケージ400の表面に、熱膨張係数差による応力を低減するなどの目的のため、ハウジング302を成形する樹脂で覆う部分と覆わないで露出させる部分とを設けている。これら回路パッケージ400の表面がハウジング302の樹脂から露出する部分を、複数個設け、この内の一つは先に説明した熱伝達面露出部436を有する計測用流路面430であり、また他に、固定部372よりフランジ312側の部分に露出する部分を設けている。さらに外壁窪み部366を成形し、この外壁窪み部366より上流側の部分を露出させ、この露出部を、温度検出部452を支える支持部としている。回路パッケージ400の外表面の固定部372よりフランジ312側の部分は、その外周、特に回路パッケージ400の下流側からフランジ312に対向する側にかけて、さらに回路パッケージ400の端子に近い部分の上流側にかけて、回路パッケージ400を取り巻くように空隙が形成されている。このように回路パッケージ400の表面が露出している部分の周囲に空隙が形成されていることで、主通路124からフランジ312を介して回路パッケージ400に伝わる熱量を低減でき、熱の影響による計測精度の低下を抑制している。

20

30

#### 【0076】

回路パッケージ400とフランジ312との間に空隙が形成され、この空隙部分に端子接続部320が収容される。端子接続部320は、回路パッケージ400の金属端子からなる接続端子412と外部端子306のハウジング302側に位置する外部端子306の内端とがそれぞれスポット溶接あるいはレーザ溶接などにより電氣的に接続されたものである。端子接続部320のまわり空隙は上述したようにハウジング302から回路パッケージ400への熱伝達を抑制する効果を奏すると共に、回路パッケージ400の接続端子412と外部端子306の内端との接続作業のために使用可能なスペースとして確保されている。さらに、この固定部372は、第2の樹脂により回路パッケージ400の表面および裏面の領域を連続して周回するように成形されている。

40

#### 【0077】

### 3.5 第2樹脂モールド工程によるハウジング302成形と効果

上述した図5および図6に示すハウジング302において、流量検出部602や処理部604を備える回路パッケージ400を第1樹脂モールド工程により製造し、次に、被計測気体30を流す副通路を成形する例えば表側副通路溝332や裏側副通路溝334を有するハウジング302を、第2樹脂モールド工程にて製造する。この第2樹脂モールド工程で、前記回路パッケージ400をハウジング302の樹脂内に内蔵して、ハウジング302内に樹脂モールドにより固定する。このようにすることで、流量検出部602が被計

50

測気体 30 との間で熱伝達を行って流量を計測するための熱伝達面露出部 436 と副通路、例えば表側副通路溝 332 や裏側副通路溝 334 の形状との関係、例えば位置関係や方向の関係を、極めて高い精度で維持することが可能となる。回路パッケージ 400 毎に生じる誤差やばらつきを非常に小さい値に抑え込むことが可能となる。結果として回路パッケージ 400 の計測精度を大きく改善できる。例えば従来の接着剤を使用して固定する方式に比べ、2 倍以上、計測精度を向上できる。熱式流量計 300 は量産により生産されることが多く、ここに厳密に計測しながら接着剤で接着する方法には、計測精度の向上に関して限界がある。しかし、本実施例のように第 1 樹脂モールド工程により回路パッケージ 400 を製造し、その後被計測気体 30 を流す副通路を成形する第 2 樹脂モールド工程にて副通路を成形すると同時に回路パッケージ 400 と前記副通路とを固定することで、計測精度のばらつきを大幅に低減でき、各熱式流量計 300 の計測精度を大幅に向上することが可能となる。

10

**【0078】**

例えば図 5 や図 6 に示す実施例でさらに説明すると、表側副通路溝 332 と裏側副通路溝 334 と熱伝達面露出部 436 との間に関係を、規定の関係となるように高い精度で回路パッケージ 400 をハウジング 302 に固定できる。このことにより、量産される熱式流量計 300 においてそれぞれ、各回路パッケージ 400 の熱伝達面露出部 436 と副通路との位置関係や形状などの関係を、非常に高い精度で、定常的に得ることが可能となる。回路パッケージ 400 の熱伝達面露出部 436 を固定した副通路溝、例えば表側副通路溝 332 と裏側副通路溝 334 とが非常に高い精度で成形できるので、この副通路溝から副通路を成形する作業は、表カバー 303 や裏カバー 304 でハウジング 302 の両面を覆う作業である。この作業は大変シンプルで、計測精度を低下させる要因が少ない作業工程である。また、表カバー 303 や裏カバー 304 は成形精度の高い樹脂モールド工程により生産される。従って回路パッケージ 400 の熱伝達面露出部 436 と規定の関係で設けられる副通路を高い精度で完成することが可能である。このような方法により、計測精度の向上に加え、高い生産性が得られる。

20

**【0079】**

これに対して従来は、副通路を製造し、次に副通路に計測部を接着剤で接着することにより、熱式流量計を生産していた。このように接着剤を使用する方法は、接着剤の厚みのばらつきが大きく、また接着位置や接着角度が製品毎にばらつく。このため計測精度を上げることは限界があった。さらにこれらの作業を量産工程で行う場合に、計測精度の向上が大変難しくなる。

30

**【0080】**

本発明に係る実施例では、まず、流量検出部 602 を備える回路パッケージ 400 を第 1 樹脂モールドにより生産し、次に回路パッケージ 400 を樹脂モールドにより固定すると共に同時に前記樹脂モールドで副通路を成形するための副通路溝を第 2 樹脂モールドにより、成形する。このようにすることにより、副通路溝の形状、および前記副通路溝に極めて高い精度で流量検出部 602 を固定できる。

**【0081】**

流量の計測に関係する部分、例えば流量検出部 602 の熱伝達面露出部 436 や熱伝達面露出部 436 が取り付けられる計測用流路面 430 を、回路パッケージ 400 の表面に成形する。その後、計測用流路面 430 と熱伝達面露出部 436 はハウジング 302 を成形する樹脂から露出させる。すなわち熱伝達面露出部 436 および熱伝達面露出部 436 周辺の計測用流路面 430 を、ハウジング 302 を成形する樹脂で覆わないようにする。回路パッケージ 400 の樹脂モールドで成形した計測用流路面 430 や熱伝達面露出部 436 を、あるいは温度検出部 452 を、そのままハウジング 302 の樹脂モールド後も利用し、熱式流量計 300 の流量計測や温度計測に使用する。このようにすることで計測精度が向上する。

40

**【0082】**

本発明に係る実施例では、回路パッケージ 400 をハウジング 302 に一体成形するこ

50

とにより、副通路を有するハウジング302に回路パッケージ400を固定しているの  
 、少ない固定面積で回路パッケージ400をハウジング302に固定できる。すなわち、  
 ハウジング302に接触していない回路パッケージ400の表面積を多く取ることができ  
 る。前記ハウジング302に接触していない回路パッケージ400の表面は、例えば空隙  
 に露出している。吸気管の熱はハウジング302に伝わり、ハウジング302から回路パ  
 ッケージ400に伝わる。ハウジング302で回路パッケージ400の全面あるいは大部  
 分を包含するのではなく、ハウジング302と回路パッケージ400との接触面積を小さ  
 くしても、高精度でしかも高い信頼性を維持して、回路パッケージ400をハウジン  
 グ302に固定できる。このためハウジング302から回路パッケージ400への熱伝達を低  
 く抑えることが可能となり、計測精度の低下を抑制できる。

10

#### 【0083】

図5や図6に示す実施例では、回路パッケージ400の露出面の面積Aを、ハウジン  
 グ302の成形用モールド材で覆われている面積Bと同等あるいは、面積Aを面積Bより多  
 くすることが可能である。実施例では面積Aの方が面積Bより多くなっている。このよ  
 うにすることにより、ハウジング302から回路パッケージ400への熱の伝達を抑制でき  
 る。また回路パッケージ400を成形している熱硬化性樹脂の熱膨張係数とハウジン  
 グ302を成形している熱可塑性樹脂の膨張係数の差による応力を低減できる。

#### 【0084】

##### 4. 回路パッケージ400の外観

##### 4.1 熱伝達面露出部436を備える計測用流路面430の成形

20

図10に第1樹脂モールド工程で作られる回路パッケージ400の外観を示す。なお、  
 回路パッケージ400の外観上に記載した斜線部分は、第1樹脂モールド工程で回路パ  
 ッケージ400を製造した後に、第2樹脂モールド工程でハウジング302を成形する際  
 に、第2樹脂モールド工程で使用される樹脂により回路パッケージ400が覆われる固定  
 面432を示す。図10(A)は回路パッケージ400の左側面図、図10(B)は回路パ  
 ッケージ400の正面図、図10(C)は回路パッケージ400の背面図である。回路パ  
 ッケージ400は、後述する流量検出部602や処理部604を内蔵し、熱硬化性樹脂で  
 これらがモールドされ、一体成形される。

#### 【0085】

図10に示す回路パッケージ400の表面には、被計測気体30を流すための面として  
 作用する計測用流路面430が被計測気体30の流れ方向に長く伸びる形状で成形されて  
 いる。この実施例では計測用流路面430は、被計測気体30の流れ方向に長く伸びる長  
 方形を成している。この計測用流路面430は、図10(A)に示す如く、他の部分より  
 薄く作られていて、その一部に熱伝達面露出部436が設けられている。内蔵されてい  
 る流量検出部602は、熱伝達面露出部436を介して被計測気体30と熱伝達を行い、被  
 計測気体30の状態、例えば被計測気体30の流速を計測し、主通路124を流れる流量  
 を表す電気信号を出力する。

30

#### 【0086】

内蔵されている流量検出部602(図25参照)が高精度で被計測気体30の状態を計  
 測するには、熱伝達面露出部436の近傍を流れる気体が層流であり乱れが少ないことが  
 望ましい。このため熱伝達面露出部436の流路側面と気体を導く計測用流路面430の  
 面との差が所定値以下であることが望ましい。例えば熱伝達面露出部436の流路側面と  
 計測用流路面430の面との段差はない方が好ましい。このような構成により、流量計測  
 精度を高精度に保ちつつ、流量検出部602に不均等な応力および歪が作用するのを抑制  
 することが可能となる。なお、上記段差は流量計測精度に影響を与えない程度の段差であ  
 れば設けてもよい。

40

#### 【0087】

熱伝達面露出部436を有する計測用流路面430の裏面には、図10(C)に示す如  
 く、回路パッケージ400の樹脂モールド成形時に内部基板あるいはプレートを支持する  
 金型の押さえの押さえ跡442が残っている。熱伝達面露出部436は被計測気体30と

50

の間で熱のやり取りを行うために使用される場所であり、被計測気体 30 の状態を正確に計測するためには、流量検出部 602 と被計測気体 30 との間の熱伝達が良好に行われることが望ましい。このため、熱伝達面露出部 436 の部分が第 1 樹脂モールド工程での樹脂で覆われるのを避けなければならない。熱伝達面露出部 436 とその裏面である計測用流路面裏面 431 の両面に金型を当て、この金型により熱伝達面露出部 436 への樹脂の流入を防止する。熱伝達面露出部 436 の裏面に凹部形状の押さえ跡 442 が成形されている。この部分は、流量検出部 602 等を構成する素子が近くに配置されており、これら素子の発熱をできるだけ外部に放熱することが望ましい。成形された凹部は、樹脂の影響が少なく、放熱し易い効果を奏している。

【0088】

10

#### 4.2 温度検出部 452 および突出部 424 の成形と効果

回路パッケージ 400 に設けられた温度検出部 452 は、温度検出部 452 を支持するために被計測気体 30 の上流方向に延びている突出部 424 の先端も設けられて、被計測気体 30 の温度を検出する機能を備えている。高精度に被計測気体 30 の温度を検出するには、被計測気体 30 以外部分との熱の伝達をできるだけ少なくすることが望ましい。温度検出部 452 を支持する突出部 424 は、その根元より、先端部分が細い形状を成し、その先端部分に温度検出部 452 を設けている。このような形状により、温度検出部 452 への突出部 424 の根元部からの熱の影響が低減される。

【0089】

#### 4.3 第 2 樹脂モールド工程による回路パッケージ 400 の固定とその効果

20

図 10 で斜線の部分は、第 2 樹脂モールド工程において、ハウジング 302 に回路パッケージ 400 を固定するために、第 2 樹脂モールド工程で使用する熱可塑性樹脂で回路パッケージ 400 を覆うための、固定面 432 を示している。図 5 や図 6 を用いて説明したとおり、計測用流路面 430 および計測用流路面 430 に設けられている熱伝達面露出部 436 と副通路の形状との関係が、規定された関係となるように、高い精度で維持されることが重要である。第 2 樹脂モールド工程において、副通路を成形すると共に同時に副通路を成形するハウジング 302 に回路パッケージ 400 の表面および裏面の領域を周回するようにこれを固定するので、前記副通路と計測用流路面 430 および熱伝達面露出部 436 との関係を極めて高い精度で維持できる。すなわち、第 2 樹脂モールド工程において回路パッケージ 400 をハウジング 302 に固定するので、副通路を備えたハウジング 302 を成形するための金型内に、回路パッケージ 400 を高い精度で位置決めして固定することが可能となる。この金型内に高温の熱可塑性樹脂を注入することで、副通路が高い精度で成形されると共に、回路パッケージ 400 が高い精度で固定される。

30

【0090】

#### 5. 回路パッケージへの回路部品の搭載

##### 5.1 ダイアフラム裏面の空隙と開口とを繋ぐ構造

図 11 は、図 10 の C-C 断面の 1 部を示す図であり、ダイアフラム 672 および流量検出部（流量検出素子）602 の内部に設けられた空隙 674 と孔 520 とを繋ぐ通気通路 676 を説明する、説明図である。

【0091】

40

半導体素子で構成される流量検出素子 602 は、主通路 124 から取り込まれた被計測気体 30 を流すための副通路と、副通路を流れる被計測気体 20 との間で熱伝達を行うことにより、被計測気体 30 の流量を計測する素子である。

【0092】

被計測気体 30 の流量を計測する流量検出素子 602 には、流量検出素子の流量検出領域（熱伝達面）437 にダイアフラムが形成されるように裏面に空隙 674 が形成されている。ダイアフラム 672 の表面には、図 25 で後述するように、被計測気体 30 と熱のやり取りを行い、これによって流量を計測するための素子が設けられている。

【0093】

ここで、ダイアフラム 672 に成形させている素子間に、被計測気体 30 との熱のやり

50

取りとは別に、ダイヤフラム672を介して素子間に熱が伝わると、正確に流量を計測することが困難となる。このためダイヤフラム672は熱抵抗を大きくする必要があり、ダイヤフラム672ができるだけ薄く作られている。

【0094】

また、回路パッケージ400は、リードに相当する第2プレート536に、連通通路を形成するための第1のプレート532が配置されている。第1プレート532には、チップ状の流量検出部602およびLSIとして作られている処理部604が搭載されている。流量検出部602の各端子と処理部604とがアルミパッドを介してワイヤ542で電氣的に接続されている。さらに、処理部604は、アルミパッドを介してワイヤ543で第2プレート536に接続されている。さらに、第2プレート536には、外部端子306と電氣的に接続するための複数の接続端子(金属端子)412が設けられている。このような結果、接続端子412は、処理部604を介して流量検出素子602に電氣的に接続された構造となる。

10

【0095】

流量検出素子602は、ダイヤフラム672の熱伝達面437が露出するように、第1樹脂モールド工程により成形された回路パッケージ400の第1樹脂に埋設されて固定されている。ダイヤフラム672の表面は図示しない前記素子(図25に示す発熱体608、上流測温抵抗体である抵抗652、抵抗654と下流測温抵抗体である抵抗656、抵抗658など)が設けられている。この素子は、ダイヤフラム672に相当する熱伝達面露出部436において素子表面の熱伝達面437を介して図示していない被計測気体30と互いに熱の伝達を行う。熱伝達面437は各素子の表面で構成しても良いし、その上に薄い保護膜を設けても良い。素子と被計測気体30との熱伝達がスムーズに行われ、一方で素子間の直接的な熱伝達ができるだけ少ない方が望ましい。

20

【0096】

流量検出素子602の前記素子が設けられている部分は、計測用流路面430の熱伝達面露出部(流量検出領域)436に配置されていて、熱伝達面437が計測用流路面430を成形している樹脂から露出している。具体的には、空隙674を外部に通気する通気通路676が形成されるように、流量検出素子602の、ダイヤフラム672の周りの領域、側面全周、および裏面が、第1樹脂モールド工程で使用された熱硬化性樹脂で覆われている。図23に示すように流量検出素子602の表側外周部も前記熱硬化性樹脂で覆われる状態とすることにより、ダイヤフラム672の歪が低減される。一方、熱伝達面437と被計測気体30が流れる計測用流路面430との段差が大きいと、被計測気体30の流れが乱れ、計測精度が低下する。従って熱伝達面437と被計測気体30が流れる計測用流路面430との段差Wが小さいことが望ましい。

30

【0097】

ダイヤフラム672は各素子間の熱伝達を抑制するために非常に薄く作られていて、流量検出素子602の裏面に空隙674を成形することにより薄肉化が図られている。この空隙674を密閉すると温度変化により、ダイヤフラム672の裏面に形成されている空隙674の圧力が温度に基づき変化する。空隙674とダイヤフラム672の表面との圧力差が大きくなると、ダイヤフラム672が圧力を受けて歪を生じ、高精度の計測が困難となる。このため、プレート532には外部に開口する開口438に繋がる孔520が設けられ、この孔520と空隙674とを繋ぐ通気通路676が設けられている。この通気通路676は例えば第1プレート532と第2プレート536の2枚のプレートで作られる。第1プレート532には孔520と孔521が設けられ、さらに通気通路676を作るための溝が設けられている。第2プレート536で溝および孔520と孔521を塞ぐことで、通気通路676が作られる。この通気通路676と孔520とにより、ダイヤフラム672の表面および裏面に作用する気圧が略等しくなり、計測精度が向上する。

40

【0098】

上述のとおり、第2プレート536で溝および孔520と孔521を塞ぐことにより、通気通路676を作ることができるが、他の方法として、リード(リードフレーム)を第

50

2プレート536として使用することができる。プレート532の上にはダイヤフラム672および処理部604として動作するLSIが設けられている。これらの下側には、ダイヤフラム672および処理部604を搭載したプレート532を支えるためのリードフレームが設けられている。従ってこのリードフレームを利用することにより、構造がよりシンプルとなる。また前記リードフレームをグランド電極として使用することができる。このように第2プレート536の役割を前記リードフレームに持たせ、このリードフレームを用いて、第1プレート534に成形された孔520と孔521を塞ぐと共に第1プレート534に成形された溝をリードフレームで覆うようにして塞ぐことにより通気通路676を形成することで、全体構造がシンプルとなるのに加え、リードフレームのグランド電極としての作用により、ダイヤフラム672および処理部604に対する外部からのノイズの影響を低減できる。

10

#### 【0099】

回路パッケージ400において、熱伝達面露出部436が形成されている回路パッケージ400の裏面に、押さえ跡442が残っている。第1樹脂モールド工程において、熱伝達面露出部436への樹脂の流入を防止するために熱伝達面露出部436の部分に金型、例えば入れ駒を当て、さらにその反対面の押さえ跡442の部分に金型を当て、両金型により熱伝達面露出部436への樹脂の流入を阻止する。このようにして熱伝達面露出部436の部分成形することにより、極めて高い精度で、被計測気体30の流量を計測できる。

#### 【0100】

20

#### 5.2 回路パッケージまわりおよびその周りの筐体の構造

##### 〔第1の形態〕

図12は図5および図6に示すハウジング302の回路パッケージ400およびそのまわり筐体の拡大図である。なお、図12は、表カバーを筐体から外した状態の図であり、裏面側には、裏カバー304が取り付けられている状態を示している。図13は、図2(B)のX-X線に沿って切断した状態を示す模式的斜視図であり、図13は、図10の状態にすべくハウジングにカバーを溶着する前のカバーとハウジングの状態を示した模式的斜視図である。なお、図13に示すカバーは、裏面側の凹溝を説明するために、ハウジングよりも縮小した斜視図となっている。図14は、熱式流量計を吸気管125に取り付けた際の模式的断面図である。

30

#### 【0101】

以下では、ハウジング302および表カバー303および裏カバー304で構成された集合体を、回路パッケージ400を収容する筐体500と称する。図12および図13に示すように、ハウジングおよびカバーで構成される筐体500は、流量検出素子602の流量検出領域436が副通路134内に配置されるように副通路134が形成されている。なお、この副通路134は、上述の如くハウジング304、表カバー303および裏カバー304により形成される。

#### 【0102】

図5(A)および図6(B)、図13に示すように、ハウジング302の表裏両面には、表側副通路溝332と裏側副通路溝334とが、湾曲した溝形状となって形成されている。表側副通路溝332と裏側副通路溝334は、回路パッケージ400の流量検出素子602が配置された貫通部370に導かれている。この貫通部370は、ハウジング302の両面を貫通する部分である。貫通部370を介して、ハウジング302の両面を表カバー303と裏カバー304で覆うことにより、ハウジングの302の表側に形成される副通路と、裏側に形成される副通路とが繋がって、一つの副通路134が形成される。

40

#### 【0103】

さらに、筐体500は、回路パッケージ400の接続端子(金属端子)412と、熱式流量計300の外部に接続するための外部端子306とが電氣的に接続された端子接続部320が副通路134から区画されるように、端子接続部320を収容する空間が形成された端子収容部321が形成されている。

50

## 【 0 1 0 4 】

図5 (A) および図6 (B)、図13に示すように、端子収容部321は、ハウジング302により形成された収容部形成壁324により区画されている。収容部形成壁324は、上述した、上流側外壁335、下流側外壁336、および、回路パッケージ400を固定する固定部(固定壁)372の一部を含む壁部である。このように、ハウジング302の両側から表カバー303と裏カバー304で、ハウジング302を覆うことにより、上述した如く副通路134ばかりでなく、収容部形成壁324により囲われた空間を、副通路134および主通路124から区画する端子収容部321が形成される。

## 【 0 1 0 5 】

第1の形態の場合、収容部形成壁324のうち、副通路134と端子収容部321との間に位置する区画壁372aの表カバー303側の端面は凹んでおり、表カバー303をハウジング302に覆うことで、スリット371aが形成される。スリット371aは、副通路134と端子収容部321とを連通するための連通部となる。

10

## 【 0 1 0 6 】

すなわち、第1の形態では、図14に示すように、流量検出素子602に形成された空隙674は、通気通路676から少なくとも端子収容部321を経由して主通路124に連通することになる。言い換えると、第1の形態では、筐体500のスリット371aは、空隙674が端子収容部321からさらに副通路134を経由して主通路124に連通するように、端子収容部321と副通路134との間に形成されることになる。

## 【 0 1 0 7 】

このようにして、図14の矢印に示すように、流量検出素子602の裏面に形成された空隙674の空気は、通気通路676を介して端子収容部321に通気され、端子収容部321の空気は、スリット371aを介して、副通路134に通気される。

20

## 【 0 1 0 8 】

特に、本形態では、図14からも明らかなように、スリット(連通部)371aは、副通路134のうち流量検出素子602を挟んで流量検出領域側(表側)の通路に連通するように形成されている。これにより、流量検出領域436の近傍の圧力と空隙674の内部の圧力をより近い状態にすることができる。

## 【 0 1 0 9 】

このような結果、流量検出領域436に流れる被計測気体の流速の変化に伴う圧力変化に、空隙674の内部の圧力が追従しやすくなるので、流速の変化に伴う流量検出素子602のダイヤフラムの変形を抑制し、より精度良く被計測気体の流量を検出することができる。

30

## 【 0 1 1 0 】

また、図7においても説明したが、図14に示すように、筐体500(表カバー303)には、副通路134のうち流量検出素子602の流量検出領域側(表面側)を構成する通路に絞り形成されるように、流量検出領域436に向かって突出した突起部356が形成されている。上述したスリット(連通部)371aは、突起部356の側面と副通路134の側壁との間の間隙に連通するように、開口面が形成されている。これにより、表カバー303の突起部356とハウジング302の区画壁372aとの間にラビリンズ構造を有した通気通路が形成される。このような結果、副通路134に侵入した塵埃、汚損物質、また水などが端子収容部321に浸入することを抑制することができる。

40

## 【 0 1 1 1 】

さらに、図12～図14に示すように、端子収容部321には、端子接続部320が収容された収容空間が閉空間、好ましくは密閉空間となるように、通気通路676の端子収容部321側の開口(通気口)438と、端子接続部320とを仕切る仕切り壁327が形成されている。

## 【 0 1 1 2 】

このように、仕切り壁327を設けることにより、端子収容部321のうち、副通路134に連通する空間は、通気通路676を介して空隙674に連通し、端子収容部321

50

のうち、端子接続部 3 2 0 が収容された空間は閉空間、好ましくは密閉空間となる。これにより、端子接続部 3 2 0 は、副通路 1 3 4 および主通路 1 2 4 さらには外気から遮断されるので、端子接続部 3 2 0 の腐食を抑制することができる。

#### 【 0 1 1 3 】

第 1 の形態では、端子収容部 3 2 1 と副通路 1 3 4 とを連通する連通部として、筐体 5 0 0 にスリット 3 7 1 a を設けたが、端子収容部 3 2 1 と副通路 1 3 4 とを連通することができる機能を有するのであれば、連通部は、孔などであってもよく、その形状および個数は特に限定されるものではない。

#### 【 0 1 1 4 】

〔第 1 の形態の変形例 1〕

図 1 5 は、図 1 2 に示す第 1 の形態の変形例を示した図であり、ハウジング 3 0 2 の回路パッケージ 4 0 0 および副通路近傍の拡大図である。なお、図 1 5 は、図 1 2 と同様に、表カバーを筐体から外した状態の図である。この変形例は、第 1 の形態で連通部の一例として示したスリット 3 7 1 a の代わりに、連通通路 3 7 1 c を設けた点が、図 1 2 の第 1 の形態と相違する。その他の部分は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

#### 【 0 1 1 5 】

上述したように（図 5（B）、図 6（B）参照）、表側副通路溝 3 3 2 および裏側副通路溝 3 3 4 は、被計測気体 3 0 の流れる方向に沿って湾曲部分を有している。表側副通路溝 3 3 2 には、表側副通路形成壁に相当する湾曲部分の内側に位置する表側副通路内周壁 3 9 3 と湾曲部分の外側に位置する表側副通路外周壁 3 9 4 とが形成されている。一方、裏側副通路溝 3 3 4 には、裏側副通路形成壁に相当する裏側副通路内周壁 3 9 2 と裏側副通路外周壁 3 9 1 が形成されている。

#### 【 0 1 1 6 】

表側副通路外周壁 3 9 4 は、ハウジング 3 0 2 の表側及び裏側に向かって延在した固定部（固定壁）3 7 2 に連続して形成されている。表側副通路内周壁 3 9 3 と固定部（固定壁）3 7 2 とは、副通路形成壁の一部を構成する連結壁 3 7 7 を介して形成されている。このようにして、表側副通路内周壁 3 9 3、連結壁 3 7 7、固定部（固定壁）3 7 2、および表側副通路外周壁 3 9 4 が、連続して形成された壁構造となる。

#### 【 0 1 1 7 】

本形態では、図 1 5 に示すように、副通路 1 3 4 は湾曲した通路であり、連通部に相当する連通通路 3 7 1 c が、湾曲した副通路 1 3 4 の内周側と端子収容部 3 2 1 とが連通するように形成されている。具体的には、連通通路 3 7 1 c は、表側副通路外周壁 3 9 4 の一部、連結壁 3 7 7、および表側副通路内周壁 3 9 3 に沿って連続して形成された通路である。連通通路 3 7 1 c の一方側の開口である連通口 3 7 1 b は、端子収容部 3 2 1 に面した位置に設けられており、他方側の開口である連通口 3 7 1 d は、表側副通路内周壁 3 9 3 のうち、流量検出領域 4 3 6 に対向する位置の壁に形成されている。

#### 【 0 1 1 8 】

このように、湾曲した副通路 1 3 4 は遠心分離によって被計測気体に含まれる塵、水分、またはゴミ等が外周側へ向かって流れるため、内周側と端子収容部 3 2 1 とが連通するように連通通路 3 7 1 c を形成することにより、塵等が含まれない内周側を流れる空気を端子接続部 3 2 0 に通気することができる。これにより、端子収容部 3 2 1 のクリーン化を図ることができる。

#### 【 0 1 1 9 】

〔第 1 の形態の変形例 2〕

図 1 6 は、図 1 4 に示す第 1 の形態の変形例を示した模式的断面図である。この変形例は、図 1 4 に示したスリット 3 7 1 a、通気通路 6 7 6 の通気口 4 3 8、および仕切り壁 3 2 7 の位置が図 1 4 に示す形態と相違する。その他の部分は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

#### 【 0 1 2 0 】

本形態の場合、図 1 6 に示すように、通気通路 6 7 6 の端子収容部 3 2 1 側の通気口 4

10

20

30

40

50

38は、流量検出領域436が形成された面とは反対側の面（すなわち流量検出素子602の裏面側）に形成されている。

【0121】

本形態の場合、収容部形成壁324のうち、副通路134と端子収容部321との間に位置する区画壁372aの裏カバー304側の端面は凹んでおり、裏カバー304をハウジング302に覆うことで、スリット371aが形成される。スリット371aは、副通路134と端子収容部321を連通するための連通部となる。

【0122】

さらに、端子収容部321は、端子接続部320が収容された収容空間が閉空間、好ましくは密閉空間となるように、通気通路676の端子収容部321側の開口（通気口）438と、端子接続部320とを仕切る仕切り壁327が形成されている。

10

【0123】

このようにして、筐体500のスリット371aは、空隙674が端子収容部321からさらに副通路134を経由して主通路124に連通するように、端子収容部321と副通路134との間に、形成されることになる。このような結果、空隙674を、副通路134に近い環境にすることにより、精度良く被計測気体の流量を検出することができる。また、仕切り壁327を設けることにより、端子接続部320は、副通路134および主通路124さらには外気から遮断されるので、端子接続部320の腐食を抑制することができる。さらに、本形態では、回路パッケージ400の裏面側に通気口438を設けることにより、LSIなどからなる処理部604のレイアウト等に制約を受けず、所望の位置

20

【0124】

〔第2の形態〕

図17(A)は第2の形態に係るハウジングの正面図であり、図17(B)は、第2の形態に係る熱式流量計の外観を示す正面図である。図18は、図17(B)に示す熱式流量計を吸気管に取り付けた際の模式的断面図である。

【0125】

図17(A)に示すように、第2の形態に係るハウジング302が、第1の形態のものと相違する点は、スリット371aを設けていない点であり、その他の構成は同じである。また、図17(B)に示すように、第2の形態に係る表カバー303が、第1の形態のものと相違する点は、新たに連通孔379を設けた点であり、その他の構成は同じである。したがって、その他の部分は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

30

【0126】

第2の形態に係る熱式流量計は、流量検出素子602に形成された空隙674が、通気通路676から少なくとも端子収容部321を経由して主通路124に連通している点が、第1の形態のものと共通する。しかしながら、第2の形態では、空隙674が、端子収容部321を経由して直接的に主通路124に連通している。

【0127】

具体的には、図17(B)、図18に示すように、筐体500を構成する表カバー303には、端子収容部321と主通路124とを連通するように、主通路124に面した位置に連通口379aを有した連通孔（連通部）379が形成されている。

40

【0128】

このようにして、筐体500の連通孔379は、空隙674が端子収容部321を経由して主通路124に連通するように、表カバー303に形成されていることになる。このような結果、空隙674を、主通路内の熱式流量計の近傍に近い環境にすることにより、精度良く被計測気体の流量を検出することができる。また、本形態でも同様に、仕切り壁327を設けることにより、端子接続部320は、副通路134および主通路124さらには外気から遮断されるので、端子接続部320の腐食を抑制することができる。

【0129】

第1の形態では、端子収容部321と主通路124とを連通する連通部として、筐体5

50

00の表カバー303に連通孔379を設けたが、端子収容部321と主通路124とを連通することができる機能を有するのであれば、連通部は、スリットなどであってもよく、その形状および個数は特に限定されるものではない。さらに、筐体500の裏カバー304に連通孔を設けてもよい。この場合には、回路パッケージ400の裏面側に仕切り壁を形成することになる。

#### 【0130】

〔第2の形態の変形例〕

図19は、図17(B)に示す第2の形態の変形例を示した模式的断面図である。この変形例は、図17(B)に示した連通孔379の位置が相違する。その他の部分は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

10

#### 【0131】

具体的には、本形態では、主通路124を形成する吸気管135の外壁面のうち熱式流量計300を取り付けるための取付け面125Aと、吸気管135の内壁面125Bとの間に、連通口が位置するように、連通孔(連通部)379Aが形成されている。

#### 【0132】

具体的には、図19に示すように、筐体500を構成するハウジング302には、端子収容部321と主通路124とを連通するように、主通路124の上流側に面した位置に連通口を有した連通孔(連通部)379Aが形成されている。

#### 【0133】

このような位置に、連通孔379Aを設けることにより、主通路124に含まれる、塵埃、汚損物質、また水など、吸気管125と熱式流量計の隙間に入り難いため、これらが端子収容部321に侵入することを抑制することができる。さらに、連通口を主通路124の上流側に面した位置に設けることにより、被計測気体の流れにより、吸気管125と熱式流量計の隙間に塵埃、汚染物質、また水などが堆積することを抑えることができる。

20

#### 【0134】

〔第3の形態〕

図20は、第3の形態に係る熱式流量計を吸気管に取り付けた際の模式的断面図である。第3の形態に係る熱式流量計が第1の形態と相違する点は、回路パッケージ400の裏面側に、通気通路の676の通気口438を設けた点と、区画壁372aの構造である。その他の部分は同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

30

#### 【0135】

図20に示すように第3の形態に係る熱式流量計の端子収容部321と副通路134とを区画する区画壁372aには、通気通路に連通した内部空間372bが形成されている。さらに、流量検出素子602に形成された空隙674が、通気通路676から内部空間372bを経由して副通路134に連通するように、内部空間372bと副通路134とを連通するスリット(連通部)371aが形成されている。

#### 【0136】

このようにして、筐体500のスリット371aは、空隙674が内部空間372bを経由して主通路124に連通するように、筐体500(具体的には、区画壁372aと裏カバー304との間)に形成されていることになる。このような結果、空隙674を、副通路134内に近い環境にすることにより、精度良く被計測気体の流量を検出することができる。また、本形態では、区画壁372aの一部が、第1の形態の仕切り壁327の機能と同様の機能を果たすので、よりシンプルな構造で端子接続部320は、副通路134および主通路124さらには外気から遮断することができる。

40

#### 【0137】

また本形態では、内部空間372bと副通路134とを連通する連通部として、スリット371aを設けたが、このような機能を有することができるのであれば、連通部は、孔などであってもよく、その形状および個数は特に限定されるものではない。

#### 【0138】

さらに、図15に示すように、副通路134は湾曲した通路であるので、スリット37

50

1 aの代わりに、連通部に相当する連通通路を設け、湾曲した副通路134の内周側と端子収容部321とが連通するように連通通路（連通部）を形成してもよい。

【0139】

6. 熱式流量計300の生産工程

6.1 回路パッケージ400の生産工程

図21、図22は熱式流量計300の生産工程を示し、図21は回路パッケージ400の生産工程を示し、図22は熱式流量計の生産工程を示す。図21において、ステップ1では図24に示すフレーム枠を生産する。このフレーム枠は例えばプレス加工によって作られる。

【0140】

ステップ2は、ステップ1で作られたフレーム枠に、まずプレート532を搭載し、さらにプレート532に流量検出部602や処理部604を搭載し、さらに温度検出素子、チップコンデンサなどの回路部品を搭載する。またステップ2では、回路部品間や回路部品とリード間、リード同士の電氣的な配線を行う。ステップ2では、回路部品がフレーム枠に搭載され、さらに電氣的な接続がなされた電気回路が作られる。

【0141】

次にステップ3で、第1樹脂モールド工程により、熱硬化性樹脂でモールドされる。この状態を図24に示す。また、ステップ3で、接続されているリードをそれぞれフレーム枠512から切り離し、さらにリード間も切り離し、図10に示す回路パッケージ400を完成する。この回路パッケージ400には、図10に示す通り、計測用流路面430や熱伝達面露出部436が成形されている。

【0142】

ステップ4で、出来上がった回路パッケージ400の外観検査や動作の検査を行う。ステップ3の第1樹脂モールド工程では、ステップ2で作られた電気回路を金型内に固定し、金型に高温の樹脂を高い圧力で注入するので、電気部品や電気配線の異常が生じていないかを検査することが望ましい。この検査のために図10に示す接続端子412に加え端子414が使用される。なお、端子414はその後使用されないので、この検査の後、根元から切断しても良い。

【0143】

6.2 熱式流量計300の生産工程と特性の補正

図22に示す工程では、図21により生産された回路パッケージ400と外部端子306とが使用され、ステップ5で第2樹脂モールド工程によりハウジング302が作られる。このハウジング302は樹脂製の副通路溝やフランジ312や外部接続部305が作られると共に、図10に示す回路パッケージ400の斜線部分が第2樹脂モールド工程の樹脂で覆われ、回路パッケージ400がハウジング302に固定される。前記第1樹脂モールド工程による回路パッケージ400の生産（ステップ3）と第2樹脂モールド工程による熱式流量計300のハウジング302の成形との組み合わせにより、流量検出精度が大幅に改善される。ステップ6で各外部端子内端の切り離しが行われ、接続端子412と外部端子内端361との接続がステップ7で行われる。

【0144】

ステップ7によりハウジング302が完成すると次にステップ8で、表カバー303と裏カバー304がハウジング302に取り付けられ、ハウジング302の内部が表カバー303と裏カバー304で密閉されるとともに、被計測気体30を流すための副通路が完成する。さらに、図7で説明した絞り構造が表カバー303あるいは裏カバー304に設けられた突起部356により、作られる。なお、この表カバー303はステップ10でモールド成形により作られ、裏カバー304はステップ11でモールド成形によって作られる。また、これら表カバー303と裏カバー304はそれぞれ別工程で作られ、それぞれ異なる金型により成形されて作られる。

【0145】

ステップ9で、実際に副通路に気体が導かれ、特性の試験が行われる。上述したように

10

20

30

40

50

副通路と流量検出部の関係が高い精度で維持されているので、特性の試験による特性補正を行うことで、非常に高い計測精度が得られる。また第1樹脂モールド工程と第2樹脂モールド工程で副通路と流量検出部の関係を左右する位置決めや形状関係の成形が行われるので、長期間使用しても特性の変化が少なく、高精度に加え高信頼性が確保される。

#### 【0146】

##### 7. 熱式流量計300の回路構成

##### 7.1 熱式流量計300の回路構成の全体

図23は熱式流量計300の流量検出回路601を示す回路図である。なお、先に実施例で説明した温度検出部452に関する計測回路も熱式流量計300に設けられているが、図23では省略している。熱式流量計300の流量検出回路601は、発熱体608を有する流量検出部602と処理部604とを備えている。処理部604は、流量検出部602の発熱体608の発熱量を制御すると共に、流量検出部602の出力に基づいて流量を表す信号を、端子662を介して出力する。前記処理を行うために、処理部604は、Central Processing Unit(以下CPUと記す)612と入力回路614、出力回路616、補正值や計測値と流量との関係を表すデータを保持するメモリ618、一定電圧をそれぞれ必要な回路に供給する電源回路622を備えている。電源回路622には車載バッテリーなどの外部電源から、端子664と図示していないグランド端子を介して直流電力が供給される。

10

#### 【0147】

流量検出部602には被計測気体30を熱するための発熱体608が設けられている。電源回路622から、発熱体608の電流供給回路を構成するトランジスタ606のコレクタに電圧V1が供給され、CPU612から出力回路616を介して前記トランジスタ606のベースに制御信号が加えられ、この制御信号に基づいて前記トランジスタ606から端子624を介して発熱体608に電流が供給される。発熱体608に供給される電流量は前記CPU612から出力回路616を介して発熱体608の電流供給回路を構成するトランジスタ606に加えられる制御信号により制御される。処理部604は、発熱体608で熱せられることにより被計測気体30の温度が当初の温度より所定温度、例えば100、だけ高くなるように発熱体608の発熱量を制御する。

20

#### 【0148】

流量検出部602は、発熱体608の発熱量を制御するための発熱制御ブリッジ640と、流量を計測するための流量検知ブリッジ650と、を有している。発熱制御ブリッジ640の一端には、電源回路622から一定電圧V3が端子626を介して供給され、発熱制御ブリッジ640の他端はグランド端子630に接続されている。また流量検知ブリッジ650の一端には、電源回路622から一定電圧V2が端子625を介して供給され、流量検知ブリッジ650の他端はグランド端子630に接続されている。

30

#### 【0149】

発熱制御ブリッジ640は、熱せられた被計測気体30の温度に基づいて抵抗値が変化する測温抵抗体である抵抗642を有しており、抵抗642と抵抗644、抵抗646、抵抗648はブリッジ回路を構成している。抵抗642と抵抗646の交点Aおよび抵抗644と抵抗648との交点Bの電位差が端子627および端子628を介して入力回路614に入力され、CPU612は交点Aと交点B間の電位差が所定値、この実施例ではゼロボルト、になるようにトランジスタ606から供給される電流を制御して発熱体608の発熱量を制御する。図23に記載の流量検出回路601は、被計測気体30のもとの温度に対して一定温度、例えば常に100、高くなるように発熱体608で被計測気体30を加熱する。この加熱制御を高精度に行えるように、発熱体608で暖められた被計測気体30の温度が当初の温度に対して一定温度、例えば常に100、高くなったときに、前記交点Aと交点B間の電位差がゼロボルトとなるように発熱制御ブリッジ640を構成する各抵抗の抵抗値が設定されている。従って図23に記載の流量検出回路601では、CPU612は交点Aと交点B間の電位差がゼロボルトとなるよう発熱体608への供給電流を制御する。

40

50

## 【 0 1 5 0 】

流量検知ブリッジ 6 5 0 は、抵抗 6 5 2 と抵抗 6 5 4、抵抗 6 5 6、抵抗 6 5 8 の 4 つの測温抵抗体で構成されている。これら 4 つの測温抵抗体は被計測気体 3 0 の流れに沿って配置されており、抵抗 6 5 2 と抵抗 6 5 4 は発熱体 6 0 8 に対して被計測気体 3 0 の流路における上流側に配置され、抵抗 6 5 6 と抵抗 6 5 8 は発熱体 6 0 8 に対して被計測気体 3 0 の流路における下流側に配置されている。また計測精度を上げるために抵抗 6 5 2 と抵抗 6 5 4 は発熱体 6 0 8 までの距離が互いに略同じくなるように配置されており、抵抗 6 5 6 と抵抗 6 5 8 は発熱体 6 0 8 までの距離が互いに略同じくなるように配置されている。

## 【 0 1 5 1 】

抵抗 6 5 2 と抵抗 6 5 6 との交点 C と、抵抗 6 5 4 と抵抗 6 5 8 との交点 D との間の電位差が端子 6 3 1 と端子 6 3 2 を介して入力回路 6 1 4 に入力される。計測精度を高めるために、例えば被計測気体 3 0 の流れがゼロの状態、前記交点 C と交点 D との間の電位差がゼロとなるように流量検知ブリッジ 6 5 0 の各抵抗が設定されている。従って前記交点 C と交点 D との間の電位差が、例えばゼロボルトの状態では、CPU 6 1 2 は被計測気体 3 0 の流量がゼロとの計測結果に基づき、主通路 1 2 4 の流量がゼロを意味する電気信号を端子 6 6 2 から出力する。

## 【 0 1 5 2 】

被計測気体 3 0 が図 2 3 の矢印方向に流れている場合、上流側に配置されている抵抗 6 5 2 や抵抗 6 5 4 は、被計測気体 3 0 によって冷却され、被計測気体 3 0 の下流側に配置されている抵抗 6 5 6 と抵抗 6 5 8 は、発熱体 6 0 8 により暖められた被計測気体 3 0 により暖められ、これら抵抗 6 5 6 と抵抗 6 5 8 の温度が上昇する。このため、流量検知ブリッジ 6 5 0 の交点 C と交点 D との間に電位差が発生し、この電位差が端子 6 3 1 と端子 6 3 2 を介して、入力回路 6 1 4 に入力される。CPU 6 1 2 は流量検知ブリッジ 6 5 0 の交点 C と交点 D との間の電位差に基づいて、メモリ 6 1 8 に記憶されている前記電位差と主通路 1 2 4 の流量との関係を表すデータを検索し、主通路 1 2 4 の流量を求める。このようにして求められた主通路 1 2 4 の流量を表す電気信号が端子 6 6 2 を介して出力される。なお、図 2 3 に示す端子 6 6 4 および端子 6 6 2 は新たに参照番号を記載しているが、先に説明した図 5 または図 6 に示す接続端子 4 1 2 に含まれている。

## 【 0 1 5 3 】

上記メモリ 6 1 8 には、上記交点 C と交点 D との電位差と主通路 1 2 4 の流量との関係を表すデータが記憶されており、さらに回路パッケージ 4 0 0 の生産後に、気体の実測値に基づいて求められた、ばらつきなどの測定誤差の低減のための補正データが記憶されている。なお、回路パッケージ 4 0 0 の生産後の気体の実測およびそれに基づく補正值のメモリ 6 1 8 への書き込みは、図 4 に示す外部端子 3 0 6 や補正用端子 3 0 7 を使用して行われる。本実施例では、被計測気体 3 0 を流す副通路と計測用流路面 4 3 0 との配置関係や、被計測気体 3 0 を流す副通路と熱伝達面露出部 4 3 6 との配置関係が、高精度に非常にばらつきが少ない状態で、回路パッケージ 4 0 0 が生産されているので、前記補正值による補正で、極めて高い精度の計測結果が得られる。

## 【 0 1 5 4 】

## 7.2 流量検出回路 6 0 1 の構成

図 2 4 は、上述した図 2 3 の流量検出回路 6 0 1 の回路配置を示す回路構成図である。流量検出回路 6 0 1 は矩形形状の半導体チップとして作られており、図 2 4 に示す流量検出回路 6 0 1 の左側から右側に向って、矢印の方向に、被計測気体 3 0 が流れる。

## 【 0 1 5 5 】

半導体チップで構成される流量検出部（流量検出素子）6 0 2 には、半導体チップの厚さを薄くした矩形形状のダイヤフラム 6 7 2 が成形されて、このダイヤフラム 6 7 2 には、破線で示す薄厚領域（すなわち上述した熱伝達面）6 0 3 が設けられている。この薄厚領域 6 0 3 の裏面側には、上述した空隙が成形されており、前記空隙が図 1 0 や図 5 に示す開口 4 3 8 に連通し、前記空隙内の気圧は開口 4 3 8 から導かれる気圧に依存する。

10

20

30

40

50

## 【0156】

ダイヤフラム672の厚さを薄くすることで、熱伝導率が低くなっており、ダイヤフラム672の薄厚領域(熱伝達面)603に設けられた抵抗652や抵抗654、抵抗658、抵抗656へのダイヤフラム672を介しての熱伝達が抑えられ、被計測気体30との熱伝達により、これらの抵抗の温度が略定まる。

## 【0157】

ダイヤフラム672の薄厚領域603の中央部には、発熱体608が設けられており、この発熱体608の周囲に発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗642が設けられている。そして、薄厚領域603の外側に発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗644、646、648が設けられている。このように成形された抵抗642、644、646、648によって発熱制御ブリッジ640が構成される。

10

## 【0158】

また、発熱体608を挟むように、上流測温抵抗体である抵抗652、抵抗654と下流測温抵抗体である抵抗656、抵抗658が配置されており、発熱体608に対して被計測気体30が流れる矢印方向の上流側に、上流測温抵抗体である抵抗652、抵抗654が配置され、発熱体608に対して被計測気体30が流れる矢印方向の下流側に下流測温抵抗体である抵抗656、抵抗658が配置されている。このようにして、薄厚領域603に配置されている抵抗652、抵抗654と抵抗656、抵抗658とにより流量検知ブリッジ650が成形される。

## 【0159】

また、上記発熱体608の双方の端部は、図24の下側に記載した端子624および629にそれぞれ接続されている。ここで、図23に示すように、端子624にはトランジスタ606から発熱体608に供給される電流が加えられ、端子629はグランドとして接地される。

20

## 【0160】

発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗642、抵抗644、抵抗646、抵抗648は、それぞれ接続されて、端子626と630に接続される。図23に示すように、端子626には電源回路622から一定電圧V3が供給され、端子630はグランドとして接地される。また、上記抵抗642と抵抗646との間、抵抗646と抵抗648との間かの接続点は、端子627と端子628に接続される。図24に記載の如く、端子627は抵抗642と抵抗646との交点Aの電位を出力し、端子628は抵抗644と抵抗648との交点Bの電位を出力する。図23に示すように、端子625には、電源回路622から一定電圧V2が供給され、端子630はグランド端子として接地グランドされる。また、上記抵抗654と抵抗658との接続点は端子631に接続され、端子631は図23の点Bの電位を出力する。抵抗652と抵抗656との接続点は端子632に接続され、端子632は図23に示す交点Cの電位を出力する。

30

## 【0161】

図24に示すように、発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗642は、発熱体608の近傍に成形されているので、発熱体608からの発熱で暖められた気体の温度を精度良く計測することができる。一方、発熱制御ブリッジ640を構成する抵抗644、646、648は、発熱体608から離れて配置されているので、発熱体608からの発熱の影響を受け難い構成に成っている。抵抗642は発熱体608で暖められた気体の温度に敏感に反応するように構成されており、抵抗644や抵抗646、抵抗648は発熱体608の影響を受けにくい構成となっている。このため、発熱制御ブリッジ640による被計測気体30の検出精度が高く、被計測気体30をその初期温度に対して所定温度だけ高める制御を高精度で行うことができる。

40

## 【0162】

この実施例では、ダイヤフラム672の裏面側に空隙が形成されており、この空隙が図10や図5に記載の開口438に連通しており、ダイヤフラム672の裏面側空隙の圧力とダイヤフラム672の表側の圧力との差が大きくなるようにしている。この圧力差

50

によるダイヤフラム 672 の歪を抑制できる。このことは流量計測精度の向上に繋がる。

【0163】

上述したようにダイヤフラム 672 は薄厚領域 603 を成形し、薄厚領域 603 を含む部分の厚さを非常に薄くしており、ダイヤフラム 672 を介しての熱伝導を極力抑制している。従って流量検知ブリッジ 650 や発熱制御ブリッジ 640 は、ダイヤフラム 672 を介しての熱伝導の影響が抑制され、被計測気体 30 の温度に依存して動作する傾向がより強まり、計測動作が改善される。このため高い計測精度が得られる。

【0164】

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

10

【0165】

本実施形態では、ハウジングと表カバーおよび裏カバーを合わせて、回路パッケージを収容する筐体としたが、回路パッケージを収容することができるのであれば、これらの部材に限定される必要はない。

【0166】

さらに、本実施形態ではハウジングを、回路パッケージと一体的にモールド成形したが、回路パッケージを固定することができるのであれば、単一のハウジング、または複数の部材からなるハウジングを用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

20

【0167】

本発明は、上述した気体の流量を計測するための計測装置に適用できる。

【符号の説明】

【0168】

124 ... 主通路

134 ... 副通路

300 ... 熱式流量計

302 ... ハウジング

303 ... 表カバー

304 ... 裏カバー

30

305 ... 外部接続部

306 ... 外部端子

307 ... 補正用端子

310 ... 計測部

320 ... 端子接続部

321 ... 端子収容部

324 ... 収容部形成壁

327 ... 仕切り壁

332 ... 表側副通路溝

334 ... 裏側副通路溝

40

356 ... 突起部

358 ... 突起部

359 ... 樹脂部

361 ... 外部端子内端

365 ... 繋ぎ部

370 ... 貫通部

371 a ... スリット ( 連通部 )

371 b ... 連通口

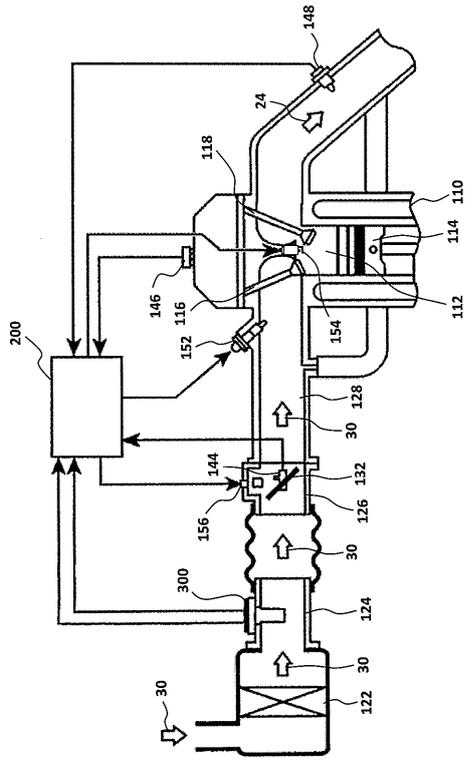
371 c ... 連通通路

371 d ... 連通口

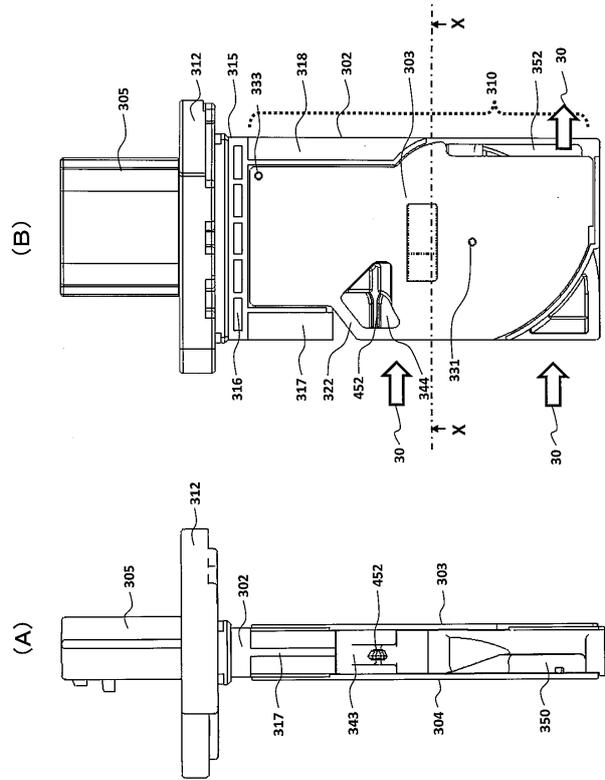
50

3 7 2 ... 固定部	
3 7 2 a ... 区画壁	
3 7 2 b ... 内部空間	
3 7 9 ... 連通孔	
4 0 0 ... 回路パッケージ	
4 1 2 ... 接続端子	
4 1 4 ... 端子	
4 2 4 ... 突出部	
4 3 0 ... 計測用流路面	
4 3 2 ... 固定面	10
4 3 6 ... 熱伝達面露出部 ( 流量検出領域 )	
4 3 8 ... 開口 ( 通気口 )	
4 5 2 ... 温度検出部	
5 0 0 ... 筐体	
5 9 0 ... 圧入孔	
5 9 4 ... 傾斜部	
5 9 6 ... 傾斜部	
6 0 1 ... 流量検出回路	
6 0 2 ... 流量検出部 ( 流量検出素子 )	
6 0 4 ... 処理部	20
6 0 8 ... 発熱体	
6 4 0 ... 発熱制御ブリッジ	
6 5 0 ... 流量検知ブリッジ	
6 7 2 ... ダイヤフラム	
6 7 4 ... 空隙	
6 7 6 ... 通気通路	

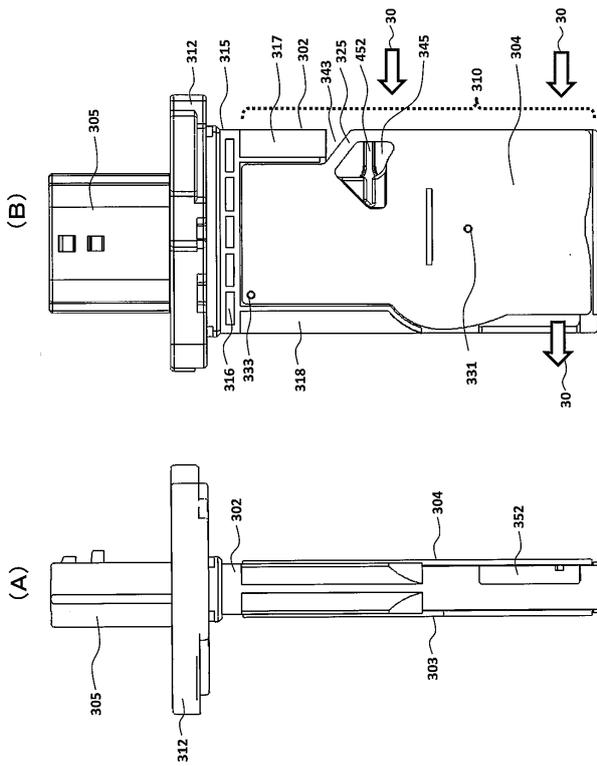
【 図 1 】



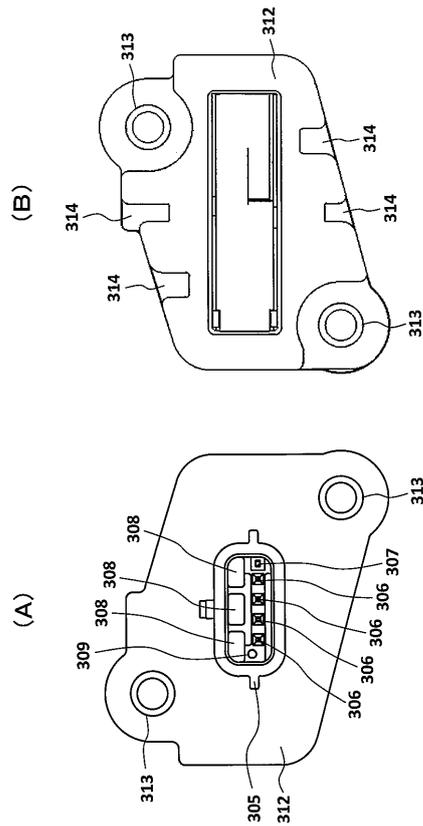
【 図 2 】



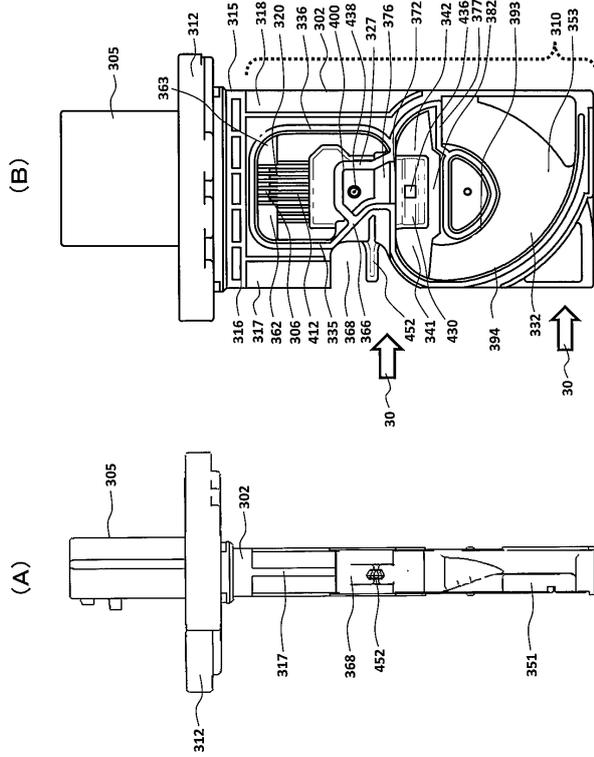
【 図 3 】



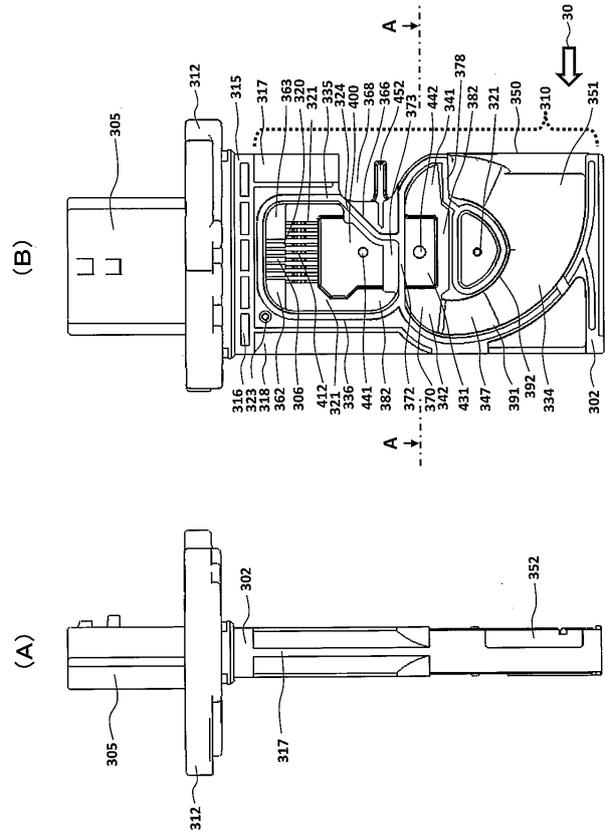
【 図 4 】



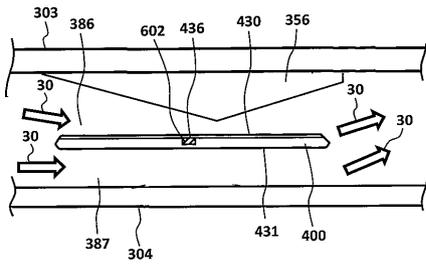
【 図 5 】



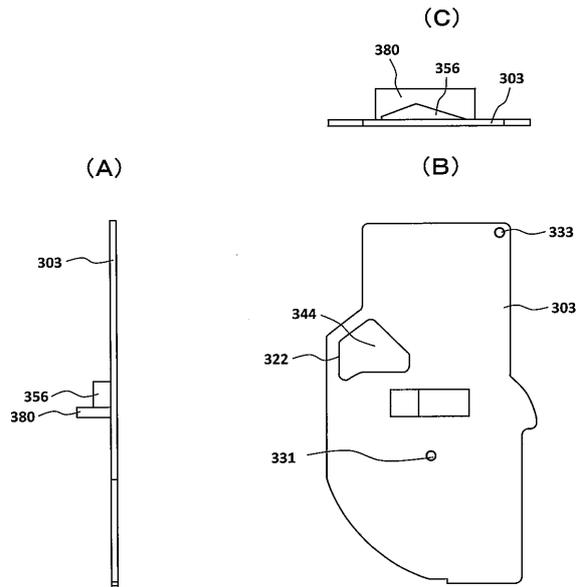
【 図 6 】



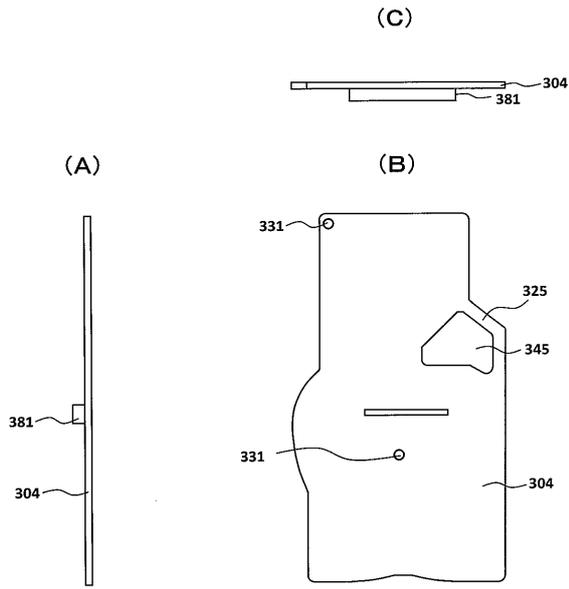
【 図 7 】



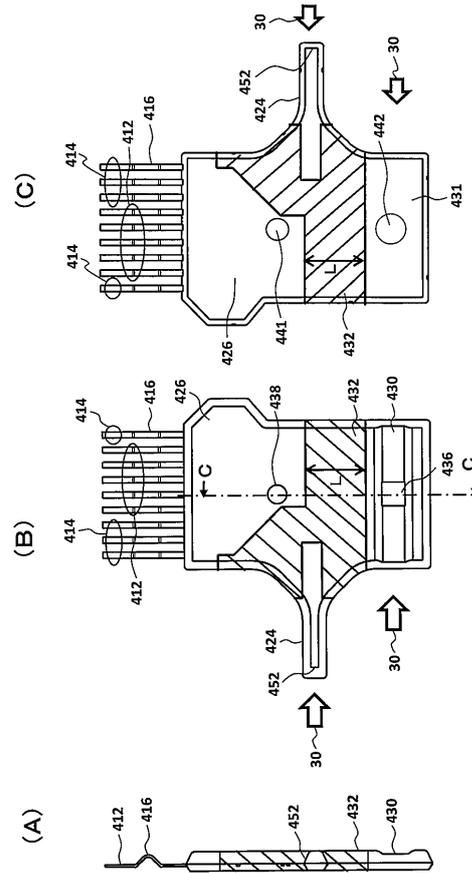
【 図 8 】



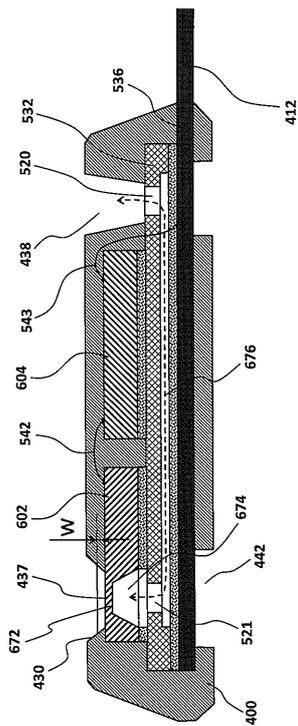
【 図 9 】



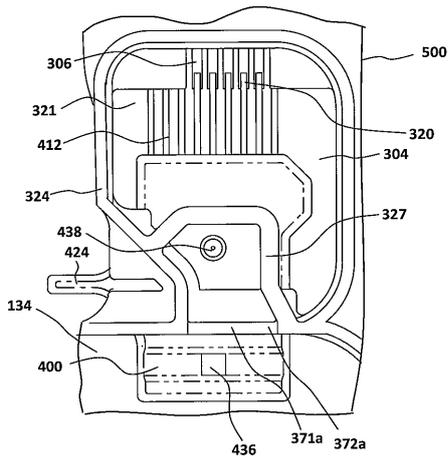
【 図 10 】



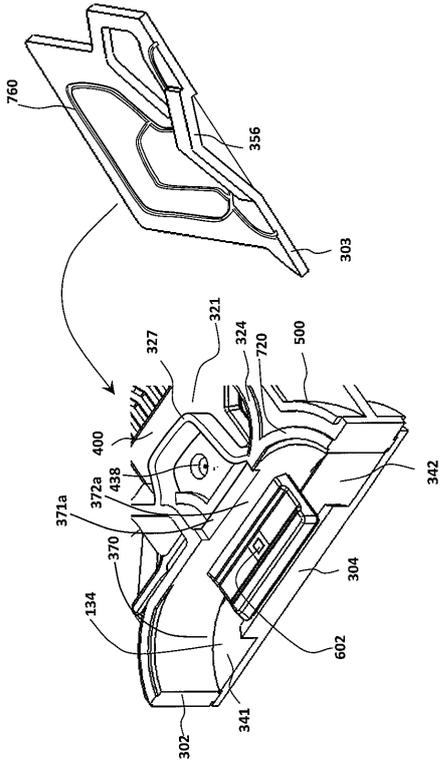
【 図 11 】



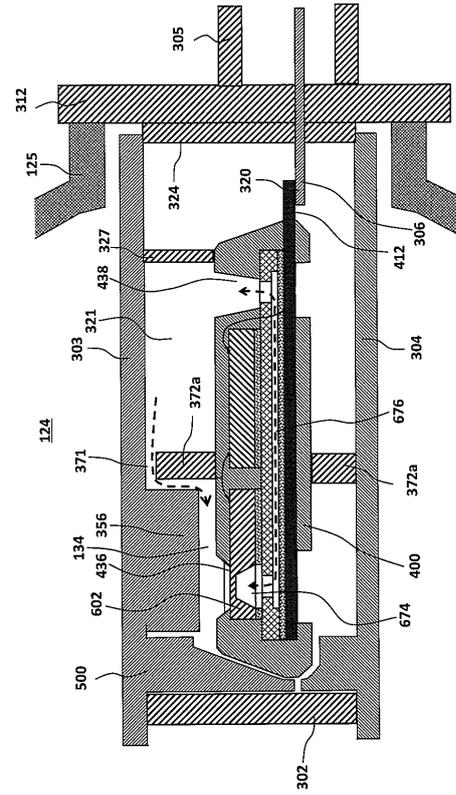
【 図 12 】



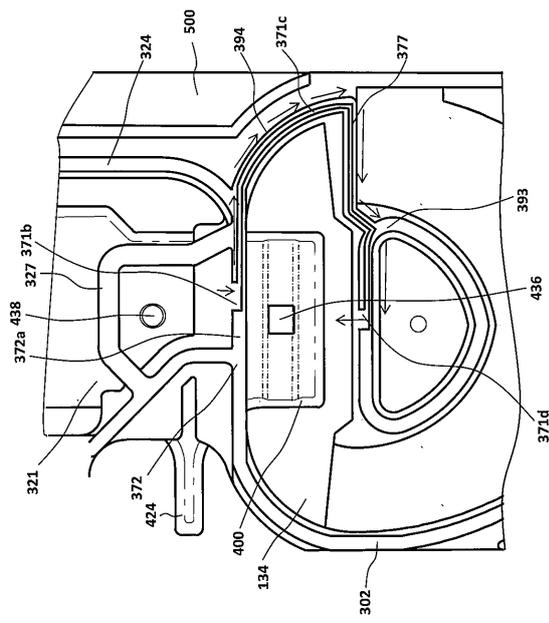
【 図 13 】



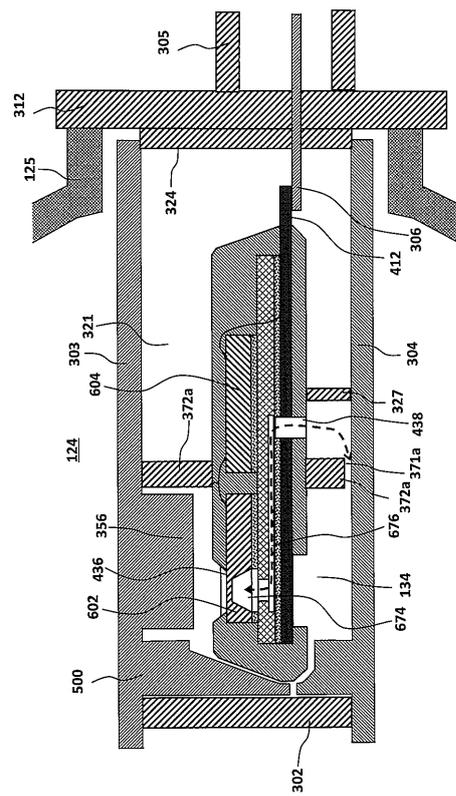
【 図 14 】



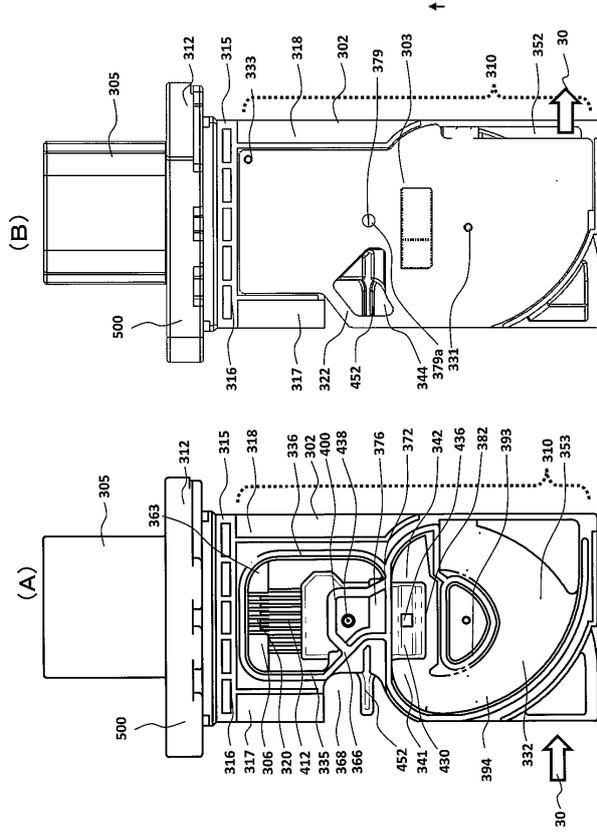
【 図 15 】



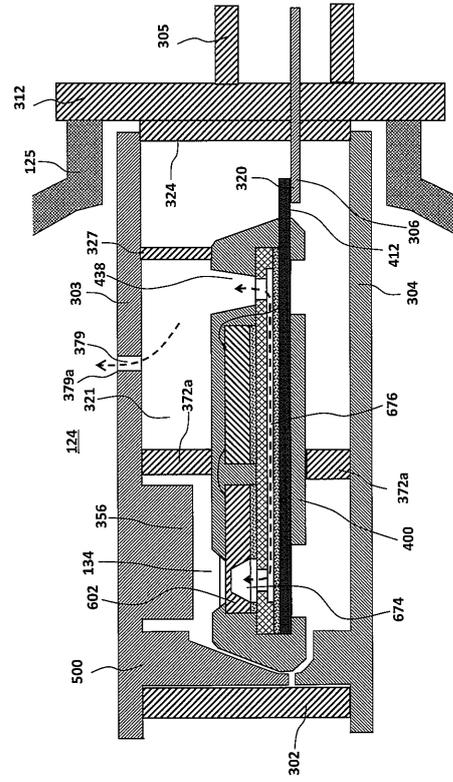
【 図 16 】



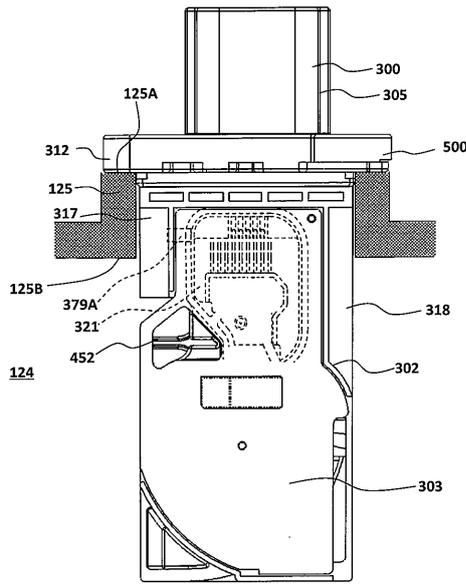
【 図 17 】



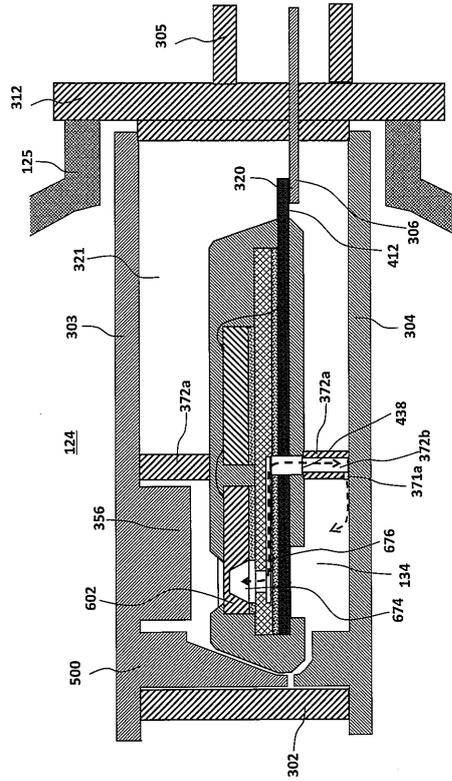
【 図 18 】



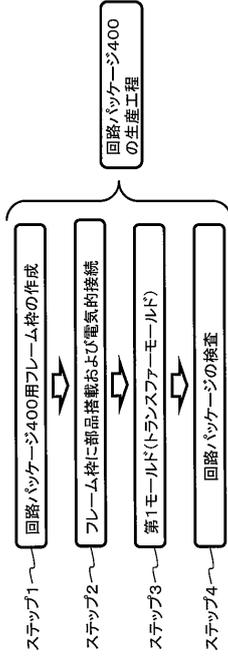
【 図 19 】



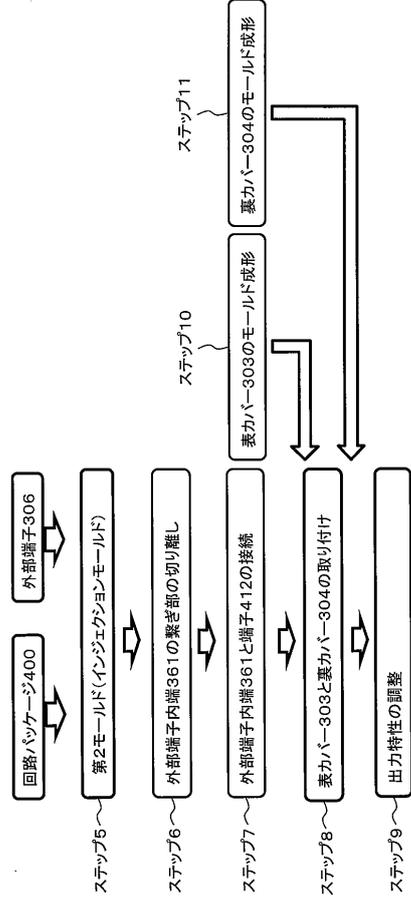
【 図 20 】



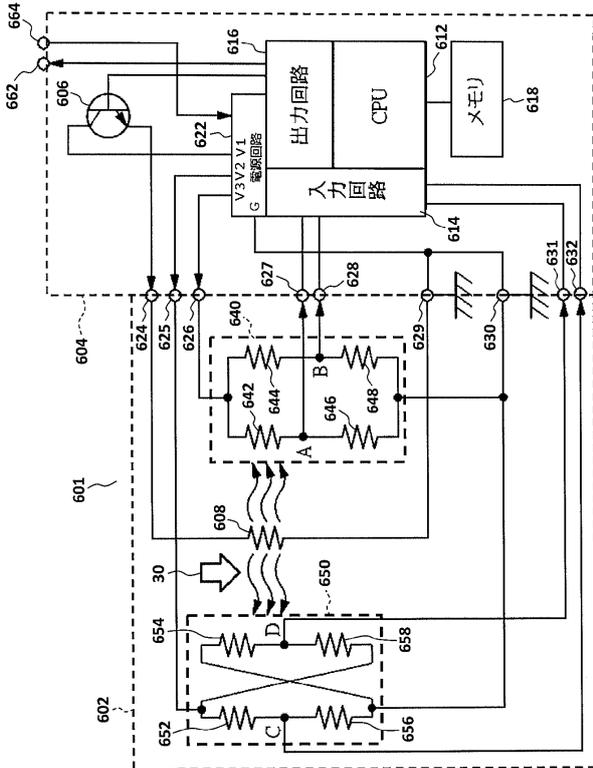
【図 2 1】



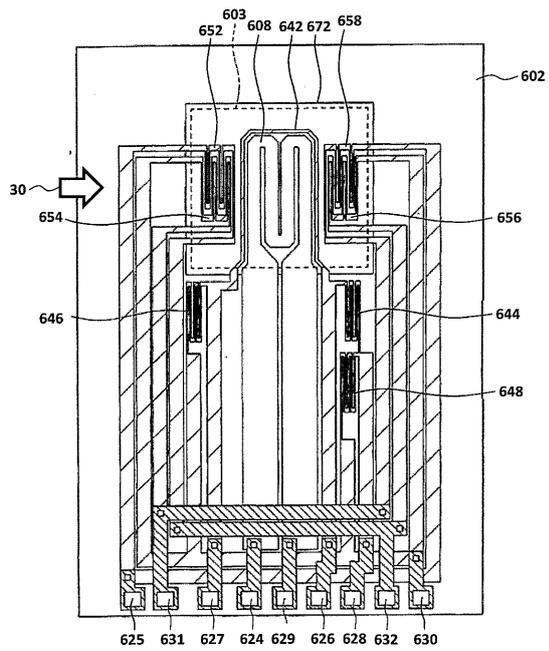
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 森野 毅  
茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
- (72)発明者 土井 良介  
茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内
- (72)発明者 上ノ段 暁  
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

審査官 羽飼 知佳

- (56)参考文献 特開2012-052975(JP,A)  
特開平11-064059(JP,A)  
特開2008-020193(JP,A)  
特開2011-016173(JP,A)

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